Министерство образования Республики Беларусь
учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

62-я Научная Конференция Аспирантов, Магистрантов и Студентов БГУИР

Сборник материалов докладов

13-17 апреля 2026 года
Минск

УДК 330:004
ББК 65.01+32.973

Актуальные вопросы экономики и информационных технологий: материалы 62-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 13 - 17 апреля 2026 г., Минск, Беларусь. – Минск: БГУИР, 2026. – 801 с.

В сборнике опубликованы тезисы и статьи докладов, представленных на 62-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. Материалы одобрены оргкомитетом и публикуются в авторской редакции. Для научных и инженернотехнических работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов ВУЗов.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЙ БИЗНЕС И ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИИ» 25
1. Социальные сети в продвижении модных брендов: мировой опыт и ориентиры для производителей Беларуси 26
Рыжков М.П., студент гр.573903
2. Статистические методы оценки рыночного риска акций..... 31
Сытая Д.Д., студент гр.373902
3. Трансформация рынка факторинга на основе технологии смарт-контрактов: финансовые аспекты
Исайкина А. Л., студент гр.373901, Каштелян Д. А., студент гр.373901 .. 36
4. МСФО для цифрового бизнеса: гармонизация национального учёта и международных стандартов в ИКТ-секторе Республики беларусь 43
Игнатенко В.Р., студент гр.373902
5. Автоматизация учета и планирования бюджета семьи 48
Радченко К.В., студент гр.373901
6. ОТ ТОННО-КИЛОМЕТРОВ К ТЕРАБАЙТАМ: ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ В АРХИТЕКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ IT-СИСТЕМ..... 54
Спариш Д.Е., студент гр. 373901
7. Специальный налоговый режим ПВТ как фактор финансовой устойчивости IT-компаний в Республике Беларусь..... 57
Харлантьева Анастасия Сергеевна студент гр.373904
Якимович Алина Александровна студент гр.373904
8. КОНТЕНТ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО БРЕНДА В INSTAGRAM (НА ПРИМЕРЕ ООО «КУРСЫ КЕДР») 61
Герасимчик С. Д., студент гр. 573904
9. Spotify-аналитика: какие характеристики делают песню хитом 64
Костромина П.О., Казачина К.А.
10. ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК ПОД ВЛИЯНИЕМ НОВОГО ШЕЛКОВОГО ПУТИ..... 72
Гилетич Е.В., студент гр.373904
11. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ 75
Пискун А.П., студент гр.573903, Сакович А.П., студент гр.573902
12. Использование цифровых двойников для прогнозирования спроса и управления запасами в электронной коммерции 79
Исайкина А. Л., студент гр.373901, Каштелян Д. А., студент гр.373901
13. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ 87
Галяк И.П., студент гр.314302
14. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЭЛЕКТРОННОМ БИЗНЕСЕ 90
Григоренко Б.С., Романьков К.С., студенты гр. 334702
15. СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО

МЕЖДУНАРОДНОГО РЫНКА ТРУДА 92
Карнюшкова М.М., студентка гр.473903
16. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В IT-БИЗНЕСЕ: ПИРАТСТВО, АВТОРСКОЕ ПРАВО И ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПО..... 97
Королёв Р.А. Козлов А.Е.
17. ПРАВОВОЙ СТАТУС И ОХРАНОСПОСОБНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ, СОЗДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА 99
Панов Т. С. студент группы 334701, Лазарев В.А. студент группы 334701
18. ТОКЕНИЗАЦИЯ РЕАЛЬНЫХ АКТИВОВ: НОВАЯ ЛИКВИДНОСТЬ И ИНВЕСТИЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В КОММЕРЦИИ..... 102
Миленкевич Д.В. Ленько А.Н.
19. ЦИФРОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УДОСТОВЕРЕНИЯ ЛИЧНОСТИ 104
Винник В. С., студент группы 334701, Калацей В.Е., студент группы 334701
20. ВИРТУАЛЬНЫЕ ДЕНЬГИ: СУЩНОСТЬ, ЭВОЛЮЦИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ФИНАНСОВУЮ СИСТЕМУ 108
Езерский Е.И., Хвасько В.С., студенты гр. 334702
21. ЦИФРОВАЯ АРХЕОЛОГИЯ: КАК ИЗВЛЕЧЬ СКРЫТЫЕ СМЫСЛЫ БИЗНЕСА ИЗ ГОР DARK DATA 110
Сауткин С. И., Кузьмичев С. Э.
22. ЗАЩИТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ..... 112
Стук Н.А., студент группы 334701
Кохнюк К.А., студент группы 334702
23. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ РЕКЛАМЫ: МИРОВОЙ ОПЫТ..... 114
Король А.В., студент гр.573904
24. СТРАТЕГИИ ПОСТРОЕНИЯ ИКТ-БИЗНЕСА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ..... 119
Юхник Н.В., Кавелич М.И.
25. Применение ИИ в современной медицине 120
Феденков К.К., Минов И.Е.
26. Экономическое и правовое регулирование внедрения искусственного интеллекта в цифровые платформы в Республике Беларусь..... 121
Тимофеюк В.К., студент гр. 350504, Долгая А.С., студент гр. 361402
27. ПРАВОВОЙ СТАТУС ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕСА..... 125
Белан Е.В. студент группы 334701
28. НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ «СЕРЫХ» ТОКЕНОВ В БЕЛАРУСИ: АНАЛИЗ УКАЗА № 166 И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА

ДОХОДНОСТИ.....129
Улицкая Н.С., Дмитриева К.В., студенты гр.350502
29. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДХОДОВ К НАЛОГООБЛОЖЕНИЮ ЭКСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ.....131
Ковшук Кирилл Игоревич
30. Применение Agile и DevOps методологий в цифровом менеджменте 133
Бондарь Д.А., Гайкович А.И., студенты гр. 374003
31. Разработка финтех-решения для оптимизации групповых транзакций в условиях цифровизации бытовых платежей 135
Згирская Д.Д., студент гр. 353502, Кашко А.А., студент гр.353502
32. Трансформация теории человеческого капитала в условиях развития гиг-экономики (фриланса).....140
Литвинович М.О., студентка гр. 573904
33. СИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ HR-ОТДЕЛА.....142
Худницкий А.В., студент гр.353502, Шауро Е.А., студент гр.353502
34. Правовые риски и механизмы регулирования применения технологий искусственного интеллекта в цифровом бизнесе.....147
Стецко А.А., студент гр. 374003, Спиридонова Е.Д., студент гр. 374003
35. Автоматизация процессов в управлении разработкой программного обеспечения.....151
Гусева Н. Д., студент гр.373902, Лазакович В.О., студент гр.373904
36. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ РЕШЕНИЙ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ В КОММЕРЧЕСКУЮ РАЗРАБОТКУ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЛИЦЕНЗИОННОЙ ЧИСТОТЫ.....153
Чехович Д.С.
37. Стратегии эффективной внутренней коммуникации в ИТ-компаниях 155
Баранова А.С., магистрант гр.476541
38. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОВРЕМЕННУЮ РЕКЛАМНУЮ КОММУНИКАЦИЮ.....159
Чой А. К., студент гр. 573903
39. ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ЛОГИСТИКИ.....163
Белоус К.А.
40. статистические методы в анализе личных расходов и финансового поведения населения.....165
Макаревич А.Д., студент группы 373901
41. ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ТВОРЧЕСКИХ ПРОФЕССИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....167
Красикова О. В., студентка гр. 573903
42. ВОСПРИЯТИЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЛЛЮЗИЙ В ВЕБ-ДИЗАЙНЕ

ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ С КОГНИТИВНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ.....172
Красикова О. В., студент гр. 573903
43. Возврат товаров в интернет-магазинах как фактор бизнес-модели177
Барадулькина А.С., студент гр.373904, Гилетич Е.В., студент гр. 373904
44. Развитие экономики совместного потребления в Беларуси и её влияние на рынок труда и малый бизнес.....179
Махров В.М., Василевская М.В.
45. Эффективные стратегии маркетинга для продвижения казино и iGaming-проектов в современном мире на примере Республики Беларусь 185
Тимофеева Е.А.
46. АГЕНТНАЯ КОММЕРЦИЯ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ И БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ 187
Головатенко А.А. студент группы 334701, Сантоцкий И.С. студент группы 334701
47. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ НА УПРАВЛЕНИЕ ДЕНЕЖНЫМИ ПОТОКАМИ ОРГАНИЗАЦИИ.....191
Бранковская А.Е., Ивашкова Д.А.
48. РАЗВИТИЕ РЫНКА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....193
Вабищевич А.С., Савич А.С.
49. ТОКЕНЫ КАК ЦИФРОВОЙ ФИНАНСОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА...195
Егоров А.С.
50. ДИЗАЙН И ФОРМИРОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТА ДЛЯ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ПИРАМИДКИ 197
Зыкун Р. Д., студент гр.573902
51. Анализ дефолтных эмитентов на рынке цифровых токенов Республики Беларусь.....201
Иваненко К.С., студент гр. 353501, Романовский М.Д., студент гр.353501
52. РАЗВИТИЕ МИРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....206
53. РОЛЬ UGC (USER GENERATED CONTENT) В ФОРМИРОВАНИИ ДОВЕРИЯ К ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ 208
Бидун Е. О. студент гр. 373902, Мычко Д. А. студент гр. 373902
54. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ФАРМАЦЕВТИКЕ 210
Сорока Е. Ю., Тумарович В. С.
55. ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТНЫХ СИСТЕМ КАК КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ 211
Ковалёв Д.Н., Кундельский Д.М.
56. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И ГЕРМАНИИ 214

Ивашевич Д.С. студент гр.320602, Перко А.О. студент гр.320602
57. ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ 218
Аникейчик А.Г., Бегун П.А.
58. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 220
Бельмач Я.Д., Горбачевский И.А.
59. Автоматизация маркетинговых функций на основании приложений искусственного интеллекта в цифровой экономике 222
60. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОГО ЭТИКЕТА В МЕССЕНДЖЕРАХ НА МОТИВАЦИЮ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ 225
Ермакова А.Д., студент гр.578103
61. Геймификация в мобильном банкинге Беларуси: анализ влияния на финансовое поведение пользователей 227
Морозова И.Д.
62. ЭВОЛЮЦИЯ ЦИФРОВОЙ ПООДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ БАНКА 229
Слижов А.С.
63. Методика изучения рынка программного обеспечения по данным SIMILARWEB 231
Горбацевич А. С., Бондарь А. М., Сосновский П. А., студенты гр. 10701324
64. Разработка комплексной методики анализа рынка программного обеспечения по данным G2, GitHub и Similarweb 234
Извеков Д. В., Зайцев А. И., студенты гр.10701124
65. диверсификация инвестиционного портфеля путем включения в него криптовалют 238
Переходько Я. Э., студент гр.373903
66. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: КЛЮЧЕВЫЕ МЕТРИКИ 242
Литвинович А.В., студент гр.473901
67. ГЛОБАЛЬНЫЙ ИНДЕКС ПРИНЯТИЯ КРИПТОВАЛЮТ: АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ 246
Смирнова О.А., магистрант гр. 576541
68. ДИНАМИЧЕСКАЯ CUSTOMER JOURNEY MAP КАК ИНСТРУМЕНТ УЛУЧШЕНИЯ КЛИЕНТСКОГО ОПЫТА 249
Жданок М.А., студент гр.473904
69. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ВАЛЮТ ЦЕНТРАЛЬНЫХ БАНКОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В НАЦИОНАЛЬНУЮ ФИНАНСОВУЮ СИСТЕМУ 252
Зубарь В.С., студент гр.473902, Матюх А.С., студент гр.473903
70. БАНКОВСКИЕ КРИПТОСЕРВИСЫ: МИРОВОЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 256
Каменков В.А.

71. ЭВОЛЮЦИЯ БАНКОВСКИХ АССИСТЕНТОВ: ОТ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ К ПЕРСОНАЛЬНЫМ ФИНАНСОВЫМ КОНСУЛЬТАНТАМ 257
Лагутинова О.А., Федорович А.Л.
72. ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В БАНКАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: АНАЛИЗ И РЕКОМЕНДАЦИИ..... 258
Антипенко У.А.
73. КАРТА ПУТИ КЛИЕНТА: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ В БАНКАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «БАНК БЕЛВЭБ») 260
Лобачевская М.В., Поддубная Е.И.
74. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ: АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «БАНК БЕЛВЭБ»)..... 261
Бабичева А.А., Белицкая П.А.
75. КРИПТОСЕРВИСЫ ДЛЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА: НАПРАВЛЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 263
Жукова Е.К., Пархимович А.А.
76. ИИ-АССИСТЕНТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «БАНК БЕЛВЭБ»)..... 265
Ойслендер К.Э., Лазовская К.С.
77. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ 267
Макей П.Ю., Тихонович Д.Д.
78. ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЦИФРОВОГО РУБЛЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЙ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ..... 269
Буялич Я.В., Жук А.Э.
79. МАРКЕТИНГОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ РИСКОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.... 271
Агиевич А.Ю.
80. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС -ПРОЦЕССОВ 272
Авхутская А.О.
СЕКЦИЯ - ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ 273
81. УЧАСТИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЦИФРОВОЙ РЕНТЫ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ 274
Бич О.В., студентка гр.578105
82. МОДИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕПОЗИТНОГО ПОРТФЕЛЯ В КРЕДИТНЫЕ ПРОДУКТЫ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА 276
Авдеев Е.А., студент гр. 578102
83. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ КЛИЕНТОВ В

СФЕРЕ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ 279
Гайсенок Д.П., магистрант гр.476701
84. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ШЕЛЛА И ХОАРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ 282
Рябычина А. С., студент гр.577602
85. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЖАДНОГО И ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВМЕСТИМОСТИ ДЛЯ ФИКСИРОВАННЫХ МАРШРУТОВ КАРПУЛИНГА 284
Али Марван А.Ф.А., магистрант гр.476701
86. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕБЕЛЬНОГО МАГАЗИНА С ФУНКЦИЕЙ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СБЫТА . 288
Кривецкая Е. Ю. студент группы 273602
87. ГЕЙМИФИКАЦИЯ В МОБИЛЬНОМ БАНКИНГЕ БЕЛАРУСИ: АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НА ФИНАНСОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ..... 292
Морозова И.Д.,студентка группы 578104
88. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛА С ЭЛЕМЕНТАМИ ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТА И ОЦЕНКИ ЗАГРУЗКИ ПЕРСОНАЛА 294
Панизник А. С., студент группы 272303
89. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В PYTHON И .NET (C#) 296
Примакович Л.В., магистрант гр.476701
UDC 004.424.5.032.24..... 300
RESEARCH OF APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF PARALLEL COMPUTING IN PYTHON AND .NET (C#)
90. РИСКИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ В СОВРЕМЕННЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК: ОБЗОР ФАКТОРОВ И НАПРАВЛЕНИЕ АДАПТАЦИИ..... 301
Примакович Л.В., магистрант гр. 476701
91. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ 303
Примакович Л.В. магистрант гр.476701
92. ВЛИЯНИЕ КАДРОВОГО ДЕФИЦИТА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ПУТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ 307
Павлюкович В. А., Рута А. М. студенты гр.374002
93. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДСТАНЦИЙ: ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СХЕМ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ..... 309
Сотников А.В., студент гр.272303
94. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕКРУТИНГА И АНАЛИЗА РЫНКА ТРУДА..... 313
Гайсенок А.А., магистрант гр.476701
95. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OLAP-СИСТЕМ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ

ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ 317
Герасименя В.В., Герман А.А., студентки группы 377901
96. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПРОФИЛЯ СТУДЕНТА В ШКОЛЕ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ 321
Ермантович М.А., студент группы 272301
97. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА БОЙЕРА–МУРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ 323
Жданович А.Д., студентка гр. 573904
98. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ 325
Насевич Д.Р. студентка группы 573901
99. МНОГОФАКТОРНОЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДЕКСА МАССЫ ТЕЛА КАК ИНДИКАТОРА КАЧЕСТВА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В КОНТЕКСТЕ ЦУР РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 327
Шелепова В.А., студент гр.372301
100. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО МЕЖДУ РАЗВИТЫМИ И РАЗВИВАЮЩИМИСЯ СТРАНАМИ 332
Жук К. Д., Прус Е. А.
101. ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАНКОМ В УСЛОВИЯХ ПОЯВЛЕНИЯ КРИПТОБАНКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 335
Фомин А.В., Ременчик Е.П. студенты группы 377901
102. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА И ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ НА УРОВЕНЬ ОПЛАТЫ ТРУДА РАБОТНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 339
Баранова Д.Ю., студентка гр. 372301, Сильванович Ю.В., ассистент кафедры ЭИ
103. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РЫНОЧНОГО РИСКА ПОРТФЕЛЯ НА ОСНОВЕ ПЕРЕХОДА ОТ VAR К CVAR С УЧЕТОМ РЕГУЛЯТОРНЫХ ТРЕБОВАНИЙ 342
Гапанюк А.В, студент гр.472303, Примакович Л.В., магистрант гр.476701
104. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ НА РЫНКЕ ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ . 346
Дивнель В.И., студент гр. 372301, Сильванович Ю.В., ассистент кафедры ЭИ
105. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СЕТЯХ И СИСТЕМАХ 349
Евтеев В.К., Жевлаков А.С.
106. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ

РЕШЕНИЙ В ТЕНДЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ФУНКЦИЯМИ МАРШРУТИЗАЦИИ ЗАДАЧ И АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОТРУДНИКОВ 352
Карпеченко В. А., студентка группы 272303
107. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАРОБОТНОЙ ПЛАТЫ НА РЫНКЕ ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 354
Квартальный А.С., студент гр. 472301, Сильванович Ю.В., ассистент кафедры ЭИ
108. ИССЛЕДОВАНИЕ БЫСТРОГО АЛГОРИТМА СОРТИРОВКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ..... 356
Король А.В., Житко Р.В., студенты гр.573904
109. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЗАРАБОТНУЮ ПЛАТУ (НА ПРИМЕРЕ РЫНКА ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ) 361
Любина А.А., студент гр. 372301, Сильванович Ю.В., ассистент кафедры ЭИ
110. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНФЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО..... 363
Рогут В.Ю., студент группы 573902
111. ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ НА ДИНАМИКУ КЛЮЧЕВЫХ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ..... 367
Угрюмова Е.А. студентка группы 578105
112. ОБНАРУЖЕНИЕ И ОБЪЯСНЕНИЕ АНОМАЛИЙ В ТРАНЗАКЦИОННЫХ ДАННЫХ: СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ И ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ..... 369
Фомин А.В., Ременчик Е.К., студенты группы 377901
113. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ СОРТИРОВКИ И ПОИСКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ..... 372
Задонцева С.И., студентка группы 573901
114. ТЕНДЕНЦИИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ УСЛУГАМИ..... 374
Козич З.В., студентка группы 272301
115. ERP-ПОДХОД В ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ 376
Лихачёва П.Ю. студентка гр. 578102
116. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ НА РЫНКЕ ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 378
Сильванович Ю.В., магистрант гр. 376741, Мосин Н.А., студент гр. 372301
117. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ АНАЛИЗА ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ, ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ И ОПТИМИЗАЦИИ

ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ 385
Туник Ю.С., студент группы 272301
118. ВЕБ-ПОРТАЛ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ, ВЫСТАВЛЕНИЯ СЧЕТОВ И КЛИЕНТСКОЙ ПОДДЕРЖКИ 387
Шамраенко Д.А., студентка группы 272303
119. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ERP-СИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ SAP) 390
Рымашевская А.В., студент гр.372303, Рымашевская А.В., студент гр.372303
120. ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ 394
Тинкевич Т.Д, студент гр.578104, Лукашевич А.Э магистрант гр. 376741
121. ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЧНОГО АППАРАТА В ФИНАНСОВО-БАНКОВСКИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ 397
Белко-Епифанов Б.И., студент группы 578102
122. ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РЫНОК ТРУДА В СФЕРЕ ИТ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ 399
Будько А.В. студент гр. 578105, Лукашевич А.Э. студент гр. 376741
123. ОБЪЯСНИМЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ФАКТОР ДОВЕРИЯ К СИСТЕМАМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В АПК 402
Клименко И.В., магистрант гр. 476701
124. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ DATA MAINING В АНАЛИЗЕ ДАННЫХ 407
Кульбако А.Е., Рыбак К.А., студентки группы 377901
125. РЕДАКТОР FIGMA В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ: ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ И ДИЗАЙН-СОПРОВОЖДЕНИИ 411
Маскальчук Д.П. студент гр.578102
126. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА АКЦИЙ БЕЛОРУССКИХ КОМПАНИЙ 413
Шилец О.Ю. студентка группы УИР-2
127. ПРИМЕНЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 415
Абибак Д.А. студентка группы 578101
128. МАРКЕТИНГОВАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 416
Бурда Я.А, студентка гр.578101
129. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕДАКТОРОВ «FIGMA» И «КАНВА» ПРИ ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ 418
Евтушенко А.Н. студентка гр. 578102
130. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИТИКИ ДАННЫХ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ

СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В КОРПОРАТИВНОМ СЕКТОРЕ.....420
Игнатёнок П.В. студентка гр. 578101
131. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WEB-РЕСУРСОВ КОМПАНИИ В ОЦЕНКЕ ЕЁ422
РЕПУТАЦИИ.....422
Коляда А.В. студентка гр. 578102
132. Роль электронных торговых площадок в трансформации современной рыночной структуры 424
Боровой Д.А. студент гр.578105
133. МЕТОД ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ IT-ПРЕДПРИЯТИЙ.....426
Курганская П.Д., студент гр.272303
134. ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА В БАНКОВСКИХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ.....430
Поведайко Н.В., студент гр.578102, Лукашевич А. Э., студентка гр.376741
135. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОНТЕКСТЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАКУПКАХ В B2B-СЕГМЕНТЕ.....432
Чаюк Я.С., студент гр.272303
136. ТЕСТ ТЬЮРИНГА: КОНЦЕПЦИЯ, ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ, АНАЛОГИ И КЛЮЧЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....438
Яровская И.А., студент гр.578103, Лукашевич А.Э., студент гр.376741
137. СМАРТ-КОНТРАКТ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО РУБЛЯ 443
Войтов Т.С. студент гр. 578102
138. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЦЕНТРА СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....446
Иванов Е.А., студент гр.272301
139. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫМИ РИСКАМИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОСТАВКАХ..453
Рушлевич И.С., студент гр. 273602
140. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА ТОВАРООБОРОТА И УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ТОРГОВОЙ СЕТИ ОПТОВО-РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ.....458
Семенович Е.И., студент гр.273602
141. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ НА РЫНКЕ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ.....463

Янковская Я.А., студент гр. 272302

142. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ: АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 469
Костюкевич А.Ю., Васильева В.А., студенты гр.377901
143. АЛГОРИТМЫ СОРТИРОВКИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПРЕДЕЛ И РЕАЛЬНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ 473
Асташонок Д. А., Рагозик Е, Е., студенты гр.573903
144. УЧАСТИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЦИФРОВОЙ РЕНТЫ: ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСА КАК ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ ПРИБЫЛИ ОНЛАЙН-РИТЕЙЛА 475
Кулебякина Е.А., студентка группы 578105
145. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ ФОРМАТА ПРЕЗЕНТАЦИИ НА ПОКУПАТЕЛЬСКОЕ НАМЕРЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КНИГ 477
Ладкина М-И. И., магистрант гр.476701
146. ПОВЫШЕНИЕ ВОВЛЕЧЁННОСТИ И УДЕРЖАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ 480
Мосендз А.В., магистрант гр.476701
147. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ КУРСОВ КРИПТОВАЛЮТ В УСЛОВИЯХ АВТОГЕНЕРАЦИИ ДАННЫХ 484
Салаш А. А., студентка группы 578101
148. АРХИТЕКТУРА ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ИНТЕРНЕТ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ 488
Вашкевич В.В. студент гр. 578102
149. ПРИМЕНЕНИЕ AMAZON WEB SERVICES ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛИНГВИСТИКИ 490
Голубев А.А., студент гр.578105
150. РАЗРАБОТКА ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ WINDOWS API 493
Коваленко И. В., студент группы 578105
151. ОСОБЕННОСТИ КРИПТОВАЛЮТНЫХ ОПЕРАЦИЙ В СЕГМЕНТЕ P2P 495
Масальский А. И. – студент гр.578104, Бабков М. М. – ассистент кафедры ЭИ
152. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ В DATA MINING ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ IT-ПРОДУКТОВ 498
Мягков А.А.студент гр. 578105, Шидловский К. Д. студент гр. 372301

153. НЕЙРОСЕТИ В ЭКОНОМИКЕ: ПЛЮСЫ, МИНУСЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ 501
Тищенко А.М., студент гр.578104, Бабков М.М. – ассистент кафедры ЭИ
154. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ БАНКОМ ФИНАНСОВЫХ РЕШЕНИЙ 503
Шкляр В.Ю., Костюкевич Е.В., студенты группы 377901
155. БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ В КОНТУРЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНМИКИ: ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 507
Высоцкий Д.А. студент гр. 578102
156. автоматизация процессов в управлении разработкой программного обеспечения.....509
Гусева Н. Д., студент гр.373902, Лазакович В.О., студент гр.373904
157. ВЛИЯНИЕ КОГНИТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НА ПРИНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....511
Змитрович А. С., Купчик М. С., студенты группы 578104
158. СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ 513
Лобачева Н.С. студентка гр. 578102
159. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕХОДА НА СЕРВЕРНО-УПРАВЛЯЕМУЮ АРХИТЕКТУРУ (SERVER-DRIVEN UI) В МОБИЛЬНОЙ РАЗРАБОТКЕ.....515
Саблина А.И., магистрант гр.476701
160. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ КАНАЛОВ ЛИДОГЕНЕРАЦИИ В ЦИФРОВОМ МАРКЕТИНГЕ 520
Стасевич М. А., студент гр. 578101, Вежновец В. И., студент гр. 578101
161. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПОРТА КАКАО-ПРОДУКТОВ 522
Татарчук В.А., студент гр.372303
162. ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ МЕТРИК ГОНОЧНОГО ЧЕМПИОНАТА.....526
Тищенко А.А., студентка группы 272301
163. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ЗАО «ИНВАСТРОЙ»).....529
Худницкий А.А., студент гр.272303
164. ТЕОРЕМА ПИФАГОРА В ЭКОНОМИКЕ: ИНТЕРАКТИВНАЯ ГОЛОВОЛОМКА КАК МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕСУРСНЫХ ЗАТРАТ

.....534
Чой А. К., Жибрик А. В., студенты группы 573903
165. ГИБРИДНЫЕ МОДЕЛИ НА БАЗЕ LSTM И РАЗЛОЖЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ МНОГОШАГОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНЫХ РЫНКОВ.....538
Яковлев Н.Е., Матюшев Е.Ю., студенты гр. 377901
166. ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР ПОСТАВЩИКОВ С УЧЕТОМ ТРАНЗАКЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК И НАДЕЖНОСТИ ДОСТАВКИ.....541
Харникова Т.И., студентка гр. 578102
167. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА RAG-СИСТЕМ (LLM + ПОИСК) В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ.....543
Костюкевич А.Ю., Васильева В.А., студенты гр.377901
168. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КРИПТОВАЛЮТ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ.....547
Сериков М.А., студент гр.578104, Бабков М.М – ассистент кафедры ЭИ
169. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ.....551
Мишкова Ю.А. студент гр.374003
Телятицкая А.А. студент гр.374003
170. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БИТОВЫХ ОШИБОК В ЦИФРОВЫХ КАНАЛАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....556
Белко-Епифанов Б.И., студент группы 578102
171. АВТОМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕБ-РЕСУРСОВ БЕЛОРУССКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ ЭМБЕДДИНГОВ.....558
Усова В.А, студент гр. 372302
СЕКЦИЯ - «ЭЛЕКТРОННЫЙ МАРКЕТИНГ И ЭКОНОМИКА» 560
172. Гармонизация внедрения ИИ в Республике Беларусь с государствами-членами ЕАЭС.....561
Акулич К.С., Василенко В.И., студенты гр.477603
173. РАЦИОНАЛЬНЫЕ ОЖИДАНИЯ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ ИИ: ТЕОРЕТИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД.....563
Балабенко А.С., Неводниченко М. В.
174. ВЛИЯНИЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ НА СТРУКТУРУ ПОТРЕБЛЕНИЯ И МОНОПОЛИЗАЦИЮ ЦИФРОВЫХ РЫНКОВ.....566
Бруевич К.Н. студент гр.578105
175. ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ.....569
Мухин А. С., студент гр. 477603, Климович И. В., студент гр. 477603
176. ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАКРОСТРУКТУР: ОТ РЫНОЧНОГО САМОРЕГУЛИРОВАНИЯК ЦИФРОВЫМ РЫНКАМ.....573
Григорчик А.Д., студент гр.421701

177. Демографическая безопасность регионов Республики Беларусь . 575
Попова В.А.[1], студент гр.477603
Черкасова Е.И.[2], студент гр.477603
178. РОЛЬ ЦИФРОВЫХ МАРКЕТИНГОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ПРОДВИЖЕНИИ БАНКОВСКИХ ПРОДУКТОВ 580
Куликовская А.С., студентка гр.274001, Кебец О.А., студентка гр.274001
179. КИБЕРРИСКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИНАНСОВУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ И СТОИМОСТЬ КОМПАНИЙ 582
Хорольский Н.В., студент гр. 477603
180. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ГИПЕРПЕРСОНАЛИЗАЦИИ МАРКЕТИНГОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ В *IT*-СФЕРЕ 585
Горбель А. А. Дыдо А. В.
181. экономический потенциал внедрения криптобанков в финансовую систему республики беларусь 587
Марчук К.Г. студент гр.420604, Куновский Д.С. студент гр.420604
182. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ MARTECH-РЕШЕНИЙ В МАРКЕТИНГЕ БАНКОВ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ 589
Куликовская А.С., студентка гр.274001
183. Особенности производства и использования общественных благ в it-сфере 591
Лях Е.С., Снитко Р.Е.
184. МЕТОДОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТОВАРНОГО АССОРТИМЕНТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ 592
Мацуганова М.Д.

185. ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА КУЛЬТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА 594
Муравейко Е. С., Палто К.В., студенты группы 477602
186. ФИНАНСОВЫЕ РИСКИ МАЛОГО БИЗНЕСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ МИНИМИЗАЦИИ 596
Ровкач А. М., Гаврукович А. В.
187. Проблема снижения доверия к рекламе в социальных сетях и пути ее повышения 599
Покатович Ю.А.
188. КИБЕРРИСКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИНАНСОВУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ И СТОИМОСТЬ КОМПАНИЙ 601
Хорольский Н.В.
189. Применение чисел фибоначчи в маркетинге 603
Резникова Д.М., студент гр. 477601
190. Алгоритмический подход к нейтрализации нейробиологических триггеров отказа в системах карпулинга 605

Али Марван А.Ф.А., магистрант гр.476701
191. ВЛИЯНИЕ КОГНИТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НА ПРИНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....607
Змитрович А. С. студент гр.578104, Купчик М. С. студент гр.578104
192. Разработка модели выбора местоположения репетиторского центра на основе метода Саати 609
Павлюкович В. А., Рута А. М. студенты гр.374002
193. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ КАНАЛОВ ЛИДОГЕНЕРАЦИИ В ЦИФРОВОМ МАРКЕТИНГЕ 613
Стасевич М. А., студент гр. 578101, Вежновец В. И., студент гр. 578101

194. ОСОБЕННОСТИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ МАРКЕТПЛЕЙСОВ.....614
Павлюкович В.А., Драб А.А. студенты гр.374002
195. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МАРКЕТИНГА В АПК: ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ И МАРКЕТИНГОВЫХ СТРАТЕГИЙ.....618
Кабак Н.О., Сачивко Н.С., магистранты гр. 476741
196. ГЕНЕЗИС И РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО, ФИНАНСОВОГО И ЦИФРОВОГО КАПИТАЛОВ.....626
Сороко П.Ю, Тригубович А.Д., студенты гр.472303
197. ЦИФРОВОЙ СУВЕРЕНИТЕТ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ НА МИРОВОМ РЫНКЕ 628
Иосько М.А., Савин Т.А.
198. ЦИФРОВОЙ СУВЕРЕНИТЕТ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 631
Майсеёнок С.П., Малаховская В.Д.
199. ГЕНДЕРНЫЙ ПОДХОД И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕОРИИ КЛАУДИИ ГОЛДИНГ(ЛАУРЕАТ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ).....632
Новик Д.О, Пущик Е. А.
200. ТЕНДЕНЦИИ ЦИФРОВИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ 633
Каменков В.А, студент гр. 473904
201. АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ SEO-УСЛУГ ДЛЯ АГЕНТСТВ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА.....637
Песина Н.П., студент гр.274003
202. PHYGITAL-МАРКЕТИНГ И ЕГО РОЛЬ В ПОСТРОЕНИИ ЭКОСИСТЕМЫ БРЕНДА.....642
Савченко В.С.
203. Структурный дисбаланс рынка труда республики беларусь и направления его преодоления 646
Попова Б.И., Филимонова С.С., студенты гр.477602

204. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И УГРОЗЫ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ЭКСПАНСИИ ПЛАТФОРМЕННО-ИНТЕГРИРОВАННЫЙ БАНКОВ МАРКЕТПЛЕЙСОВ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 652
Глебов А. Е.; Давидюк М. В.
205. Визуальный брендинг как инструмент повышения конкурентоспособности национальных компаний 659
Кожух М.В., Егорова А.А студентки гр.477601

206. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОНОПОЛИЙ И АНТИМОНОПОЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ 663
Селятыцкий С.С., студент гр.473903
207. ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 666
Кудласевич Ксения Сергеевна
208. Потребности, интересы и мотивы экономических субъектов Республики Беларусь 668
Вегера Ю.С., Тамашевский Р.В.
209. ЦИКЛИЧНОСТЬ КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ СВОЙСТВО ПОЛИТЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ И СРЕДСТВО ПОСТРОЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 670
Мещерук П.К., Жарская А.Д.
210. ЦИФРОВОЙ РУБЛЬ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 672
Дыдо А.В., Кириленко О.В.
211. ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ БОРЬБЫ С ДЕПОПУЛЯЦИЕЙ НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 673
Кзикян М.А., Мисюля Д. А., студенты гр. 477602
212. БИПОЛЯРНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ЛОВУШКИ СРЕДНЕГО КЛАССА 675
Пателина У. А., Авдеенко А. Д.
213. ДЕПРЕССИВНЫЕ РЕГИОНЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ 677
Попова В.А., Черкасова Е.И
214. Система интеллектуального подбора контента в социальных сетях на основе интересов пользователя 679
Левчук Э.Е.
215. Интеграция инструментов MarTech в бизнес-процессы компании как фактор повышения эффективности интернет-маркетинга 680
Сончик Д.А.

216. ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МЕЖДУНАРОДНУЮ ТОРГОВЛЮ.....681
Ломейко А.И., Швец А.О.
217. технологические уклады и тенденции развития экономики.....683
Матусевич В. К.
218. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАРКЕТПЛЕЙСОВ.....685
Королёва А.А.
219. ЦИФРОВАЯ ЭВОЛЮЦИЯ БАНКОВСКОГО МАРКЕТИНГА.....687
Кебец О.А., студентка гр.274001
220. Сущность и значение стимулирования сбыта в маркетинговой деятельности предприятия.....689
Курганская Е.Д.....689
СЕКЦИЯ - СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ ЭКОНОМИКИ» (НА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКАХ) 691
221. The Digital Detox Paradox: How Tech Companies CapitaliSe on the Fear of Technology 692
Veremyva E. O., student of the gr. 578105
222. The impact of social commerce (sales through streams) on impulsive purchasing behavior.....695
Morozova I.D., Yurchenko V.E., students of the gr. 578104
223. The Environmental Cost of Artificial Intelligence and Large-Scale Computing.....698
Danchenko O.A., student of the gr. 521901, Omelyanchuk A.V., student of the gr. 521701
224. TECHNOLOGICAL DIMENSIONS OF CODE-SWITCHING: IT TOOLS FOR MULTILINGUAL BRAND COMMUNICATION IN BELARUS.....701
Orlenko P. A., student of the gr. 577601
225. Models and Tools for Automation of Quality Control in Educational Assignment Assessment 704
Pakutnik D.V., Master’s degree student, gr. 526441
226. UGC VS. TRADITIONAL ADS: INFLUENCE ON CUSTOMER ENGAGEMENT.....707
Zubritskaya A. A., student of the gr. 573901, Tabakerova D. D., student of the gr. 577602
227. SQUARE METERS AS THE MAIN LIQUID ASSET OF THE NEW ERA 712
Aksenevich A. V., Shylo A. A.
228. Beyond Code-Centric Development: Model-Driven Engineering as a Paradigm for Scalable Mobile Applications.....714
Anufrieva E.V.
229. CYBER RESILIENCE IN CRITICAL INFORMATION

INFRASTRUCTURE 716
Artsiomchyk V.S.
230. 3D PRINTING IN MEDICINE: CURRENT STATE AND FUTURE POTENTIAL 717
Baikou A.S.
231. THE ECONOMICS OF CYBERSECURITY: BALANCING INVESTMENT AND SYSTEMIC RISK 719
Budko A. V.
232. GO (GOLANG) AS A TOOL FOR INDUSTRIAL DEVELOPMENT AND ITS GROWTH AREAS 721
Bulaty V.E.
233. COMPARATIVE ANALYSIS OF SAFETY-PERFORMANCE TRADE-OFFS IN RUST AND C++ FOR EMBEDDED SYSTEMS 722
Kuzmitski M.S., Virbal A.E.
234. COMPUTATIONAL CREATIVITY VS HUMAN INTUITION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF GENERATIVE MECHANISMS 724
Voitov M. P.
235. THE PROBLEM OF MODEL COLLAPSE: WHY RECURSIVE TRAINING MIGHT LEAD TO THE DECLINE OF LARGE LANGUAGE MODELS 725
Herasimovich I. I.
236. The Role of CBDCs in the Modern Digital Economy: Cost Reduction in Financial Systems and a Comparative Perspective on Cryptocurrencies ... 727
Hirzhon M.A.
237. ADAPTIVE RESOURCE ALLOCATION IN SELF-REFLECTIVE LEARNING AGENTS 728
Gladkaya N.N.
238. THE HIGH COST OF AUTOMATION: ASSESSING THE NEGATIVE EXTERNALITIES OF AI INTEGRATION 731
Hramyka A.D.
239. Generative ai and intellectual property: prevention of copyright infringement 732
Darchyk A.P.
240. MICROSERVICE ARCHITECTURE IN USER APPLICATIONS 733
Evteev V.K.
241. THE IMPACT OF CONTEXT-AWARE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON MODERN SOFTWARE DEVELOPMENT LIFECYCLES..... 734
Egorov A.S.
242. THE HUMAN FACTOR IN HUMAN – AI INTERACTION: HYPER – RELIANCE AS A SYSTEMIC COGNITIVE AND ORGANIZATIONAL RISK 736
Senkevich P.V., Ermakova A.D.
243. “RAMMAGEDDON” IN THE AI ERA: HOW THE AI DATA CENTER BOOM REPRICED MEMORY AND TRIGGERED COMPONENT SCARCITY

.....738
Ermachenok S. A.
244. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE SPHERE OF VIDEO PRODUCTION 740
Zhevlakov A.S.
245. THE TRANSFORMATIVE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON GLOBAL MARKETS AND ECONOMIC STRUCTURES.....742
Zhuravlevich K. D., Golubev A. A.
246. THE PSYCHOLOGY OF PLAYER INTERACTION IN DIGITAL ENTERTAINMENT.....743
Zolotenkov V. V., Bochilo M. D., Pukalo D. A.
247. THE ROLE OF AFFILIATE MARKETING IN MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES AND E-COMMERCE *Ivanov I.D.*.....745
248. ARTIFICIAL INTELLIGENCE: PROS AND CONS.....746
Kalesnik I.D.
249. CENTRAL BANK DIGITAL CURRENCIES AND CRYPTOCURRENCIES: TWO VISIONS FOR THE FUTURE OF FINANCE 747
Kondratova U. O.
250. WHY DOES A PROGRAMMER NEED ENGLISH? 748
Konoplyanko M.S.
251. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON LEARNING AND DIGITAL TECHNOLOGIES TODAY: TRENDS AND PROSPECTS 749
Korovin D.V., Yarcev A.A
252. E-REPUTATION IN THE DIGITAL ERA: THEORETICAL FOUNDATIONS, ECONOMIC IMPACT AND STRATEGIC MANAGEMENT BASED ON AI 750
Korol A.V.
253. Artificial Intelligence and Machine Learning in Economics.....752
Krauchynskaya D. N.
254. HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE IMPACTS THE ENVIRONMENT 753
Kravchuk A.I.
255. RESEARCH ON THE USE OF WI-FI VS. THE MOBILE INTERNET .756
Krasouskaya K. P., Orlova A. D.
256. Discrete-Event Simulation: Foundations, Process-Oriented Modeling, and Applications.....757
Krat S. I., Levchenko K. M.
257. GAMING AS A MEDIUM OF STUDYING 759
Krynka O.V.
258. PRICING ALGORITHMS IN ONLINE TRADING 761
Kudritsky K. A., Kudritsky I. A.
259. TRUST AND MORAL ATTITUDES IN HUMAN–AI INTERACTION....762
Kuzmina A.A.
260. ADAPTING TO THE ACCELERATING WORLD: AI, INFORMATION

OVERLOAD, AND E-COMMERCE 765
Kulesh E.A., Smiekhovich P.V.
261. GAMIFICATION IN BUSINESS DRIVING ENGAGEMENT THROUGH PLAY 766
Laziuk D. T., Pashkevich M. V.
262. HISTORY OF PROGRAMMING LANGUAGES 767
Lebed S. P., Lazovsky T. S.
263. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE AUTOMOTIVE SECTOR: FROM AUTONOMOUS DRIVING SYSTEMS TO SMART MANUFACTURING EFFICIENCY 768
Lukashevich A.D.
264. HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND GAMIFICATION ARE RESHAPING STUDENT LEARNING IN THE DIGITAL AGE 769
Lukhverchyk K.S., Kurilo I.V.
265. The Persuaded Mind: How Advertising Algorithms Reconfigure Our Thought Patterns 770
Medvedeva K.V.
266. CHAIN-OF-THOUGHT REASONING IN LANGUAGE MODELS 771
Nemykin N.B.
267. SOFTWARE REVERSE ENGINEERING AS A POWERFUL TOOL FOR CODE ANALYSIS 772
Nikitin K.K.
268. PROMPT ENGINEERING: THE ART OF EFFECTIVE AI INTERACTION 774
Alekhnik S.D.
269. AUTOMATED ESSAY SCORING SYSTEMS IN HIGHER EDUCATION 775
Pakutnik D.V.
270. The problem of the “filter bubble” in recommendation systems and its economic consequences 776
Papineuski S.V.
271. THE PROBLEM OF LINK ROT IN DIGITAL INFORMATION 777
Pishchyk S.I.
272. Debt Tokens as a digital tool for retail investment 778
Ptachyk V. A.
273. AI-GENERATED PICTURES IN DIGITAL MARKETING AND CONSUMER PERCEPTION 780
Ramaniuk Y.I.
274. EMOJIS AS A MEANS OF EXPRESSING SOLIDARITY ONLINE 783
Riabykh V. A. PhD Student of the Department of Speech Studies and Communication Theory at Belarusian State University of Foreign Languages
275. THE DARK SIDE OF CLOUD TECHNOLOGY 786
Sankevich S.A.
276. The impact of optimization process on gameplay in modern computer

games 787
Skazov A.D.
277. THE EFFECTIVENESS OF LOW-CODE PLATFORMS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION 788
Tribushevskaya K.P., Gayko A.A.
278. Water as a Geopolitical Lever: How Data Center Water Consumption Could Become a Source of Conflict in Water-Stressed Regions..... 789
Ugruymova E. A., Bukhanova M. S.
279. CRYPTOCURRENCY AS A NEW FORM OF MONEY..... 791
Kharibin.M.G
300. OPTIMIZATION OF WAREHOUSE LOGISTICS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE 793
Chaika A.E.
301. The ethical dilemmas of aRTIFICIAL INTELLIGENCE 794
Sharubov K.A.
302. BRINGING ADVANCED AI TO MICROCONTROLLERS 795
Shved I.A.
303. GAMIFICATION PLATFORMS FOR VOCABULARY ACQUISITION: 796
A COMPARATIVE STUDY..... 796
V. K. Shyhaliou
304. THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING..... 799
Shichko A. A.
305. THE FUTURE OF IOS APPLICATION DEVELOPMENT: TRENDS AND BEST PRACTICES 801
Yurhilevich V. V.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЙ БИЗНЕС И ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИИ»

УДК 339.138

1. СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ В ПРОДВИЖЕНИИ МОДНЫХ БРЕНДОВ: МИРОВОЙ ОПЫТ И ОРИЕНТИРЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ БЕЛАРУСИ

Рыжков М.П., студент гр.573903

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н.– д-р экон. наук, профессор

Аннотация. В работе рассматривается, как социальные сети влияют на привлечение клиентов для бизнеса. Целью работы является проверка эффективности использования социальных сетей опираясь на данные реальных компаний. Сравниваются показатели в TikTok Youtube Instagram и анализируются, как от активности в них зависит рост аудитории.

Ключевые слова: социальные сети, клиенты, SMM, вовлеченность аудитории, продвижение бизнеса, digital-маркетинг.

Актуальность исследования. Индустрия моды сохраняет значительное место в мировой экономике как по емкости рынка, так и по занятости. По оценке Grand View Research, мировой рынок одежды в 2025 г. составил 1,84 трлн долл. США и при сохранении текущей динамики может достичь 2,54 трлн долл. США к 2033 г. Международная организация труда, в свою очередь, подчеркивает, что текстильная и швейная отрасли обеспечивают занятость более чем 90 млн человек в мире, причем преобладающую долю работников составляют женщины [1; 2]. Эти данные позволяют рассматривать индустрию моды не как периферийный потребительский сегмент, а как крупный производственно-торговый комплекс, связанный с занятостью, экспортом, логистикой, потреблением и цифровой коммерцией.

Для Республики Беларусь данная проблематика также обладает высокой экономической значимостью. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, в 2024 г. в стране функционировало более 2 000 коммерческих организаций легкой промышленности, а среднегодовая списочная численность работников отрасли составила 85 тыс. человек [3]. Одновременно розничный товарооборот в 2024 г. достиг 90,1 млрд руб., что составило 111,8 % в сопоставимых ценах к уровню 2023 г. [4]. Дополнительное значение приобретает и цифровой компонент: по данным Белстата, цифровая торговля формировала 0,5 % валовой добавленной стоимости экономики Беларуси в 2024 г. [5]. Следовательно, продвижение продукции индустрии моды в белорусских условиях уже не может рассматриваться исключительно как задача производства и традиционной торговли; оно все в большей степени связано с эффективностью цифровых коммуникаций и присутствием бренда в социальных сетях.

Социальные сети в современной индустрии моды выполняют уже не только коммуникативную, но и торговую функцию. Официальные материалы Meta фиксируют наличие товарных меток и витрин в Instagram и Facebook, что позволяет связывать визуальное представление товара с переходом к покупке [8; 15]. Официальные материалы YouTube указывают на возможность маркировки товаров в видеороликах и коротких видео, а официальные аналитические материалы TikTok подчеркивают, что взаимодействие брендов с аудиторией строится вокруг сообщества, аутентичности и культурной динамики платформы [9; 10]. Таким образом, социальные сети в индустрии моды выступают не внешним каналом сопровождения продаж, а составной частью производственно-сбытовой и имиджевой деятельности бренда.

Мировой контур цифровых площадок, значимых для индустрии моды, не исчерпывается универсальными массовыми сетями. Наряду с Instagram, TikTok, YouTube, Facebook и Pinterest функционируют узкоспециализированные модные платформы. Так, WEAR позиционируется как lookbook-приложение с более чем 16 млн загрузок и 11 млн публикаций образов; Combyne описывает себя как сообщество для создания образов и обмена ими среди более чем 25 млн пользователей; Whering развивается как социальное приложение цифрового гардероба; Depop объединяет функции модного сообщества и вторичного рынка одежды [11–14; 18]. Следовательно, в научном анализе необходимо различать массовые визуальные сети, видеоплатформы, мессенджерно-сообщественные площадки, а также нишевые модные сервисы.

В белорусской цифровой среде социальные сети обладают высокой степенью проникновения. По данным DataReportal, к концу 2025 г. в Беларуси насчитывалось 8,47 млн пользователей интернета и 7,64 млн пользовательских идентичностей в социальных сетях, что соответствовало 94,3 % и 85,0 % населения соответственно [6]. В том же источнике отмечается, что TikTok имел в Беларуси 7,64 млн пользователей 18+, Instagram - 3,90 млн, Facebook - 685 тыс.; рекламный охват TikTok достигал 90,2 % интернет-аудитории, Instagram - 46,1 %, Facebook - 8,1 % [6]. Дополнительно следует учитывать, что YouTube в феврале 2026 г. занимал второе место по посещаемости среди сайтов в Беларуси [7]. В совокупности это означает, что белорусский рынок располагает не просто формальным доступом к социальным сетям, а действительно насыщенной цифровой средой, пригодной для многоканального продвижения модной продукции.

При этом в представленном исходном сопоставлении режимов доступности социальных сетей по России и Беларуси выявляется важное институциональное различие: в Беларуси доступны Instagram,

Facebook, TikTok, YouTube, Telegram и ВКонтакте, тогда как в российском контуре часть глобальных платформ недоступна либо функционирует ограниченно. Для белорусского производителя это означает наличие конкурентного преимущества в виде возможности выстраивать одновременно глобально ориентированную и регионально адаптированную цифровую стратегию.

В целях обоснования набора платформ для анализа целесообразно представить их в систематизированном виде.

Таблица 1 – Основные группы цифровых платформ индустрии моды и обоснование их включения в исследование

Группа платформ	Основные площадки	Функция в индустрии моды	Положение в белорусской среде	Решение для анализа
Массовые визуальные сети	Instagram, Facebook	Визуальная идентичность бренда, товарные метки, витрина, рекламное таргетирование	Доступны; Instagram обладает значимым охватом, Facebook сохраняет вспомогательное значение	Instagram включается в ядро количественного анализа; Facebook используется как вспомогательная платформа
Сети короткого видео	TikTok	Вирусное распространение, быстрое формирование интереса к товарам	Доступен; обладает максимальным охватом среди социальных платформ	Включается в ядро количественного анализа
Видеоплатформы	YouTube	Длинное видео, показы коллекций, обзоры, демонстрация продукта	Практически значим; входит в число наиболее посещаемых площадок в Беларуси	Включается в ядро количественного анализа
Мессенджерно-сообщественные платформы	Telegram	Удержание аудитории, каналы, автоматические ответы, прямая коммуникация, мини-приложения	Доступен и практически важен для белорусской среды	Включается в прикладные рекомендации, но не в основное количественное сравнение по причине отсутствия сопоставимых исходных метрик
Региональные русскоязычные сети	ВКонтакте	Сообщества, реклама, дистрибуция в русскоязычном сегменте	Доступна; значима для регионального продвижения	Включается в прикладные рекомендации и в экспортноориентированный анализ по русскоязычному пространству
Визуально-поисковые сети	Pinterest	Поиск стилевых решений, ранняя стадия выбора образа, сохранение идей	Технически доступна, но отсутствует в исходном массиве сопоставимых брендовых данных	Рассматривается как дополнительная площадка качественного обзора
Нишевые модные сервисы	WEAR, Combyne, Whering, Depop	Lookbook, цифровой гардероб, модное сообщество, социальная коммерция	Технически доступны, но не являются массовым каналом продвижения в Беларуси	Не включаются в основную эмпирику; используются для типологического обзора мирового контура

Источник: составлено автором на основе [6–18] и исходных данных исследования.

Как видно из табл. 1, для количественного анализа продвижения брендов в белорусском и международном контексте наиболее обоснованным является выбор Instagram, TikTok и YouTube как базовых платформ. Telegram, ВКонтакте и Facebook имеют высокую прикладную значимость, однако выполняют в большей степени функции удержания аудитории, региональной дистрибуции и вспомогательной коммуникации. Нишевые модные сервисы важны для общей характеристики мирового цифрового пространства моды, но не образуют массовой основы для сопоставимого анализа результативности белорусских производителей.

Эмпирическую основу исследования составили предоставленные данные по показателям присутствия трех компаний индустрии моды - Gucci, Shein и Fashion Nova - в TikTok, YouTube и Instagram.

Данные включают абсолютные показатели масштаба присутствия, а также относительные показатели вовлеченности и просмотровой отдачи. Для целей академической интерпретации исходный массив целесообразно представить в компактной сводной форме.

Таблица 2 – Сравнительная результативность брендов Gucci, Shein и Fashion Nova в социальных сетях

Платформа	Лидер по масштабу присутствия	Показатели, на основании которых сделан вывод	Лидер по качеству взаимодействия	Показатели, на основании которых сделан вывод	Краткая интерпретация
TikTok	Shein	11 030 139 подписчиков; 951 публикация; 14 496 076 лайков; 398 601 репост; 109 693 комментария; 2 345 472 660 просмотров	Gucci	41 557 лайков в среднем; 782 репоста в среднем; 394 комментария в среднем; 6 686 802 просмотра в среднем; ERpost 0,7016 %; ERday 0,3841 %; VRpost 109,7838 %; VRday 60,1051 %; ERview 2,6652 %; TR 0,0065 %	Shein реализует охватную модель продвижения за счет максимального масштаба аудитории и совокупного объема реакций, тогда как Gucci демонстрирует наибольшую отдачу на единицу контента и наиболее сильную вовлеченность аудитории
YouTube	Fashion Nova	133 988 992 просмотра; 952 240 лайков; 5 465 комментариев; 416 114 просмотров в среднем; VRpost 151,3145 %; VRday 145,8781 %; ERpost 1,0815 %; ERday 1,0427 %	Gucci *(по глубине реакции просмотревшей аудитории)*	ERview 4,396 %; 61 комментарий в среднем; 2 452 лайка в среднем. Для сопоставления: у Fashion Nova ERview составляет 1,2796 %, у Shein — 2,0402 %	Fashion Nova является наиболее сильным брендом по просмотровому охвату и отдаче видеоконтента, тогда как Gucci обеспечивает более высокое качество реакции со стороны уже просмотревшей аудитории
Instagram	Shein	18 192 295 лайков; 636 520 комментариев; 1 279 393 349 просмотров. Дополнительно: 39 693 539 подписчиков; 1 863 публикации. При этом Gucci имеет больше подписчиков — 51 497 383, а Fashion Nova больше публикаций — 6 675	Gucci	35 234 лайка в среднем; 417 комментариев в среднем; 1 116 001 просмотр в среднем; ERpost 0,0692 %; ERview 0,7164 %; LR 0,0684 %. Для сопоставления: у Shein ERpost 0,0255 %, у Fashion Nova — 0,0114 %	Shein обеспечивает максимальный совокупный объем реакций и просмотров, однако Gucci демонстрирует наиболее сильное качество отдельной публикации и наилучшую вовлеченность аудитории
Общая модель бренда	Shein	TikTok: 11 030 139 подписчиков и 2 345 472 660 просмотров; Instagram: 18 192 295 лайков, 636 520 комментариев и 1 279 393 349 просмотров	Gucci - модель сильного единичного сообщения; Fashion Nova - модель платформенной специализации	Gucci: TikTok — ERpost 0,7016 % и 6 686 802 просмотра в среднем; Instagram — ERpost 0,0692 % и 1 116 001 просмотр в среднем; YouTube — ERview 4,396 %. Fashion Nova: YouTube — 133 988 992 просмотра, 416 114 просмотров в среднем, ERpost 1,0815 %, VRpost 151,3145 %	Shein эффективнее всего в логике массового охвата, Gucci - в логике высокой результативности каждой публикации, Fashion Nova - в логике платформенно дифференцированной видеостратегии

Источник: составлено автором по первичным данным социальных сетей

Как показывает табл. 2, в цифровом продвижении модных брендов необходимо различать масштаб присутствия и качество взаимодействия с аудиторией. Shein доминирует прежде всего по совокупному объему охвата и реакций, Gucci - по относительным показателям эффективности единичной публикации, а Fashion Nova демонстрирует наиболее выраженную платформенную специализацию в видеоориентированной среде YouTube. Это подтверждает, что для производителей Республики Беларусь более рационален не механический перенос одной модели, а комбинирование различных подходов в зависимости от целей продвижения и логики конкретной социальной сети

Краткое описание табл. 2 позволяет выделить три различные модели цифрового продвижения. Первая модель, характерная для Shein, основана на экстенсивном расширении присутствия: бренд выигрывает за счет масштаба аудитории, высокой частоты публикаций и накопления совокупного охвата. Вторая модель, представленная Gucci, строится на более высокой ценности каждой отдельной публикации: бренд систематически показывает лучшие относительные показатели вовлеченности и более сильный отклик аудитории на единицу сообщения. Третья модель, характерная для Fashion Nova, носит

платформенно дифференцированный характер: бренд не является безусловным лидером во всех сетях, но достигает особенно сильного результата в видеоориентированной среде YouTube.

Анализ TikTok показывает, что Shein использует эту сеть прежде всего как механизм максимального расширения охвата. Gucci, напротив, получает существенно более высокие средние показатели реакции на одну публикацию. Следовательно, TikTok допускает по меньшей мере две различные стратегии: либо стратегия серийного потока публикаций и масштабирования видимости, либо стратегия сильного единичного визуального сообщения. Для белорусских производителей первый подход может быть полезен как ориентир по логике охвата, второй - как ориентир по логике качества и брендинга.

В YouTube наблюдается иная конфигурация. Fashion Nova показывает наибольшую просмотровую результативность, что позволяет считать видеоплатформу наиболее сильным элементом ее цифровой модели. Для белорусских производителей это означает, что YouTube целесообразно использовать не как площадку вторичного дублирования коротких роликов, а как самостоятельный канал демонстрации коллекций, стилистических решений, сезонных подборок, особенностей материала и процесса изготовления продукции. Одновременно пример Gucci показывает, что важен не только объем просмотров, но и качество отклика аудитории на просмотренный материал.

В Instagram вновь проявляется различие между масштабом и качеством. Shein удерживает лидерство по абсолютным показателям, а Gucci - по средним показателям реакции и вовлеченности. Следовательно, именно Instagram следует рассматривать как центральную площадку визуального позиционирования бренда, в которой ключевое значение имеет не только частота публикаций, но и целостность образа марки, стилистическая узнаваемость и визуальная плотность каждой публикации.

На основании проведенного анализа можно сформулировать рекомендации для производителей Республики Беларусь по двум направлениям: для продвижения за пределами Беларуси и для формирования стратегии и тактики продвижения внутри страны и на внешних рынках.

Прежде всего, при выходе за пределы Беларуси производителю необходимо анализировать не абстрактный «мировой рынок социальных сетей», а конкретные национальные медиасреды. Первым этапом должен становиться аудит доступности платформ, их фактического охвата, торговых функций и доминирующей логики потребления визуальных материалов в стране-целевом рынке. Для рынков с высокой ролью Instagram и TikTok приоритетной становится связка визуального позиционирования и короткого видео; для рынков, где выше значение YouTube, Telegram или региональных сетей, портфель каналов должен быть изменен. В российском контуре, например, вследствие ограниченного статуса части глобальных платформ возрастает значение Telegram, ВКонтакте и YouTube, тогда как в белорусском контуре возможно более полное использование глобального набора сетей.

Во-вторых, для продвижения за пределами Беларуси белорусским производителям недостаточно анализировать только собственные показатели. Необходимо проводить регулярный сравнительный анализ как мировых лидеров, так и локальных конкурентов на целевых рынках. Мировые лидеры позволяют выявить долгосрочные закономерности: какие платформы обеспечивают узнаваемость, какие поддерживают доверие, какие содействуют продаже. Локальные компании, напротив, позволяют понять, как эти закономерности адаптируются к конкретной языковой, культурной, ценовой и медиасредовой ситуации. Тем самым формируется не копирование чужой модели, а аналитически обоснованная система заимствования и адаптации.

В-третьих, внутри Беларуси белорусским производителям целесообразно строить систему продвижения по принципу функционального распределения платформ. Instagram должен выступать ядром визуального позиционирования бренда; TikTok - инструментом расширения охвата и привлечения новой аудитории; YouTube - пространством более глубокого представления коллекций и продукта; Telegram - каналом удержания аудитории, уведомлений, повторной коммуникации и сервисного взаимодействия; ВКонтакте - дополнительным русскоязычным каналом присутствия и регионального расширения. Facebook в современных белорусских условиях может использоваться как вспомогательная площадка для отдельных сегментов аудитории и международных коммуникаций, но не как центральный канал продвижения.

В-четвертых, при построении стратегии и тактики продвижения белорусским производителям необходимо разделять абсолютные и относительные показатели результативности. Простое увеличение числа подписчиков или суммарных просмотров не тождественно усилению рыночной позиции бренда. Более значимыми индикаторами выступают средние просмотры на публикацию, средние реакции, вовлеченность на единицу публикации, вовлеченность по отношению к просмотрам, а также связь цифровых метрик с коммерческими результатами: переходами, запросами, заказами и повторными покупками. Именно такая система оценки позволяет отличить эффект масштаба от реальной коммуникационной эффективности.

В-пятых, для внешнего продвижения белорусским производителям особенно важно использовать анализ других компаний не только на стратегическом, но и на тактическом уровне. На стратегическом уровне следует изучать набор платформ, частоту публикаций, баланс между имиджевыми и продающими материалами, использование товарных меток, магазинов и видеомеханик. На тактическом уровне необходимо сопоставлять типы публикаций, длительность роликов, композицию кадров, частоту демонстрации продукта, стилистику образов, реакцию аудитории на различные рубрики и сезонные циклы

спроса. Такой подход обеспечивает переход от интуитивного ведения социальных сетей к системной аналитической работе.

Таким образом, индустрия моды является значимым сектором мировой и белорусской экономики, а социальные сети выступают одним из ключевых механизмов продвижения продукции, формирования лояльности и трансформации визуального интереса в покупательское действие. Проведенный анализ показывает, что белорусским производителям нецелесообразно копировать одну-единственную модель глобального лидера. Более рациональным является селективное сочетание различных подходов: от Shein - логики охватного масштаба, от Gucci - силы единичного визуального сообщения, от Fashion Nova - платформенно специализированной работы с видеосредой. В результате формируется аналитически обоснованная система цифрового продвижения, пригодная как для внутреннего рынка Беларуси, так и для внешнего расширения бренда.

Список использованных источников

1. Apparel Market Size, Share & Growth | Industry Report, 2033 [Электронный ресурс] // Grand View Research. Дата обращения: 21.03.2026.

2, Decent Work Challenges and Opportunities in the Textiles and Clothing Sector [Электронный ресурс] // International Labour Organization. 2025. Дата обращения: 21.03.2026.

3. День работников легкой промышленности. Статистический обзор, 2025 [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Дата обращения: 21.03.2026.

4. Пресс-релиз «О развитии внутренней торговли и общественного питания в 2024 году» [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Дата обращения: 21.03.2026.

5. О цифровой экономике Республики Беларусь. Инфографика за 2024 год [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Дата обращения: 21.03.2026.

6. Digital 2026: Belarus [Электронный ресурс] // DataReportal. 2025. Дата обращения: 21.03.2026.

7. Top Websites in Belarus [Электронный ресурс] // Semrush. 2026. Дата обращения: 21.03.2026.

8. About Shopping Tags on Instagram [Электронный ресурс] // Instagram Help Center. Дата обращения: 21.03.2026.

9. Tag products in your content [Электронный ресурс] // YouTube Help. Дата обращения: 21.03.2026.

10. TikTok What's Next 2025 Trend Report [Электронный ресурс] // TikTok for Business. 2025. Дата обращения: 21.03.2026.

11. WEAR – Fashion Lookbook [Электронный ресурс] // App Store. Дата обращения: 21.03.2026.

12. Combyne [Электронный ресурс] // Official website. Дата обращения: 21.03.2026.

13. Whering | The Social Wardrobe & Styling App [Электронный ресурс] // Official website. Дата обращения: 21.03.2026.

14. About Depop [Электронный ресурс] // Depop Newsroom. Дата обращения: 21.03.2026.

15. Set up a shop on Facebook and Instagram [Электронный ресурс] // Meta for Business. Дата обращения: 21.03.2026.

16. Introducing Telegram Business [Электронный ресурс] // Telegram Blog. 2024. Дата обращения: 21.03.2026.

17. VK Advertising [Электронный ресурс] // TAdviser. Дата обращения: 21.03.2026.

18. Pinterest [Электронный ресурс] // App Store. Дата обращения: 21.03.2026.

19. Беляцкая, Т. Н. Маркетинг: методика составления плана : учеб.-метод. пособие для специальности 1-28 01 01 «Экономика электронного бизнеса» / Т. Н. Беляцкая, О. М. Маклакова ; - Минск : БГУИР, 2016. - 118 с. : ил.

20. Беляцкая, Т. Н. Предпринимательская деятельность и управление проектами в ИТ-сфере : учеб. пособие для учащихся учреждений образования, реализующих образовательные программы среднего специального образования по специальностям направления образования «Информационные и коммуникационные технологии» / Т. Н. Беляцкая. - Минск : РИПО, 2023. - 245 с. : ил., табл., схемы. - (Профессиональное образование).

21. Беляцкая, Т. Н. Маркетинг: анализ данных : учеб.-метод. пособие по специальности 1-28 01 01 «Экономика электронного бизнеса» / Т. Н. Беляцкая, О. М. Маклакова ; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Инженерно-экономический факультет, Кафедра менеджмента. - Минск : БГУИР, 2018. - 127 с. : ил., табл.

UDC 339.138

SOCIAL MEDIA IN THE PROMOTION OF FASHION BRANDS: GLOBAL EXPERIENCE AND GUIDELINES FOR MANUFACTURERS IN BELARUS

Ryzhkov M.P., student of group 573903

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Belyatskaya T.N., Doctor of Economics, Professor

Annotation. This paper examines how social media influence customer acquisition for businesses. The aim of the study is to assess the effectiveness of using social media based on data from real companies. Indicators in TikTok, YouTube, and Instagram are compared, and the relationship between activity on these platforms and audience growth is analyzed.

Keywords. social media, customers, SMM, audience engagement, business promotion, digital marketing.

УДК 51-7:[336.763.2+330.131.7]

2. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЫНОЧНОГО РИСКА АКЦИЙ

Сытая Д.Д., студент гр.373902

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шинкевич Е.А. – канд. физ.-мат. наук

Аннотация. В статье проанализированы математические методы измерения риска акций, порождаемой неопределенностью рыночной среды. Рассчитанные на их основе показатели выступают значимыми факторами для принятия решений в сфере управления рыночными рисками и оптимизации финансового портфеля. В статье систематизированы существующие методы и обоснованы возможности их практического применения для оценки динамики цен финансовых инструментов на примере наборов данных о ценах акций компаний Amazon и Ferrari за 2015-2025 гг.

Ключевые слова. Ценные бумаги, цена акции, доходность акции, рыночный риск, волатильность, нестабильность котировок, стоимость риска VaR, β-коэффициент, корреляция.

В силу современной глобальной экономической нестабильности, характеризующейся функционированием финансового рынка в условиях внешних ограничений, одной из важнейших задач становится привлечение инвестиций на фондовый рынок, а вопросы эффективного анализа и управления рыночными рисками выходят на первый план для всех участников финансовой системы. В рамках управления портфелем ценных бумаг особое место занимают долевые финансовые инструменты – акции, которые, с одной стороны, предоставляют потенциал для получения более высокой доходности по сравнению с долговыми инструментами, или облигациями, а с другой – ассоциируются со значительно более высоким уровнем нестабильности котировок. С удлинением сроков инвестирования акции становятся более привлекательным финансовым инструментом, так как риски акций снижаются в значительно большей степени, чем их доходность [1].

Данные официальной статистики Министерства Финансов Республики Беларусь подтверждают сложившуюся структуру сегментов рынка ценных бумаг, где по итогам 2024 года доля операций с акциями составляет 3,2% совокупного объема операций с ценными бумагами, а по итогам 2025 года – 2,5%, хотя объемы выпуска акций в обращении превышают объемы выпуска облигаций на 64% [2]. Данная ситуация свидетельствует о низкой ликвидности рынка акций и преобладании стратегий долгосрочного удержания над активными спекулятивными и инвестиционными стратегиями. Фактически, значительный объем акционерного капитала, сосредоточенный на балансах эмитентов и крупных акционеров, не вовлечен в рыночный оборот, что снижает эффективность ценообразования и ограничивает реализацию инвестиционного потенциала долевых инструментов. В то время как одним из основных направлений деятельности Департамента по ценным бумагам Министерства финансов в 2025 году являлась оптимизация процессов раскрытия информации на рынке ценных бумаг и актуализация критериев оценки степени риска.

В широком смысле под риском понимается вероятность отклонения фактических результатов от ожидаемых, включая как потенциальные потери, так и возможные дополнительные выгоды. Формализация понятия риска осуществляется с использованием вероятностных и статистических методов, позволяющих количественно оценивать степень неопределённости и изменчивости доходности финансовых инструментов. Инвестиции в акции сопряжены с несистематическим риском, обусловленным внутренними характеристиками отдельной компании: её финансовым состоянием, качеством корпоративного управления, отраслевой принадлежностью и стратегией развития – как и с риском ликвидности, связанным с невозможностью быстрой продажи актива без существенного снижения его цены, что особенно актуально для менее ликвидных рынков или отдельных эмитентов. Кредитный риск проявляется в вероятности невыполнения обязательств контрагентами, что особенно актуально при использовании производных финансовых инструментов и маржинальной торговли. Операционный риск связан с внутренними сбоями в деятельности организаций, включая ошибки персонала, недостатки бизнес-процессов и внешние события. Валютный риск, в свою очередь, возникает при изменении обменных курсов и особенно значим для компаний и инвесторов, осуществляющих операции на международных рынках.

Рыночный риск представляет собой один из ключевых видов финансового риска и связан с возможными потерями вследствие неблагоприятных изменений рыночных параметров, таких как цены на акции, процентные ставки, валютные курсы и товарные цены. Для акций рыночный риск проявляется прежде всего в колебаниях их рыночной стоимости, обусловленных изменениями макроэкономической ситуации, динамикой отрасли, а также ожиданиями и поведением участников рынка [3]. Стоит отметить, что люди не столько избегают неопределенностей, сколько не приемлют потерь, что обуславливает необходимость количественного измерения возможных убытков.

В основе количественного анализа эффективности инвестиционной операции и, как следствие, финансовых рисков лежит понятие доходности, поскольку именно она отражает изменение стоимости актива во времени. Исходными данными в данном случае выступают цены акций, которые фиксируют рыночную стоимость актива на конец торгового дня. Доходность r_t может быть определена как относительное изменение цены актива между двумя последовательными моментами времени и равна отношению дохода к цене покупки, однако для построения модели следует использовать логарифмическую доходность с целью удобства суммирования доходностей во времени:

$$r_t = \frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} \approx \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (1)$$

где S_t – котировка акции на закрытии t-го торгового дня;

Одним из методов оценки рыночного риска акций является оценка среднеквадратичного отклонения котировок акций, или оценка волатильности акций. Волатильность определяется как стандартное отклонение доходностей σ и отражает степень разброса значений относительно среднего:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1}\Sigma_{t=1}^{N}(r_t - \mu)^2}, \quad (2)$$

где μ – средняя доходность акций за рассматриваемый период N.

Основным достоинством данного показателя является наглядная интерпретация: чем выше волатильность, тем более непредсказуемо ведет себя актив, однако, метод предполагает симметричность распределения доходностей, тогда как на практике инвесторы в большей степени опасаются резких падений, нежели столь же резких взлетов, а стандартное отклонение учитывает как положительные, так и отрицательные отклонения. Волатильность легко сопоставима для различных активов и служит базовой характеристикой при построении более сложных моделей риска, таких как авторегрессионной гетероскедастичные модели оценки волатильности GARCH.

Скользящая волатильность является простейшей непараметрической альтернативой GARCH-моделям. Оценка нестабильности котировок $\sigma_t{}^{(W)}$ направлена на выявление периодов структурных изменений в поведении актива и позволяет определить, насколько стабильны параметры риска во времени. Практически это реализуется через расчет скользящей волатильности с фиксированным рассматриваемым периодом. В отличие от стандартной волатильности, данный показатель ориентирован на выявление избыточной изменчивости, возникающей вследствие поведенческих и спекулятивных факторов. Следует отметить, что существующие методы анализа движения котировок акций учитывают их изменение сравнением показателя только с предыдущим значением, но при этом не учитывается глубина роста или падения котировок акций в рамках рассматриваемого временного отрезка [4].

$$\sigma_t{}^{(W)} = \sqrt{\frac{1}{W-1}\Sigma_{i=0}^{W-1}(r_{t-i} - \mu^{(W)})^2}, \quad (3)$$

а избыточная волатильность $\Delta\sigma_t$ по периодам W рассчитывается по формуле (5):

$$\Delta\sigma_t{}^{(W)} = \sigma_t{}^{(W)} - \bar{\sigma_t}, \quad (5)$$

где W – количество наблюдений фиксированного рассматриваемого периода, участвующих в расчете; $\mu^{(W)}$ – средняя доходность внутри периода W; $\bar{\sigma_t}$ – средняя волатильность за весь период.

В практической деятельности для оценки риска операции, продолжающейся в течении некоторого периода времени T, рассчитывается показатель стоимости риска VaR [5]. Данный показатель отвечает на вопрос, какой максимальный убыток с заданной вероятностью не будет превышен за определенный период времени. Для заданного доверительного уровня γ VaR определяется как:

$$VaR_\gamma = -\omega_\gamma = -\chi_{1-\gamma}, \quad (6)$$

где ω_γ; $\chi_{1-\gamma}$ – квантили распределения доходностей с заданным уровнем вероятности.

Существует три основных метода расчета стоимости риска:

1 Параметрический – предполагает нормальное распределение доходностей с использованием параметров распределения в подсчете стоимости риска.

2 Исторический – использует эмпирические данные распределения доходностей, при котором не нужно выдвигать гипотезу о предполагаемом распределении, но база для исследования зависима от выбранного исторического периода.

3 Метод Монте-Карло – подразумевает моделирование множества возможных сценариев на основе заданного распределения, что позволяет учитывать сложные зависимости между активами, но требует значительных вычислительных ресурсов и предположения о законе распределения.

Также существует показатель CVaR, рассчитываемый как средний ожидаемый убыток при условии, что убыток превысил значение VaR. Условная стоимость риска заключается в том, что она учитывает не только частоту, но и тяжесть экстремальных убытков, позволяет показать средний убыток в худших сценариях динамики акций на рынке.

Последней рассмотренной моделью является модель CAPM, устанавливающая линейную зависимость между ожидаемой доходностью актива r_t и его систематическим риском, измеряемым β-коэффициентом. Основное уравнение модели имеет вид:

$$\overline{r_t} = r_f + \beta_t(\overline{r_m} - r_f), \tag{7}$$

$$\beta_t = \frac{\sigma_{r_t r_m}}{\sigma_{r_m}}, \tag{8}$$

где r_f – безрисковая ставка; r_m – доходность рыночного портфеля; $\sigma_{r_t r_m}$ – ковариация между доходностью акции и доходностью на рыночный индекс.

β-коэффициент показывает чувствительность доходности акции к движениям рынка и определяет коэффициент наклона рыночной модели. Акции с β-коэффициентом больше единицы обладают большей изменчивостью, чем рыночный индекс и носят название «агрессивные» акции и, наоборот, акции с β-коэффициентом меньше единицы обладают меньшей изменчивостью и называются «оборонительными» акциями [6].

Для исследования представленных показателей оценки рисков и построения модели на практике были использованы наборы исторических данных, отражающие ежедневную торговую активность, включая цены открытия, высокие, низкие, закрытые цены и объём торгов акций компаний Amazon и Ferrari за 2015-2025 годы [7,8].

Оценка риска с использованием показателя VaR показала, что при уровне доверия 95% потенциальные дневные потери по акциям Ferrari составляют от -2.76%, согласно историческому методу, до -3.05% при использовании параметрического метода, тогда как для акций Amazon данный диапазон составляет от -3.2% до -3.31% соответственно. Акции Amazon характеризуются более высоким уровнем риска, что свидетельствует о большей изменчивости их доходности. При этом различия между параметрическим и историческим VaR на уровне 95% являются относительно незначительными, что указывает на приемлемость нормального приближения в центральной части распределения. При переходе к уровню доверия 99% для Ferrari исторический VaR составляет -4.79%, тогда как параметрический – -4.35%, а для Amazon – -5.75% и −4.71% соответственно. При заданном уровне вероятности разница между показателями достигает 1 п.п. для Amazon, что свидетельствует о наличии тяжёлых хвостов распределения и указывает на повышенную уязвимость акций Amazon к редким, но значительным рыночным шокам.

Дополнительное углубление анализа хвостовых рисков было осуществлено с использованием показателя CVaR, который отражает средний уровень потерь в худших 5% случаев. Для акций Ferrari CVaR составил -4.35%, тогда как для Amazon – -4.82%. Сопоставление этих значений с VaR показывает, что в случае реализации неблагоприятного сценария фактические потери оказываются существенно выше пороговых значений VaR. В частности, разница между VaR при заданной вероятности 95% и CVaR составляет около 1.6 процентного пункта для обеих акций, что свидетельствует о высокой концентрации риска в хвостах распределения. При этом минимальные наблюдаемые значения доходности достигают -16.24% для Ferrari и -15.14% для Amazon.

Анализ систематического риска на основе модели CAPM показал, что β-коэффициент для Ferrari составляет 0.94, а для Amazon – 1.06. Оба значения статистически значимы, что подтверждает устойчивость полученных оценок. Значение β-коэффициента ниже единицы для рыночной модели Ferrari указывает на то, что данный актив менее чувствителен к рыночным колебаниям и может рассматриваться как относительно защитный. В то же время β-коэффициент для рыночной модели Amazon превышает единицу, что свидетельствует о повышенной чувствительности к изменениям рыночной конъюнктуры и, соответственно, о более высоком систематическом риске. Данные согласуется с ранее полученными результатами по VaR и CVaR и подтверждает более агрессивный характер данного актива.

Внимание также было уделено анализу нестабильности котировок, основанному на отклонениях цен от сглаженного тренда. Полученные результаты показали, что динамика отклонений носит выраженный кластерный характер, с периодами резких всплесков, особенно для акций Amazon. Это свидетельствует о наличии избыточной волатильности, не объясняемой фундаментальными факторами. Такой эффект может быть обусловлен поведенческими аспектами рынка, включая иррациональные ожидания инвесторов, информационные шоки, спекулятивную активность. В отличие от волатильности, показатель позволяет выявить структурную нестабильность цен.

Проведённый корреляционный анализ показателей риска позволил выявить степень их взаимосвязанности. Установлено, что между волатильностью, VaR и CVaR наблюдается мультиколлинеарность: для Ferrari коэффициенты составляют -0.82, -0.85 и 0.79 между приведенными показателями, а для Amazon равны -0.87, -0.87 и 0.9 соответственно. Это означает, что данные показатели отражают один и тот же аспект риска – масштаб колебаний доходности и вероятность экстремальных потерь. Особенно высокая корреляция между VaR и CVaR для Amazon свидетельствует о высокой согласованности хвостовых рисков и указывает на структурированность риск-профиля данного актива.

Таблица 1 – Корреляционный анализ показателей оценки риска акций Amazon в нижней треугольной матрице и Ferrari в верхней треугольной матрице

Показатель	Волатильность	VaR	CVaR	Нестабильность котировок	Избыточная волатильность	β-коэффициент
Волатильность	1	-0,82	-0,85	0,29	0,99	0,36
VaR	-0,88	1	0,79	-0,14	-0,82	-0,15
CVaR	-0,87	0,9	1	-0,16	-0,86	-0,36
Нестабильность котировок	0,36	-0,3	-0,31	1	0,26	0,1
Избыточная волатильность	0,99	-0,87	-0,86	0,34	1	0,36
β-коэффициент	0,53	-0,38	-0,38	0,21	0,53	1

Показатель избыточной волатильности демонстрирует практически идеальную положительную корреляцию с волатильностью 0.99 для Ferrari и для Amazon, что свидетельствует о том, что в рассматриваемой модели он фактически отражает те же рыночные колебания, но в контексте отклонения от тренда. Данный показатель не является независимой мерой риска, однако может использоваться для уточнения структуры волатильности и интерпретации её источников.

Важным результатом является отсутствие значимой корреляции между нестабильностью котировок и остальными показателями риска, значения коэффициентов близки к нулю как для Ferrari, так и для Amazon. Это означает, что нестабильность отражает качественно иной аспект рыночной динамики, связанный не с амплитудой колебаний доходности, а с отклонениями цен от фундаментального тренда. Таким образом, данный показатель дополняет классические методы и позволяет учитывать поведенческие и структурные факторы риска.

β-коэффициент демонстрирует умеренную корреляцию с волатильностью 0.36 для Ferrari и 0.53 для Amazon и более слабую связь с VaR и CVaR. Это подтверждает его специфику как меры систематического риска, отражающей чувствительность актива к рыночным изменениям, а не абсолютный уровень риска. Более высокая корреляция β-коэффициента с волатильностью для Amazon указывает на более тесную интеграцию данного актива в рыночную систему.

Для задач оперативного риск-менеджмента наиболее эффективным является расчет VaR для оценки максимальных потерь. а для стратегического анализа и сравнения активов предпочтительнее использовать CvaR, оценку неустойчивости котировок и β-коэффициент, которые дают более полное представление о профиле риска. Однако одного универсального показателя не существует, ведь выбор метода определяется конкретной задачей, доступными данными и требуемой степенью точности оценки, а также необходимостью рассмотрения нескольких моделей.

Список использованных источников:

1. Берзон, Н. И. Зависимость риска и доходности активов от временного горизонта инвестирования [Электронный ресурс] / Н. И. Берзон // КиберЛенинка: Российская научная электронная библиотека. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-riska-i-dohodnosti-aktivov-ot-vremennogo-gorizonta-investirovaniya/viewer. – Дата доступа: 21.03.2026.

2. Отчет о работе департамента по ценным бумагам в 2024 году // Министерство Финансов Республики Беларусь. – URL: https://www.minfin.gov.by/upload/depcen/otchet/2024/2024.pdf (дата обращения: 21.03.2026)

3. Описание финансовых инструментов и связанных с ними рисков // Industra Bank. – URL: https://industra.finance/data/mifid/finansu-instrumentu-un-ar-tiem-saistitie-riski-rus.pdf (дата обращения: 21.03.2026)

4. Сизых, Д. С. Новый подход к оценке риска акций: методология и практическое применение [Электронный ресурс] / Д. С. Сизых, Н. В. Сизых // КиберЛенинка: Российская научная электронная библиотека. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-podhod-k-otsenke-riska-aktsiy-metodologiya-i-prakticheskoe-primenenie/viewer. – Дата доступа: 21.03.2026.

5. Соловьев, В. И. Математические методы управления рисками : учеб. пособие / В. И. Соловьев. – М. : ГГУ, 2003. – 100 с.

6. Sharpe, W. F. Investments / W. F. Sharpe, G. J. Alexander, J. V. Bailey. – Michigan : Prentice Hall, 1999. – XII, 962 с.

7. Анализ акций AMZN (2015-2025) // Kaggle. – URL: https://www.kaggle.com/datasets/hassanjameelahmed/amzn-stock-analysis (дата обращения: 21.03.2026)

8. Данные о акциях Ferrari (2015-2025) // Kaggle. – URL: https://www.kaggle.com/datasets/alehcleal/ferrari-stock-data-2015-2026 (дата обращения: 21.03.2026)

UDC 51-7:[336.763.2+330.131.7]

STATISTICAL METHODS FOR STOCK MARKET RISK ASSESSMENT

Sytaya D.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shinkevich E.A. – PhD in Physics and Mathematics

Annotation. The article analyzes mathematical methods for measuring stock risk generated by the uncertainty of the market environment. The indicators calculated on their basis are significant factors for decision-making in the field of market risk management and optimization of the financial portfolio. The article systematizes existing methods and substantiates the possibilities of their practical application for assessing the price dynamics of financial instruments using the example of datasets on stock prices of Amazon and Ferrari companies for 2015-2025.

Keywords. Securities, share price, share yield, market risk, volatility, quote instability, value of risk VaR, β-coefficient, correlation.

УДК 336.275.322:347.72.032(476)

3. ТРАНСФОРМАЦИЯ РЫНКА ФАКТОРИНГА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ СМАРТ-КОНТРАКТОВ: ФИНАНСОВЫЕ АСПЕКТЫ

Исайкина А. Л., студент гр.373901, Каштелян Д. А., студент гр.373901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]

г. Минск, Республика Беларусь

Насонова И. В. – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента

Аннотация. В работе исследуется трансформация рынка факторинга под влиянием внедрения технологии смарт-контрактов на основе технологии блокчейна. Рассматриваются финансовые аспекты: изменение структуры транзакционных издержек, минимизация рисков, повышение ликвидности за счет выхода на глобальные рынки капитала через DeFi-протоколы. На основе анализа данных Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат) за 2025 г. и прогнозов на 2026 г. демонстрируется взаимосвязь между цифровизацией и ростом эффективности факторинговых операций. Особое внимание уделяется сравнению традиционной модели с инновационной моделью смарт-контрактинга. Проведенный анализ показывает, что применение смарт-контрактов позволяет не только ускорить оборот денежных средств, но и решить проблему асимметрии информации, что особенно критично для финансирования малого и среднего бизнеса.

Ключевые слова. Факторинг, смарт-контракты, блокчейн, торговое финансирование, цифровая трансформация, финансирование МСП, транзакционные издержки, децентрализованные финансы (DeFi).

Актуальность темы исследования обусловлена структурными изменениями в финансовом секторе, происходящими под воздействием цифровых технологий. По данным Азиатского банка развития, дефицит торгового финансирования в 2025 году достиг 2,5 трлн долларов США, при этом наиболее остро эта проблема стоит перед малыми и средними предприятиями (МСП), которые часто исключены из традиционных банковских цепочек из-за высоких рисков и отсутствия залоговой базы [1]. В Республике Беларусь, согласно данным Министерства экономики, ключевыми факторами, сдерживающими развитие цифровых финансовых инструментов, остаются необходимость адаптации нормативно-правовой базы и развитие доверия к новым технологиям со стороны участников рынка. Вместе с тем, государственной программой «Устойчивое предпринимательство» на 2026–2030 гг. предусмотрено создание новых источников финансирования, включая небанковские инструменты (краудфандинг, краудинвестинг), что создает предпосылки для внедрения смарт-контрактов [2].

Целью данной работы является комплексный анализ финансовых последствий внедрения смарт-контрактов в факторинговую деятельность с учетом актуальных данных 2026 года.

Задачи исследования включают:

1. Выявить основные ограничения традиционной модели факторинга на основе ретроспективного анализа.
2. Изучить механизм работы факторинга со смарт-контрактами (FSC) и ончейн-факторинга.
3. Провести сравнительный анализ финансовых показателей.
4. Оценить влияние новых технологий на доступность финансирования для МСП с учетом прогнозов до 2030 года.

Традиционный факторинг, являясь одним из ключевых инструментов пополнения оборотных средств, представляющий собой финансирование под уступку денежного требования, сталкивается с системными проблемами: высокими операционными издержками, длительным документооборотом и рисками двойного финансирования одной и той же накладной. Согласно данным Национального статистического комитета, объем дебиторской задолженности в Республике Беларусь остается значительным, достигая 100,1 млрд бел. руб. по состоянию на 1 января 2026 г. без учета банков, страховых и бюджетных организаций, при этом доля просроченной задолженности составляет 10,4 млрд бел. руб. или 10,4% от общего объема дебиторской задолженности, что требует внедрения новых методов управления этим видом активов . Для сравнения, на 1 декабря 2025 года просроченная задолженность составляла 11,3%, что свидетельствует о незначительной положительной динамике, однако проблема управления долгами остается острой [3].

Технология смарт-контрактов – программируемых контрактов, автоматически исполняемых при наступлении заранее определенных условий – позволяет перевести взаимодействие сторон в автоматический режим. Смарт-контракты выступают в роли цифрового договора, агрегирующего и обрабатывающего данные, децентрализованно собираемые приложениями-оракулами, что создает принципиально новую экосистему для факторинговых операций [4].

В 2025 году, по данным Национального статистического комитета, рентабельность продаж организаций составила 6,8%, что указывает на сжатие маржинальности и высокую чувствительность бизнеса к кассовым разрывам. В этих условиях факторинг остается востребованным инструментом

пополнения оборотных средств, особенно для малого и среднего бизнеса, который обеспечивает более 35% занятости в экономике [5].

На сегодняшний день факторинговые услуги в Республике Беларусь предоставляют ведущие банки: Белинвестбанк, Банк БелВЭБ, БНБ-Банк и другие. Анализ условий факторинга в этих финансовых институтах позволяет выявить ключевые параметры традиционной модели, характерные для белорусского рынка. Сравнительный анализ условий факторинга в банках Республики Беларусь в 2026 году приведен в таблице 1 [6,7,8].

Таблица 1 – Сравнение условий традиционного факторинга в банках Республики Беларусь (2026 г.)

Параметр	Белинвестбанк	БНБ-Банк	Банк БелВЭБ
Максимальный срок финансирования	До 180 дней	До 12 месяцев	До 180 дней
Ставка финансирования	Экспорт: от 0,38% (EUR) / 2,48% (USD) годовых; внутренний — индивидуально	1–3% от суммы уступаемой задолженности	Индивидуально
Скорость финансирования	1–3 рабочих дня	1–3 рабочих дня	От нескольких минут до 3 дней
Обеспечение	Без залога (дебиторская задолженность)	Без залога (дебиторская задолженность)	Не требуется
Документооборот	Трехсторонний договор, документы по отгрузке	Договоры с покупателями, счета-фактуры	Реестр ТТН (электронных накладных)
Особенности	Экспортный факторинг по Указу №534 от 25 августа 2006 г. «О содействии развитию экспорта товаров (работ, услуг)», финансирование в BYN/RUB/CNY	Только BYN, срок деятельности более 6 месяцев	Интеграция с электронными накладными

Как видно из таблицы, традиционная модель факторинга в Беларуси характеризуется:

Высокой трудоемкостью документооборота – требуется предоставление полного пакета документов по каждой сделке, включая договоры, накладные, финансовую отчетность.

Значительными временными затратами – даже при оптимальных условиях финансирование занимает 1–3 рабочих дня.

Неопределенностью стоимости – большинство банков не раскрывают публично ставки для внутреннего факторинга, что снижает прозрачность рынка.

Ограниченной доступностью для МСП – минимальный срок деятельности 6 месяцев, требования к финансовой устойчивости.

Внедрение смарт-контрактов кардинально меняет архитектуру факторинговой сделки.

Смарт-контракт – это «набор программируемых компьютерных функций, которые могут самоисполняться в зависимости от выполнения представленных условий» [9]. Применительно к факторингу это означает, что момент перехода прав требования и момент выплаты финансирования привязываются к неоспоримым цифровым событиям.

Выделяют три ключевых элемента экосистемы смарт-контрактов:

1. Цифровая фабрика – отвечает за киберпроектирование и формализацию условий сделки.
2. Умная фабрика – обеспечивает киберпроизводство и автоматическое исполнение.
3. Виртуальная фабрика – осуществляет киберобслуживание и мониторинг исполнения.

Ключевым звеном здесь выступают программы-оракулы – приложения, обеспечивающие смарт-контракт достоверной информацией о технологических и бизнес-процессах, происходящих в физической среде. В контексте факторинга оракулы могут отслеживать факт поставки товара через GPS-трекеры или RFID-метки, дату приемки через электронные акты и наступление срока платежа [4].

С правовой точки зрения, смарт-контракты «согласуются с существующими принципами договорного права», однако требуют адаптации «как в законодательном, так и в судебном порядке для

прямого обращения» [9]. В Республике Беларусь в 2024–2025 гг. были внесены изменения в Гражданский кодекс и Закон «Об электронных документах и электронной цифровой подписи» от 28 декабря 2009 года, что создало правовую основу для использования электронных договоров и развития цифровых форм взаимодействия, включая потенциальное применение смарт-контрактов при условии фиксации воли сторон с использованием электронной подписи [10].

Современные исследователи выделяют две модели применения смарт-контрактов в факторинге:

1. Factoring with Smart Contracts (FSC): гибридная модель, где смарт-контракт автоматизирует расчеты внутри традиционной банковской инфраструктуры, снижая операционные риски и издержки на мониторинг [11].

2. Onchain Factoring (полностью децентрализованная модель): инвойсы токенизируются (превращаются в цифровые активы – NFT), после чего выставляются в пулы ликвидности децентрализованных финансов (DeFi). Инвесторы со всего мира могут финансировать эти инвойсы, получая доходность [12].

Хотя полноценные смарт-контракты в факторинге пока находятся на стадии пилотирования, в Республике Беларусь уже успешно функционируют несколько блокчейн-систем, создающих технологическую базу для перехода к смарт-контрактингу.

Реестр банковских гарантий: с 2017 года в Беларуси функционирует государственный электронный реестр банковских гарантий на блокчейн - платформе, созданной Центром банковских технологий и Национальным банком. Каждая гарантия вносится как неизменяемая запись, подтвержденная цифровой подписью. Первая банковская гарантия с применением технологии блокчейн выпущена 21 января 2019 года.

Эффекты от внедрения:

1. Полное исключение подделки гарантий.
2. Упрощение проверки подлинности (сокращение времени проверки с нескольких дней до минут).
3. Автоматизация взаимодействия банков и получателей гарантий [13].

Смарт-реестр ценных бумаг: пилотный проект «Смарт-реестр», запущенный ОАО «Белорусская валютно-фондовая биржа» в 2017 году, использует частный блокчейн для учета и контроля сделок с ценными бумагами.

Эффекты от внедрения:

1. Защита от манипуляций с отчетностью.
2. Создание единого источника достоверных сведений между участниками.
3. Автоматизация отчетности и контроля оборота ценных бумаг [14].

Цифровые финансовые активы «Белаз» (2023 год): в 2023 году крупнейший производитель карьерной техники «Белаз» разместил пилотный выпуск цифровых финансовых активов (ЦФА) на сумму $20 млн на платформе Finstore.by банка БелВЭБ. Срок обращения ЦФА составил 36 месяцев, доходность — 5,8% годовых.

Важно отметить, что ЦФА «Белаз» представляют собой **цифровой факторинг** — гибкий финансовый инструмент на основе отсроченных обязательств крупного бизнеса. Поставщик может продать активы на платформе и получить «живые» деньги, не дожидаясь срока оплаты по контракту. Данный прецедент демонстрирует принципиальную возможность токенизации дебиторской задолженности и ее оборота на цифровых платформах [15].

Онлайн-факторинг Банка БелВЭБ (с 2021 года): с 2021 года Банк БелВЭБ предлагает рынку онлайн-факторинг на платформе BelVEB Business HUB. Данное решение представляет собой гибридную модель, приближающуюся к концепции смарт-контрактов.

Технология процесса: банк и покупатель заключают соглашение об организации финансирования, поставщик через личный кабинет загружает реестр электронных товарно-транспортных накладных (ЭТТН), покупатель подтверждает действительность уступаемых требований, поставщик получает оферту с условиями финансирования и акцептует ее, при наступлении срока оплаты сумма автоматически списывается со счета покупателя [16]

Ключевые параметры:

1. Финансирование до 100% от суммы требования.
2. Отсутствие оценки финансового состояния поставщика.
3. Отсутствие требования к представлению кредитной документации.
4. Минимальный срок заключения договора – от нескольких минут [16].

Интеграция электронных накладных и онлайн-факторинга: в июне 2025 года состоялся вебинар с участием сервиса «ЭДиН» (электронные накладные) и Банка БелВЭБ, на котором были представлены результаты интеграции электронного документооборота с онлайн-факторингом. С 1 мая 2024 года постановление 9/75/35/26 об электронных накладных включает акты приемки в электронном виде, что создает нормативную базу для полностью автоматизированного факторинга.

В рамках интеграции: заявки на финансирование оформляются на основании электронных накладных, модуль ЭДиН: ЭДО для 1С передает все обязательные поля по прослеживаемости товаров, возможно финансирование как по товарам, так и по услугам [17].

Для оценки потенциала развития ончейн-факторинга в Беларуси показателен пример американской компании TCS Blockchain, которая с 2022 года развивает платформу для ончейн-финансирования транспортных инвойсов [18].

Проблема: Водители-дальнобойщики вынуждены продавать инвойсы факторинговым компаниям, чтобы избежать 30–180-дневных сроков оплаты, теряя при этом до 30% и более чистой выручки. **Решение**: TCS Blockchain создал платформу, позволяющую перевозчикам обменивать права на инвойсы на служебные токены TCS, которые затем конвертируются в стейблкоин PYUSD (PayPal USD). TCS собирает фактическую оплату от грузоотправителя или брокера при наступлении срока [19].

Результаты:

1. Стоимость финансирования снижена **на 90%** по сравнению с традиционным факторингом.
2. Финансирование предоставляется в тот же день.
3. Отсутствуют резервные комиссии.
4. По состоянию на 2026 год компания обрабатывает более $1 млрд годового объема инвойсов.

Ончейн-факторинг экономически эффективен даже в отраслях с высокой долей МСП (транспортная отрасль). Токенизация инвойсов позволяет привлекать глобальную ликвидность через стейблкоины. Снижение издержек на 90% создает значительное конкурентное преимущество перед традиционными факторами.

Для количественной оценки изменений, привносимых технологией смарт-контрактов, проведем сравнительный анализ ключевых финансовых параметров. Сравнение финансовых характеристик моделей факторинга представлено в таблице 2 [6,7,8,11,16,18,19].

Таблица 2 – Сравнение финансовых характеристик моделей факторинга (2026 г.)

Параметр	Традиционный факторинг (РБ)	Онлайн-факторинг (БелВЭБ)	Смарт-контрактная модель (FSC)	Ончейн-факторинг (TCS/PYUSD)
Средняя скорость финансирования	1–3 рабочих дня	От нескольких минут до 3 дней	2–24 часа	Same-day
Операционные издержки (% от суммы)	1,5–3,5% (оценка)	Индивидуально	0,3–0,8%	До 90% снижения
Ставка финансирования	1–3% от суммы или экспорт: от 0,38% (EUR)	Индивидуально	Ставка рефинансирования + 1,5–3%	Значительно ниже рыночной
Уровень риска мошенничества	Средний	Средний	Низкий	Низкий (неизменяемый реестр)
Документооборот	Полный пакет документов	Только реестр ЭТТН	Автоматический (оракулы)	Полностью автоматический
Возможность привлечения глобальной ликвидности	Нет	Нет	Ограниченная	Да (глобальные пулы DeFi)
Наличие работающего продукта в РБ	Да	Да	Пилотные проекты	Нет (международный опыт)

Как видно из таблицы, внедрение смарт-контрактов позволяет кардинально снизить операционные издержки и ускорить финансирование. Особенно значимым является снижение стоимости юридического

сопровождения: традиционные проверки контрагентов и верификация документов заменяются автоматической проверкой данных в распределенном реестре.

Согласно исследованию Wang и Xu (2023 г.) модель FSC эффективно смягчает риск задержки платежа и позволяет как поставщикам, так и ритейлерам получать более высокую прибыль по сравнению с традиционным финансированием. Это достигается за счет устранения «трения» в цепочке «поставка – оплата» [20].

Одним из ключевых финансовых эффектов внедрения смарт-контрактов является расширение доступа к финансированию для малого и среднего бизнеса. В традиционной модели МСП сталкиваются с отказом в финансировании из-за непрозрачной отчетности или отсутствия кредитной истории. Как отмечают в Министерстве экономики Республики Беларусь, малые предприятия часто испытывают дефицит оборотных средств из-за длительных отсрочек платежей со стороны крупных контрагентов. Временной лаг между поставкой и оплатой создает риски кассовых разрывов, что особенно опасно для малого бизнеса. Смарт-контракты позволяют переориентировать оценку кредитного риска с поставщика (МСП) на дебитора (крупную компанию). Поскольку смарт-контракт автоматически списывает средства со счета покупателя при наступлении срока платежа, риск невозврата для фактора минимален. Это позволяет снизить требования к заемщику и предложить финансирование компаниям, которые ранее были исключены из системы.

По прогнозам Министерства экономики РБ на 2026–2030 гг. в рамках Государственной программы «Устойчивое предпринимательство», планируется увеличить объемы финансовой поддержки субъектов МСП (включая развитие факторинга) в 1,5 раза. При активном внедрении цифровых инструментов и смарт-контрактов доля МСП в общем объеме финансирования может вырасти, а средняя ставка финансирования для МСП может снизиться за счет снижения операционных издержек [21].

На основе анализа международного опыта и текущих условий белорусского рынка можно оценить потенциальный экономический эффект от внедрения смарт-контрактов для малого и среднего бизнеса (см. таблицу 3) [14,21].

Таблица 3 – Прогнозируемые эффекты от внедрения смарт-контрактов в факторинг для МСП Беларуси

Показатель	Традиционный факторинг (2026)	Прогноз при внедрении смарт-контрактов (2030)	Изменение
Средняя ставка финансирования для МСП	12–18% годовых (оценка)	8–12% годовых	Снижение на 30–40%
Доля МСП в факторинговом портфеле	Около 15% (оценка)	30–40%	Снижение в 2–2,5 раза
Время от заявки до получения средств	1–3 дня	2–24 часа	Снижение на 70–90%
Доля отказов в финансировании	30–40% (отсутствие кредитной истории)	10–15%	Снижение на 60–70%
Объем рынка факторинга (млрд руб.)	Оценка 2026 г.	Прогноз 2030 г.	Рост в 1,8–2,2 раза

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение смарт-контрактов сопряжено с рисками, которые необходимо учитывать при построении системы управления. Выделяют четыре основные группы рисков [9]:

1. Правовые риски: юридическая неопределенность, отсутствие судебной практики по спорам, связанным с исполнением смарт-контрактов. По состоянию на 2026 год, в Республике Беларусь практика рассмотрения споров, связанных с исполнением смарт-контрактов, только формируется, что создает определенную неопределенность для участников рынка.

2. Технологические риски: уязвимости программного кода, ошибки в логике смарт-контракта, которые могут привести к потере или блокировке средств. В 2024–2025 гг. в мировой практике зафиксированы случаи уязвимостей смарт-контрактов, что требует повышенного внимания к безопасности программного кода [14].

3. Операционные риски: человеческий фактор при программировании условий сделки, необходимость синхронизации данных из различных источников (оракулов).

4. Криминогенные риски: использование смарт-контрактов для организации мошеннических схем, финансовых пирамид и отмывания доходов.

Для минимизации этих рисков применяются следующие меры: проработка юридических последствий ошибок при переводе условий сделки в цифровой код; обеспечение принудительного исполнения автоматизированных условий в рамках процедур исполнительного производства; установление распределения рисков участников за ошибки в программном коде.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что трансформация рынка факторинга на основе технологии смарт-контрактов является объективным и необратимым процессом, обусловленным потребностью бизнеса в более дешевом и быстром финансировании, а также высоким уровнем дебиторской задолженности в экономике Беларуси (более 100 млрд руб., значительная часть которой – 10,4% – является просроченной).

Финансовые аспекты этой трансформации, подтвержденные анализом данных 2026 года и реальными кейсами внедрения, выражаются в следующем:

1. Снижение транзакционных издержек. Опыт TCS Blockchain демонстрирует возможность снижения издержек до 90% при переходе на ончейн-модель. Для белорусского рынка это означает потенциальное сокращение комиссий для клиентов с текущих 1–3% до 0,3–0,8%.

2. Повышение скорости финансирования. Онлайн-факторинг Банка БелВЭБ уже сегодня позволяет сократить время сделки до нескольких минут. Внедрение полноценных смарт-контрактов с интеграцией электронных накладных (ЭДиН) позволит достичь автоматического финансирования в момент подтверждения поставки.

3. Управление рисками. Смарт-контракты минимизируют риски недобросовестного поведения и мошенничества с первичными документами, хотя и создают новые категории технических и правовых рисков.

4. Расширение доступности для МСП. Прецедент с ЦФА «Белаз» показывает возможность токенизации дебиторской задолженности и привлечения широкого круга инвесторов. Развитие этого направления позволит МСП получать финансирование без оценки собственной кредитной истории — ключевым фактором станет платежеспособность дебитора.

5. Создание правовой базы. Существующие в Беларуси блокчейн-решения – Реестр банковских гарантий и Смарт-реестр ценных бумаг– подтверждают готовность инфраструктуры к внедрению смарт-контрактов в факторинг. Внедрение таких моделей, как Factoring with Smart Contracts (FSC), уже сегодня демонстрирует экономическую эффективность. Однако для полноценного перехода к ончейн-факторингу требуется дальнейшее совершенствование нормативно-правовой базы, накопление судебной практики и повышение стандартов безопасности программного кода.

Практические рекомендации для дальнейшего развития:

1. Для банков и факторинговых компаний: Развитие интеграции с системой электронных накладных (ЭДиН) с целью полной автоматизации процесса верификации поставок: расширение функциональности онлайн-факторинга за счет внедрения элементов смарт-контрактов на существующих платформах (BelVEB Business HUB).

2. Для регулятора (Национальный банк РБ): Разработка методических рекомендаций по признанию смарт-контрактов в факторинге и формирование судебной практики по спорам, связанным с их исполнением. Адаптация нормативной базы для признания токенизированных инвойсов в качестве обеспечения.

3. Для ПВТ и IT-компаний: создание типовых платформенных решений для токенизации дебиторской задолженности по аналогии с Finstore.by, с возможностью выхода на международные пулы ликвидности через стейблкоины по образцу.

Список использованных источников:

1. ADB: дефицит финансирования мировой торговли в 2025 году. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vedomosti.ru/economics/news/2026/01/15/1169425-defitsit-finansirovaniya-torgovli. – Дата доступа: 20.03.2026.

2. Совет Министров Республики Беларусь. Государственная программа «Устойчивое предпринимательство» на 2026–2030 годы. Постановление № 739 от 20.12.2025. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cis-legislation.com – Дата доступа: 20.03.2026.

3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь (Белстат). Дебиторская и кредиторская задолженность организаций на 1 января 2026 года. – Минск, 2026. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/finansy-organizatsiy/godovye-dannye/sostoyanie-raschetov-v-respublike-belarus/. – Дата доступа: 20.03.2026.

4. Жаринов И.О. Смарт-контракты в инновационных бизнес-процессах Индустрии 4.0 // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». –2021. – № 3. – С. 162–169. DOI: 10.17586/2310-1172-2021-14-3-162-169.

5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь (Белстат). Рентабельность продаж организаций Республики Беларусь за 2025 год. – Минск, 2026. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/rubric-info/1063467. – Дата доступа: 20.03.2026.

6. Факторинг в Белинвестбанке: полные условия и стоимость. – 2026. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belbanki.com/bank/belinvestbank/faktoring.– Дата доступа: 20.03.2026.

7. Факторинг в БНБ-Банке: полные условия и стоимость. – 2026. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belbanki.com/bank/bnb/faktoring. – Дата доступа: 20.03.2026.

8. Быстрое и доступное финансирование бизнеса «без бумаг» от Банка БелВЭБ. – 31.03.2023. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gb.by/novosti/vsya-lenta/pocemu-onlain-faktoring-ot-banka-belveb-. – Дата доступа: 20.03.2026.

9. Трунцевский Ю.В., Севальнев В.В. Смарт-контракт: от определения к определенности // Право. Журнал Высшей школы экономики. – 2020. – № 1. – С. 118 –147. DOI: 10.17323/2072-8166.2020.1.118.147. – Дата доступа: 20.03.2026.

10. «Об электронном документе и электронной цифровой подаписи» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H10900113. Дата доступа: 20.03.2026.

11. Смарт-контракты: что это, какая суть, как они работают. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.raiffeisen-media.ru/biznes/smart-kontrakty-prostymi-slovami-kak-oni-rabotayut-i-gde-primenyayutsya/. Дата доступа: 20.03.2026.

12. Chainlink. Onchain Factoring: Transforming Trade Finance. – Official Blog, February 11, 2026. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://chain.link/article/onchain-factoring – Дата доступа: 20.03.2026.

13. Реестр банковских гарантий. Режим доступа: https://www.nbrb.by/system/banks/guaranteesregister – Дата доступа: 20.03.2026.

14. Блокчейн в Беларуси: реальные кейсы, перспективы и вызовы для бизнеса. – 13.07.2025. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://myfin.by/article/blogi/blokcejn-v-belarusi-realnye-kejsy-perspektivy-i-vyzovy-dla-biznesa-38776 – Дата доступа: 20.03.2026.

15.Ведомости. «Белаз» разместил пилотный выпуск ЦФА на $20 млн. – 15.08.2023. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vedomosti.ru/investments/news/2023/08/16/990490-belaz-razmestil-pilotnii-vipusk-tsfa – Дата доступа: 20.03.2026.

16. Банк БелВЭБ. Онлайн-факторинг: условия и преимущества. – Официальный сайт, 2026. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belveb.by – Дата доступа: 20.03.2026.

17. ЭДиН. Итоги вебинара: «Электронные накладные и онлайн-факторинг» с партнёром – Банк БелВЭБ. – 19.06.2025. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://myseldon.com/ru/news/index/331082257 – Дата доступа: 20.03.2026.

18. The Block. PayPal USD tapped to expand TCS Blockchain's onchain trade financing for trucking industry. – 02.03.2026. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.theblock.co/post/392060/paypal-usd-expand-tcs-blockchain-onchain-trade-financing-trucking-industry – Дата доступа: 20.03.2026.

19. FintechNews Switzerland. TCS Blockchain and PayPal USD Partner to Streamline Freight Invoice Payments. – 05.03.2026. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fintechnews.ch/payments/tcs-blockchain-paypal-usd-freight-settlement/82395/ – Дата доступа: 20.03.2026.

20. Wang X., Xu F. The Value of Smart Contract in Trade Finance // Manufacturing & Service Operations Management. – 2023. – Vol. 25, No. 6. – P. 2056–2073.

21. Министерство экономики Республики Беларусь. О новых мерах финансовой поддержки малого и среднего бизнеса в текущей пятилетке. – Официальный сайт, 2026. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://economy.gov.by – Дата доступа: 20.03.2026.

UDC 336.275.322:347.72.032(476)

TRANSFORMATION OF THE FACTORING MARKET BASED ON SMART CONTRACT TECHNOLOGY: FINANCIAL ASPECTS

Isaykina A.L., student of group 373901, Kashtelyan D.A., student of group 373901

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Nasonova I. V. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management

Annotation. This paper examines the transformation of the factoring market driven by the implementation of blockchain-based smart contract technology. The study focuses on financial aspects: changes in transaction costs structure, risk minimization, and increased liquidity through access to global capital markets via DeFi protocols. Based on the analysis of the National Statistical Committee of the Republic of Belarus data for 2025 and forecasts for 2026, the relationship between digitalization and the growth of factoring operations efficiency is demonstrated. Special attention is paid to comparing the traditional factoring model with the innovative smart contract-based model. The analysis shows that the use of smart contracts not only accelerates cash flow but also solves the problem of information asymmetry, which is particularly critical for financing small and medium-sized enterprises (SMEs). The methodological basis includes works by Russian and foreign authors in the field of digital economy, as well as analytical reviews of market platforms and court statistics data. The findings confirm that digital transformation contributes to closing the trade finance gap and increases the availability of working capital for businesses. The study concludes that the development of hybrid models combining traditional factoring with smart contract automation represents the most promising direction for the coming years.

Keywords. Factoring, smart contracts, blockchain, trade finance, digital transformation, SME financing, transaction costs, DeFi.

УДК 339.7.012:005.511(476)

4. МСФО ДЛЯ ЦИФРОВОГО БИЗНЕСА: ГАРМОНИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО УЧЁТА И МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ В ИКТ-СЕКТОРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Игнатенко В.Р., студент гр.373902

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Смолярова М.А. – канд. экон. наук, доцент каф. менеджмента

Аннотация. В работе рассматриваются особенности применения МСФО (IFRS) 15 и 16 к операциям компаний ИКТ-сектора Республики Беларусь. Проведён сравнительный анализ признания выручки и учёта аренды по национальным стандартам и международным подходам. На примере кейса продемонстрировано, как пятишаговая модель МСФО 15 обеспечивает более точное отражение финансового результата цифровых бизнес-моделей. Обоснована целесообразность формирования параллельного управленческого контура по МСФО при сохранении национального учёта.

Ключевые слова. МСФО (IFRS) 15; МСФО (IFRS) 16; признание выручки; учёт аренды; ИКТ-сектор; цифровой бизнес; бизнес-модель; Парк высоких технологий; финансовая отчётность; бухгалтерский учёт; Типовой план счетов; управленческий учёт; многоэлементный договор; облачные сервисы; SaaS; трансформация отчётности; гармонизация стандартов; экспорт услуг; договор разработки ПО; пятишаговая модель; контроль над активом; обязательство по договору; актив по договору; национальные стандарты.

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в современной экономике Республики Беларусь выступают не просто вспомогательным инструментом, а одним из ключевых драйверов роста ВВП и экспорта услуг. По данным Национального статистического комитета и Администрации Парка высоких технологий (далее – ПВТ), вклад сектора ИКТ в экономику страны стабильно превышает 5-6 % ВВП (см. рисунок 1), а экспорт услуг такого рода ежегодно исчисляется миллионами и миллиардами белорусских рублей, сохраняя положительную динамику даже в условиях глобальной нестабильности [1].

Рисунок 1 – Динамика доли сектора ИКТ в ВВП Республики Беларусь [2], по годам

Структура отрасли претерпевает значительные изменения: наблюдается устойчивый сдвиг от классического аутсорсинга разработки к продуктовым моделям, внедрению решений на основе искусственного интеллекта и масштабированию сервисов по модели SaaS (Software as a Service). Доля подписочных моделей и облачных сервисов в выручке резидентов ПВТ демонстрирует рост, что подтверждается отчётностью ведущих игроков рынка за последние годы.

Однако качественная трансформация бизнес-моделей требует достоверного отражения в финансовой отчётности. На сегодняшний день можно сказать, что в Беларуси функционирует дуальная система регулирования бухгалтерского учёта. С одной стороны, большинство организаций ведут исключительно «традиционный» учёт – в соответствии с Законом Республики Беларусь «О бухгалтерском учёте и отчётности» и Типовым планом счетов, утверждаемым Министерством финансов [3]. Типовой план счетов представляет собой строго регламентированный перечень синтетических и аналитических счетов,

который устанавливает обязательный норматив для компаний. Он определяет и содержит наименование синтетических счетов и их коды, наименование субсчетов и их коды, а также их экономическое содержание, что обеспечивает единообразие отчётности. С другой стороны, с 2016 года после подписания ключевого Соглашения с Фондом МСФО идёт процесс введения и интернациональных стандартов. Международные стандарты финансовой отчётности (МСФО/IFRS), которые представляют собой единый комплект правил подготовки и представления отчётности, не регламентируют строгую форму счетов и план как таковой, фокусируясь на принципах признания, оценки и раскрытия информации (исходя из экономического содержания операций, а не их юридической формы). Их цель – сделать финансовую отчётность компаний из разных стран сопоставимой, прозрачной и понятной для инвесторов, кредиторов и других пользователей по всему миру [4].

В свою очередь, необходимость и актуальность гармонизации этих двух подходов обусловлена несколькими факторами. Во-первых, в соответствии с концепцией развития бухгалтерского учёта и отчётности в Республике Беларусь, с 1 января 2027 года перечень организаций с участием государства обязан перейти на составление отчётности по МСФО, что задаёт вектор для всей экономики [5]. Во-вторых, банковский сектор Республики Беларусь уже сегодня идёт впереди в плане внедрения МСФО (в частности, МСФО (IFRS) 9), поскольку это непосредственно необходимо для соблюдения нормативов Национального банка и работы на международных рынках капитала (с инвесторами).

Однако организации сектора ИКТ, несмотря на высокую экспортную ориентированность и работу с иностранными инвесторами, зачастую продолжают использовать исключительно национальные стандарты для внутренней отчётности. Это создаёт определённое противоречие: между потребностью внешних стейкхолдеров (инвесторов, зарубежных заказчиков) в прозрачной, сопоставимой отчётности, построенной на принципах МСФО, и устоявшейся практикой ведения учёта «как проще» по национальным стандартам, которые не всегда подлинно отражают экономическую сущность цифровых сделок (например, признание выручки по долгосрочным контрактам на разработку ПО или учёт облачной инфраструктуры).

Традиционный подход, ориентированный на фискальную дисциплину, может приводить к некоторому – пусть и несущественному – искажению финансового результата в отчётных периодах, особенно при работе с авансами, многоэлементными договорами и арендой активов. В то же время, применение МСФО позволяет повысить инвестиционную привлекательность и прозрачность ведения бизнеса.

Цель данного исследования состоит в анализе особенностей применения МСФО (IFRS) к операциям национальных ИКТ-компаний и обосновании целесообразности их использования для повышения качества финансовой информации в условиях цифровизации бизнес-моделей.

Как уже было отмечено, нормативное регулирование можно разделить на национальный и международный уровни, которые, несмотря на стремление к гармонизации, сохраняют различия в методологии.

На национальном уровне базовым документом выступает Закон Республики Беларусь от 12 октября 2023 г. № 57-З «О бухгалтерском учёте и отчётности». Для субъектов ИКТ, являющихся резидентами Парка высоких технологий, существенное значение имеет Декрет Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 г. № 8 «О развитии цифровой экономики» (с последующими изменениями и дополнениями) [6].

На международном уровне ключевыми документами для рассматриваемой тематики являются:

1. МСФО (IFRS) 15 «Выручка по договорам с покупателями» – стандарт, устанавливающий принципы отражения информации о природе, сумме, временных характеристиках и неопределённости выручки и денежных потоков, возникающих по договору с покупателем. Ключевым элементом является пятишаговая модель признания выручки, требующая идентификации обязательств и определения момента перехода контроля над товаром или услугой.
2. МСФО (IFRS) 16 «Аренда» – стандарт, вводящий единый подход к учёту аренды для арендатора, требуя признания активов и обязательств по большинству договоров аренды, что критически важно для ИКТ-компаний, использующих серверное оборудование и дата-центры [7].

Так, допустимо сказать, что различие между системой учёта на основе Типового плана счетов и МСФО заключается в приоритетах: национальный учёт больше ориентирован на документальное подтверждение и фискальные требования, тогда как МСФО (IFRS) фокусируется на передаче контроля и экономической сущности обязательств.

В таблице 1 агрегированы и представлены основные различия в подходах к признанию выручки, актуальные для организаций Республики Беларусь (в частности, порядок признания выручки и авансов).

Из данных таблицы следует, что «традиционный» учёт может приводить к «ступенчатому» признанию выручки, что от компании к компании ведёт к неверному истолкованию реальной финансовой динамики, особенно в долгосрочных проектах разработки ПО. МСФО (IFRS) 15 требует более глубокого анализа договора, что повышает прозрачность, однако и увеличивает трудоёмкость учёта.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика признания выручки по национальным стандартам и МСФО

Критерий сравнения	Национальный учёт	МСФО
основание для признания	отгрузка товаров, выполнение работ, подписание акта приёмки (формальный переход права собственности)	передача контроля над товаром или услугой покупателю
момент признания	зачастую «в момент времени» (по факту подписания акта)	«в момент времени» или «на протяжении времени» (в зависимости от выполнения обязательств)
многоэлементные договоры	выручка часто признаётся единовременно по всему договору после завершения всех работ	выделение отдельных обязанностей к исполнению (performance obligations) и распределение цены сделки
учёт авансов	отражаются как кредиторская задолженность (62, 62.02), не влияют на выручку до отгрузки	отражаются как обязательства по договору (contract liabilities), выручка признаётся по мере исполнения

Ещё одним критическим аспектом для ИКТ-компаний является учёт использования инфраструктуры. С развитием облачных технологий граница между арендой или владением активом, потреблением услуги размывается [8]. Национальное законодательство и МСФО (IFRS) 16 по-разному трактуют такие операции.

Для целей данного исследования было важно классифицировать договоры на использование ИТ-ресурсов, что представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация договоров на использование ИТ-ресурсов по МСФО (IFRS) 16

Тип договора	Характеристика использования	Классификация по IFRS 16	Порядок учёта
выделенный физический сервер	клиент имеет исключительное право использования конкретного идентифицируемого актива (сервера) в течение срока договора	аренда	признание актива в пользовании (Right-of-Use) и обязательства по аренде в балансе
облачный сервис	поставщик предоставляет доступ к платформе, клиент не контролирует конкретный физический актив	услуга	признание расходов равномерно в отчёте о прибылях и убытках по мере оказания услуги
гибридный договор	договор содержит компоненты аренды (сервер) и услуги (поддержка, лицензия)	смешанная	требуется разделение цены сделки: часть учитывается как аренда (IFRS 16), часть как услуга (IFRS 15)

Некорректная классификация договора (например, учёт выделенного сервера исключительно как услуги) может привести к занижению показателей долговой нагрузки и искажению коэффициентов рентабельности активов (ROA), что критично при оценке компании инвесторами, банками и организациями из-за рубежа в целом.

Учитывая различия в методологии, имеет место вопрос целесообразности применения тех или иных стандартов для конкретных субъектов хозяйствования. В условиях Республики Беларусь выбор подхода зависит от многих факторов: от стратегических целей организации, от структуры собственности и др.

Так, только национальные стандарты целесообразно использовать организациям, ориентированным на внутренний рынок Республики Беларусь, не планирующим выход на международные рынки капитала.

Кому же необходимо внедрение МСФО:

– экспортно-ориентированным ИКТ-компаниям, работающим с заказчиками из стран, требующих отчётности по международным стандартам (ЕС, США, страны Азии);

– организациям, привлекающим иностранные инвестиции, где прозрачность отчётности является условием финансирования;

– банкам и финансовым организациям, для которых применение МСФО является обязательным требованием Национального банка [9].

На основании предоставленных пунктов можно сказать, что гармонизация (совмещение) подходов позволяет совместить требования государственного регулирования с потребностями современного цифрового бизнеса и представляется наиболее эффективным вариантом оформления финансовой отчётности.

И всё же теоретические различия требуют практического подтверждения. Для наглядной демонстрации того, как применение пятишаговой модели МСФО (IFRS) 15 влияет на учёт и интерпретацию финансовых результатов по сравнению с традиционным методом, целесообразно рассмотреть конкретный кейс деятельности ИКТ-компании.

В качестве объекта исследования рассмотрена гипотетическая организация-резидент ПВТ, оказывающая услуги по разработке программного обеспечения (ПО) и технической поддержке.

Предположим, данная компания заключила контракт с иностранным заказчиком на следующих условиях:

– общая сумма контракта в размере 100 000 USD;

– состав услуг – разработка ПО и годовая техническая поддержка;

– условия оплаты – 30 % аванс при подписании контракта и 70 % после подписания акта приёмки работ по разработке;

– срок разработки как 6 месяцев;

– срок поддержки как 12 месяцев.

Налоговый режим, в свою очередь, принимался как для экспорта услуг резидентом ПВТ (НДС 0 % согласно Декрету № 8).

Применение пятишаговой модели МСФО (IFRS) 15 к данному контракту выглядело бы следующим образом:

1. Идентификация договора – договор заключён в письменной форме, имеет коммерческое содержание, вероятность получения вознаграждения высока.
2. Выделение обязанностей к исполнению – выделено две отдельные обязанности (разработка ПО; техническая поддержка). Они различимы и могут быть оказаны независимо.
3. Определение цены сделки – фиксированная, в размере 100 000 USD.
4. Распределение цены – распределяется пропорционально обособленным ценам продажи (допустим, разработка оценивается в 85 000 USD, поддержка – в 15 000 USD).
5. Признание выручки – контроль передаётся на протяжении времени, выручка признаётся равномерно в течение 6 месяцев, услуга оказывается равномерно в течение 12 месяцев.

Для демонстрации различий рассмотрим отражение операций за первый отчётный период (первые 6 месяцев, период разработки). Сравнение проводилось в табличном виде (см. таблицу 3).

Таблица 3 – Сравнительная схема бухгалтерских проводок по кейсу (упрощённо)

Содержание операции	Национальный учёт	МСФО
поступление аванса (30 %)	Дт 52 «Валютные счета» Кт 62 «Расчёты с покупателями» 30 000 USD	Дт Cash Кт Contract Liability 30 000 USD
	выручка пока не признаётся, возникает КЗ	аналог аванса, но как обязательство перед клиентом до исполнения
выполнение работ (50 % прогресс за период)	—	Дт Contract Asset Кт Revenue 42 500 USD (50 % от 85 000)
	выручка часто признаётся только по факту подписания акта приёмки-передачи	выручка признаётся по мере передачи контроля, даже если акт не подписан
зачёт аванса (частично)	—	Дт Contract Liability Кт Contract Asset / Revenue 15 000 USD
	не производится до момента признания выручки	часть аванса закрывает признанную выручку
подписание акта (конец шестого месяца)	Дт 62 Кт 90.1 «Выручка от реализации» 100 000 USD	Дт Receivables Кт Revenue 42 500 USD
	вся выручка отражается в момент подписания, включая часть, относящуюся к будущей поддержке	выручка по поддержке (15 000 USD) ещё не признана, она будет признаваться в течение следующих 12 месяцев

Как видно из таблицы, в национальном учёте наблюдается эффект «ступенчатости»: в течение 6 месяцев разработки выручка в отчёте о прибылях и убытках отсутствует, а в момент подписания акта единовременно признаётся вся сумма (100 000 USD), включая часть, относящуюся к будущей поддержке. Это может искусственно завысить показатели рентабельности в месяце сдачи проекта и занизить их в месяцах разработки. Можно заметить, что национальное законодательство допускает использование счёта 98 «Доходы будущих периодов» для более равномерного распределения выручки, что теоретически позволяет сгладить указанный эффект. Однако на практике данный метод применяется реже, а для проектов с нечёткими этапами сдачи работ такой подход может быть экономически нецелесообразен и трудоёмок в администрировании.

В то время как в учёте по МСФО выручка распределяется однозначно и равномерно в соответствии с фактическим выполнением обязательств (влияет на сопоставимость доходов и расходов, прозрачность обязательств).

Обобщая результаты исследования, можно заключить, что применение МСФО в ИКТ-секторе Республики Беларусь не подразумевает замены национального бухгалтерского учёта, обязательного для фискальных целей, а требует формирования параллельного управленческого контура. Такой дуальный подход обеспечивает соблюдение законодательных требований и одновременно служит инструментом стратегического анализа, повышая прозрачность отчётности для иностранных инвесторов. Практическое внедрение стандартов IFRS 15 и 16, в частности, может позволить нивелировать искажения финансовых результатов и более достоверно отражать экономическую сущность цифровых бизнес-моделей.

Список использованных источников:

1. Информационно-коммуникационные технологии в Беларуси [Электронный ресурс] // Официальный портал Республики Беларусь. – Минск. – Режим доступа: https://www.belarus.by/ru/business/doing-business/it-belarus. – Дата доступа: 26.02.2026.

2. Цифровая экономика : стат. сб. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск : Белстат, 2025. – 48 с. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/152/s1wig6m1gsy9lyd23eyki54tl9m2lrz4.pdf. – Дата доступа: 26.02.2026.

3. Об утверждении Типового плана счетов : постановление Министерства финансов Республики Беларусь, 30 мая 2003 г., № 50 (в ред. от 29.06.2011) // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2026. – Режим доступа: https://www.minfin.gov.by/upload/accounting/acts/postmf_290611_50.pdf. – Дата доступа: 01.03.2026.

4. О применении международных стандартов финансовой отчётности в Республике Беларусь [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2021. – Режим доступа: https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2021/august/65648/. – Дата доступа: 01.03.2026.

5. Финансовая отчётность по МСФО: особенности применения для организаций Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Главный бухгалтер. – 2026. – Режим доступа: https://www.gb.by/novosti/finansovaya-otcetnost-po-msfo-organizaci. – Дата доступа: 03.03.2026.

6. О развитии цифровой экономики : Декрет Президента Республики Беларусь, 21 дек. 2017 г., № 8 // Национальный правовой Интернет-портал РБ. – 2026. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Pd1700008. – Дата доступа: 04.03.2026.

7. Международные стандарты финансовой отчётности [Электронный ресурс] // Министерство финансов Республики Беларусь : офиц. сайт. – Минск. – Режим доступа: https://www.minfin.gov.by/ru/accounting/inter_standards/. – Дата доступа: 04.03.2026.

8. Услуги хостинга: отражение в учёте пользователя [Электронный ресурс] // Бизнес-информ. – 2026. – Режим доступа: https://bii.by/docs/uslugi-khostinga-otrazhenie-v-uchete-polzovatelya-235518. – Дата доступа: 26.03.2026.

9. Введение в действие в Беларуси международных стандартов финансовой отчётности [Электронный ресурс] // Эталон-Онлайн. – 2026. – Режим доступа: https://etalonline.by/novosti/korotko-o-vazhnom/vvedenie-v-deystvie-v-belarusi-mezhdunarodnykh-standartov-finansovoy-otchetnosti/. – Дата доступа: 26.03.2026.

UDC 339.7.012:005.511(476)

IFRS FOR DIGITAL BUSINESS: HARMONIZATION OF NATIONAL ACCOUNTING AND INTERNATIONAL STANDARDS IN THE ICT-SECTOR OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Ihnatsenka U.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Smolyarova M.A. – PhD in Economics

Annotation. The paper examines the specifics of applying IFRS 15 and 16 to operations of ICT-sector companies in the Republic of Belarus. A comparative analysis of revenue recognition and lease accounting under national standards and international approaches is conducted. Using a case study, the paper demonstrates how the five-step model of IFRS 15 ensures more precise reflection of financial results for digital business models. The feasibility of establishing a parallel management accounting framework based on IFRS while maintaining national accounting for statutory purposes is substantiated.

Keywords. IFRS 15; IFRS 16; revenue recognition; lease accounting; ICT-sector; digital business; business model; High-Tech Park; financial reporting; accounting; Chart of Accounts; management accounting; multi-element contract; cloud services; SaaS; financial statements transformation; standards harmonization; export of services; software development contract; five-step model; control over an asset; contract liability; contract asset; national standards.

УДК 336.144.32

5. АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА И ПЛАНИРОВАНИЯ БЮДЖЕТА СЕМЬИ

Радченко К.В., студент гр.373901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Шинкевич Е. А. – канд. физ.-мат. наук, доцент

Аннотация. В статье рассматривается методика математического моделирования семейного бюджета с использованием электронных таблиц Excel. Анализируются теоретические основы бюджетирования, классификация доходов и расходов, типы моделей управления семейными финансами. Предложена практическая модель учёта доходов по начислению и по факту получения, подневного учёта расходов, сводного бюджета и аналитических коэффициентов. На примере конкретной семьи продемонстрирована возможность оптимизации расходов, оценки инвестиционного потенциала и планирования накоплений.

Ключевые слова. семейный бюджет, математическое моделирование, доходы и расходы, Excel, инвестиционный потенциал, финансовое планирование.

Понятие «семейный бюджет» настолько прочно вошло в нашу жизнь, что мы редко задумываемся о его истинном смысле. Для кого-то это просто привычка записывать траты в блокнот, для других – способ дожить до зарплаты.

В широком смысле, бюджет – это финансовый план, который аккумулирует и структурирует все доходы и расходы домохозяйства за определенный промежуток времени. Большая Российская энциклопедия определяет его как объем и структуру фактических доходов и расходов в семье, что напрямую характеризует уровень жизни [1]. Однако, с точки зрения микроэкономического анализа, это не просто статичный отчет, а динамичный инструмент управления. М.В. Чернова отмечает, что применение принципов бюджетирования к семейным финансам позволяет получить объективную информацию о движении денежных средств, на основании которой уже можно принимать обоснованные решения о сбережениях, заимствованиях и инвестициях [2].

Функции семейного бюджета многообразны. Прежде всего, это контролирующая функция: ведение учета позволяет домохозяйству отслеживать структуру своих трат, выявлять «точки утечки» капитала и, в конечном итоге, наводить порядок в деньгах, максимально эффективно организуя их движение [1]. В этом смысле бюджет является базой для анализа текущего финансового положения, а его детализация напрямую зависит от тех данных, которые заносятся в систему на этапе первичного учета [3].

Во-вторых, бюджет выполняет распределительную функцию. Семья сознательно ограничивает себя в одних расходах, чтобы сформировать фонды для других – будь то “подушка безопасности”, инвестиции или накопления на крупные покупки.

Этот процесс неразрывно связан с функцией планирования, которая призвана внести ясность в неопределенное будущее и согласовать жизненные цели с финансовыми возможностями домохозяйства [4]. Реальность любых планов, будь то ремонт, отпуск или образование детей, становится очевидной именно после того, как они будут прописаны в структуре семейного бюджета.

Особую значимость грамотное ведение бюджета приобретает в контексте взаимодействия семьи с финансовой системой. Как отмечают исследователи, усложнение кредитных и инвестиционных операций, распространение кредитования среди населения сделало проблему правильной оценки своих платежных возможностей как никогда актуальной [2].

Сводный бюджет позволяет домохозяйству оценить собственную кредитоспособность: анализируя доходы и расходы, семья может рассчитать допустимую долговую нагрузку и оценить собственную кредитоспособность. Системный учет также выявляет инвестиционный потенциал – «текущий остаток», который может быть направлен на сбережения и получение дополнительного дохода [4]. Таким образом, семейный бюджет перестает быть просто «домашней бухгалтерией», превращаясь в инструмент стратегического финансового менеджмента домохозяйства.

Рассмотрим модель семейного бюджета и принципы отражения доходов и расходов в ней. В обычном случае доходы поступают из двух основных источников – мужа и жены, хотя в реальности, конечно, нюансов больше. По экономическому содержанию доходы удобно разделить на три категории. Первая – трудовые, то есть заработная плата по основному месту работы или совместительству. Вторая – инвестиционные: проценты по банковским вкладам, доходы от сдачи квартиры или гаража в аренду, дивиденды. И третья – социальные выплаты: пособия, пенсии, стипендии [2,4].

Тут есть один тонкий момент: инвестиционные доходы могут быть как общесемейными (если супруги копили на квартиру и сдают ее уже в браке), так и личными – когда источник дохода, например, доставшаяся по наследству квартира, был создан одним из супругов еще до свадьбы. В последнем случае доход логичнее относить именно на супруга-владельца. Кроме того, доходы делятся на текущие (зарплата, пособия, которые приходят каждый месяц) и единовременные (подарки, наследство, неожиданная премия) [2].

На практике возникает еще одна сложность: момент начисления дохода и момент его реального получения часто не совпадают. Зарплату начислили в декабре, а выдали только в январе. Или человек работает на нескольких работах – уследить за всеми выплатами непросто. Поэтому для нормального учета вводятся два бюджета: один – по принципу начисления (чтобы понимать, сколько семья заработала за месяц по факту труда), а второй – по факту поступления денег на руки. Он нужен для планирования реальных расходов, особенно когда случаются задержки зарплаты или социальных выплат [2].

Способов управлять семейными деньгами существует почти столько же, сколько и самих семей. Однако, если обобщить, можно выделить несколько типичных моделей. В первую очередь они различаются по тому, сколько человек в семье приносят доход. Один из вариантов – когда работает только один супруг. В такой модели право распоряжаться деньгами чаще всего принадлежит кормильцу, хотя бывает, что он полностью делегирует это второму супругу. Минусом модели является финансовая зависимость неработающего партнера. [1].

Сегодня все популярнее становится модель с двумя работающими супругами. Здесь возможны варианты: общий бюджет, когда все доходы складываются в один котел и тратятся совместно, либо раздельный, когда каждый сам распоряжается своей зарплатой, а общие расходы делятся поровну или пропорционально доходам. Есть и компромиссный вариант – смешанный бюджет: супруги вносят согласованную сумму на общие нужды, а остальное тратят по своему усмотрению. Такая система сочетает финансовую независимость и солидарную ответственность за семью.

В наше время у семьи, решившей взять под контроль свои финансы, есть богатый выбор инструментов. Кто-то по-старинке ведет тетрадь или записывает траты в блокнот, другие предпочитают электронные таблицы вроде Excel, где есть больше возможностей для анализа, и визуализации результатов. Третьи переходят на специализированные мобильные приложения и чат-боты, которые автоматически подсчитывают баланс, сортируют расходы по категориям и присылают уведомления, если бюджет под угрозой.

Однако, выбор инструмента – дело вкуса и привычки. И тетрадь, и современное приложение объединяет одно: за любой технологией стоит методика. Важно не просто фиксировать цифры, а понимать структуру доходов и расходов, уметь группировать траты, видеть динамику и вовремя замечать тревожные сигналы. Как верно заметила Юсанова Ю.В., процесс бюджетирования должен быть не самоцелью, а средством для наведения порядка в деньгах и максимально эффективной организации их движения [1].

Далее мы сосредоточимся именно на этой методической основе. Перейдем от теоретических основ к конкретике: рассмотрим принципы построения математической модели семейного бюджета в Excel, разберем ключевые формулы, которые позволяют не только фиксировать данные, но и анализировать их, визуализировать результаты и строить прогнозы.

Рассмотрим методику финансового планирования на примере конкретной семьи, состоящей из трех человек: супругов и ребенка. Оба супруга работают и привносят свой вклад в доход бюджета: муж – наёмный работник с зарплатой 4500 руб. в месяц, жена – самозанятая, её среднемесячный доход составляет 3000 руб. Кроме того, семья получает доход от процентов по вкладу – 50 руб. и100 руб. от сдачи гаража в аренду. В январе муж также имел разовый заработок 500 руб., однако выплата по совместительству (1000 руб.) была задержана, поэтому фактический доход января составил 8650 руб.

Началом планирования является январь 2026 года. Расходы в этом месяце составили 4475 руб., в том числе текущие – 4275 руб., единовременные – 200 руб. Структура текущих расходов: питание и хозяйственные товары – 720 руб., коммунальные услуги – 300 руб., медицинские услуги – 500 руб., расходы на ребёнка – 475 руб., содержание автомобиля – 485 руб., одежда – 900 руб., досуг – 295 руб., оплата помощников – 80 руб., карманные деньги – 400 руб., прочее – 120 руб. На начало января остаток наличных составлял 2000 руб., депозит – 3000 руб. Кредитов и других обязательств семья не имеет. Ближайшая финансовая цель – формирование резервного фонда в размере трёхмесячных расходов (13 500 руб.). Для построения модели использовались данные ежедневного учёта в Excel, что позволило детализировать расходы по дням и категориям.

Перейдем к тому, как описанные данные были организованы в виде таблиц в Excel. Для корректного отражения реального движения денежных средств в модели необходимо различать доходы по моменту начисления и по моменту фактического поступления на счета. Оба варианта учёта доходов исследуемой семьи приведены в таблицах на рисунке 1.

Таблицы доходов семейного бюджета

Бюджет доходов по моменту образования задолженности

Источник дохода	Сумма, руб.
	Январь
Муж	
Основное место работы	4 500
Совместительство	1 000
Прочие единовременные заработки	500
Жена	
Предпринимательская деятельность	3 000
Пособие органов социальной защиты	300
Общие доходы	
Проценты по вкладу	50
Доход от сдачи гаража в аренду	100
Итого доходов	**9 450**

Бюджет доходов по факту образования задолженности

Источник дохода	Сумма, руб.
	Январь
Муж	
Основное место работы	4 500
Совместительство	200
Прочие единовременные заработки	500
Жена	
Предпринимательская деятельность	3 000
Пособие органов социальной защиты	300
Общие доходы	
Проценты по вкладу	50
Доход от сдачи гаража в аренду	100
Итого доходов	**8 650**

Рисунок 1 – Таблицы доходов семейного бюджета

Далее была составлена таблица расходов семьи за январь, построенная в формате подневного учёта. В левой части таблицы приведены категории расходов, фактические и плановые суммы за месяц, а также отклонения. Правая часть содержит распределение трат по дням месяца, что позволяет отслеживать динамику и выявлять пиковые дни расходов. В нижней части таблицы подведены итоги за месяц, по дням и по неделям. Такая структура даёт возможность не только фиксировать фактические затраты, но и оперативно сравнивать их с запланированным бюджетом, корректируя финансовое поведение. Данная таблица представлена на рисунке 2.

Таблица расходов семейного бюджета

	Расходы бюджета				Дни месяца													
№	Категории расходов	Расх. за мес.	План расх.	Отклонение	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Расходы текущие в том числе:	4275																
1	Питание и хозяйственные расходы	720	750	30,00		180							120					
2	Коммунальные платежи	300	300	0,00														
3	Медицинское обслуживание	500	600	100,00													400	
4	Расходы на ребенка	475	500	25,00							95				60			
5	Содержание автомобиля	485	400	-85,00					70							65		
6	Одежда	900	600	-300,00														650
7	Досуг	295	300	5,00				70			50							100
8	Оплата помощников	80	80	0,00														
9	Карманные деньги членов семьи	400	400	0,00	400													
10	Прочее	120	100	-20,00			40											
	Расходы единовременные	200	200	0,00										200				
	Итого за месяц	4475	4230	-245,00														
				Итого за день	400	180	40	70	70	0	145	0	120	200	60	65	400	750
				Итого за неделю	905							1595						

Рисунок 2 – Таблица расходов семейного бюджета

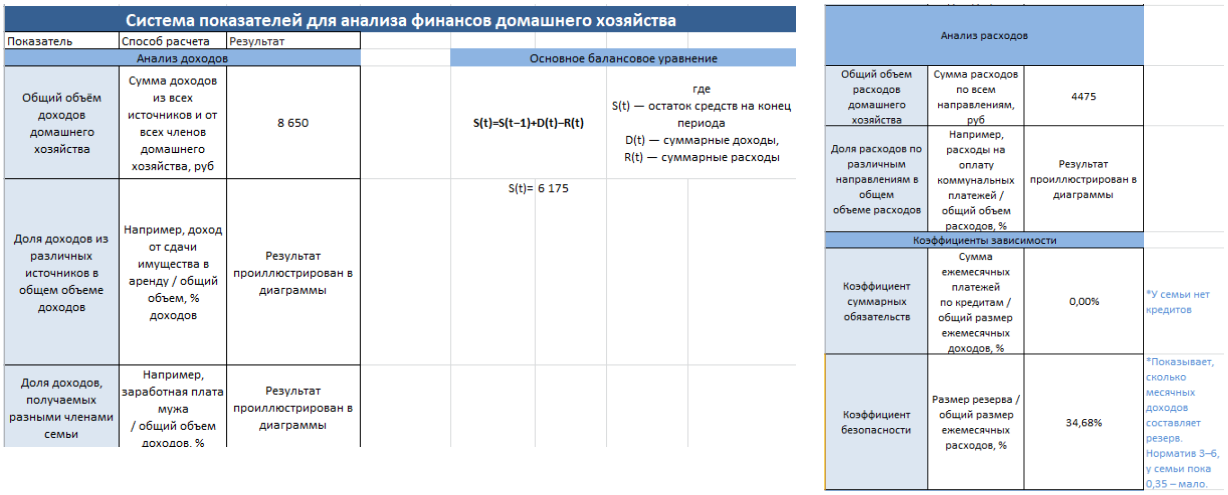
На рисунке 3 представлен сводный семейный бюджет, который объединяет данные о доходах, расходах и движении денежных средств за месяц. В верхней части таблицы указаны исходные параметры: остаток на начало месяца (2000 руб.), фактические доходы (8650 руб.), текущие расходы (4275 руб.) и единовременные расходы (200 руб.). На их основе рассчитаны накопления за месяц (4175 руб.) и общий остаток на конец месяца (9175 руб.). Отдельной строкой выделена сумма, размещённая на депозите в банке А (3000 руб.), что позволяет видеть структуру сбережений. Такая форма представления данных даёт целостную картину финансового состояния семьи и служит основой для расчёта аналитических коэффициентов и принятия управленческих решений.

Сводный семейный бюджет

Показатель	Сумма, руб.
	Январь
Остаток денежных средств на начало месяца	2000
Доходы	8 650
Расходы текущие	4 275
Расходы единовременные	200
Накопления	4 175
Остаток денежных средств на конец месяца, в том числе:	**9 175**
– депозит в банке А	3000

Рисунок 3 – Таблица сводного семейного бюджета

На рисунке 4 представлена сводная таблица ключевых показателей, характеризующих финансовое состояние семьи за анализируемый период. Приведены результаты анализа доходов: общий объём доходов, общий объём расходов, коэффициент суммарных обязательств, коэффициент безопасности. Отдельно выделено основное балансовое уравнение S(t)=S(t−1)+D(t)−R(t), на основе которого рассчитан остаток средств на конец периода. Такая систематизация позволяет количественно оценить структуру поступлений и подготовить базу для дальнейших расчётов коэффициентов зависимости и инвестиционного потенциала.



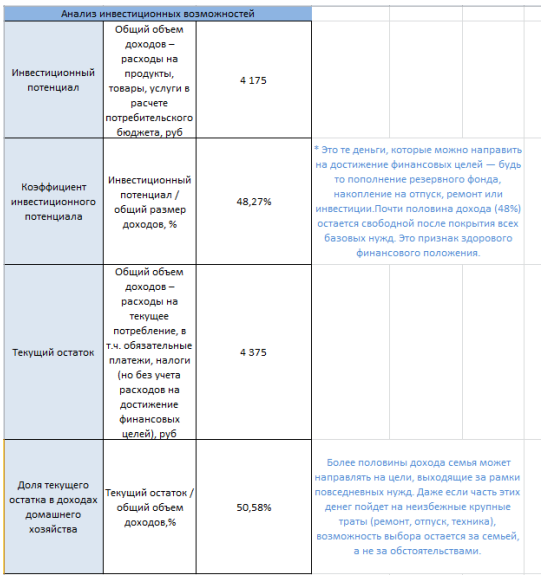
Система показателей для анализа финансов домашнего хозяйства		
Показатель	Способ расчета	Результат
Анализ доходов		
Общий объём доходов домашнего хозяйства	Сумма доходов из всех источников и от всех членов домашнего хозяйства, руб	8 650
Доля доходов из различных источников в общем объеме доходов	Например, доход от сдачи имущества в аренду / общий объем, % доходов	Результат проиллюстрирован в диаграммы
Доля доходов, получаемых разными членами семьи	Например, заработная плата мужа / общий объем доходов, %	Результат проиллюстрирован в диаграммы

Основное балансовое уравнение	
S(t)=S(t−1)+D(t)−R(t)	где S(t) — остаток средств на конец периода D(t) — суммарные доходы, R(t) — суммарные расходы
S(t)= 6 175	

Анализ расходов			
Общий объем расходов домашнего хозяйства	Сумма расходов по всем направлениям, руб	4475	
Доля расходов по различным направлениям в общем объеме расходов	Например, расходы на оплату коммунальных платежей / общий объем расходов, %	Результат проиллюстрирован в диаграммы	
Коэффициенты зависимости			
Коэффициент суммарных обязательств	Сумма ежемесячных платежей по кредитам / общий размер ежемесячных доходов, %	0,00%	*У семьи нет кредитов
Коэффициент безопасности	Размер резерва / общий размер ежемесячных расходов, %	34,68%	*Показывает, сколько месячных доходов составляет резерв. Норматив 3–6, у семьи пока 0,35 – мало.

Рисунок 4 – Таблицы с показателями для анализа доходов и расходов, коэффициенты зависимости

На рисунке 5 представлены расчётные показатели, характеризующие способность семьи к накоплению и инвестированию. Инвестиционный потенциал (4175 руб.) рассчитан как разность между общим объёмом доходов и расходами на продукты, товары и услуги (в рамках потребительского бюджета). Коэффициент инвестиционного потенциала (48,27 %) показывает, какая доля дохода остаётся свободной после покрытия базовых нужд, что свидетельствует о высоком уровне финансовой устойчивости. Также приведён текущий остаток (4375 руб.) – сумма, остающаяся после вычета всех текущих расходов, и его доля в доходах (50,58 %). Эти индикаторы позволяют оценить возможности семьи для создания сбережений и реализации долгосрочных целей.



Анализ инвестиционных возможностей			
Инвестиционный потенциал	Общий объем доходов – расходы на продукты, товары, услуги в расчете потребительского бюджета, руб	4 175	
Коэффициент инвестиционного потенциала	Инвестиционный потенциал / общий размер доходов, %	48,27%	* Это те деньги, которые можно направить на достижение финансовых целей — будь то пополнение резервного фонда, накопление на отпуск, ремонт или инвестиции.Почти половина дохода (48%) остается свободной после покрытия всех базовых нужд. Это признак здорового финансового положения.
Текущий остаток	Общий объем доходов – расходы на текущее потребление, в т.ч. обязательные платежи, налоги (но без учета расходов на достижение финансовых целей), руб	4 375	
Доля текущего остатка в доходах домашнего хозяйства	Текущий остаток / общий объем доходов,%	50,58%	Более половины дохода семья может направлять на цели, выходящие за рамки повседневных нужд. Даже если часть этих денег пойдет на неизбежные крупные траты (ремонт, отпуск, техника), возможность выбора остается за семьей, а не за обстоятельствами.

Рисунок 5 – Таблицы с показателями для анализа инвестиционных возможностей

Диаграмма, представленная на рисунке 6, отражает распределение доходов семьи по источникам. Основную долю составляет заработная плата мужа (4500 руб., 47,6 %). Существенный вклад вносит предпринимательская деятельность жены (3000 руб., 31,7 %), а также совместительство мужа (1000 руб., 10,6 %). Для наглядности использована цветовая дифференциация: фиолетовые оттенки – доходы мужа,

оранжевые – доходы жены, зелёные – общие поступления. Такая структура свидетельствует о многоканальности формирования семейного бюджета и преобладании трудовых доходов.

Диаграмма, представленная на рисунке 7, демонстрирует распределение расходов по основным категориям. Наибольший удельный вес приходится на одежду (900 руб., 20,1 %), питание и хозяйственные товары (720 руб., 16,1 %), медицинское обслуживание (500 руб., 11,2 %) и содержание автомобиля (485 руб., 10,8 %). Расходы на ребёнка составляют 475 руб. (10,6 %), карманные деньги – 400 руб. (8,9 %), коммунальные платежи – 300 руб. (6,7 %), досуг – 295 руб. (6,6 %). Единовременные траты, оплата помощников и прочие мелкие расходы не превышают 4–5 % каждый. Преобладание дискреционных категорий (одежда, досуг) над обязательными (коммуналка, питание) указывает на наличие свободных средств и возможность оптимизации бюджета.

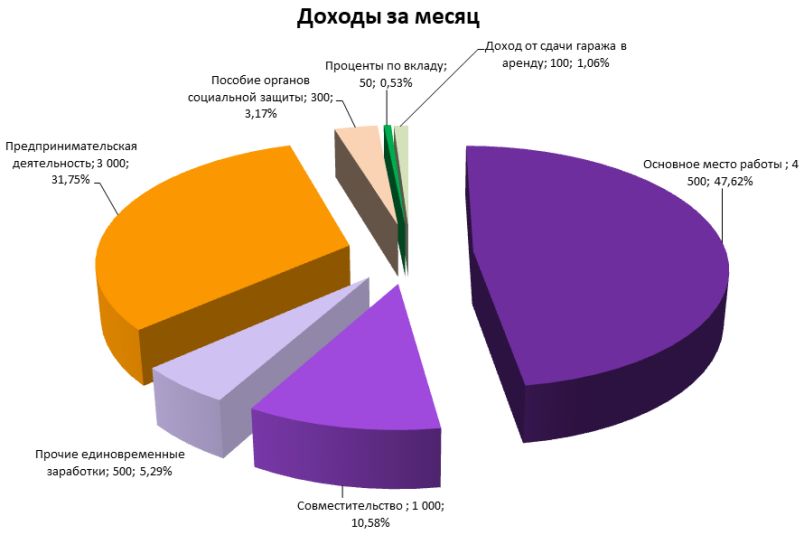


Рисунок 6 – Диаграмма структуры доходов

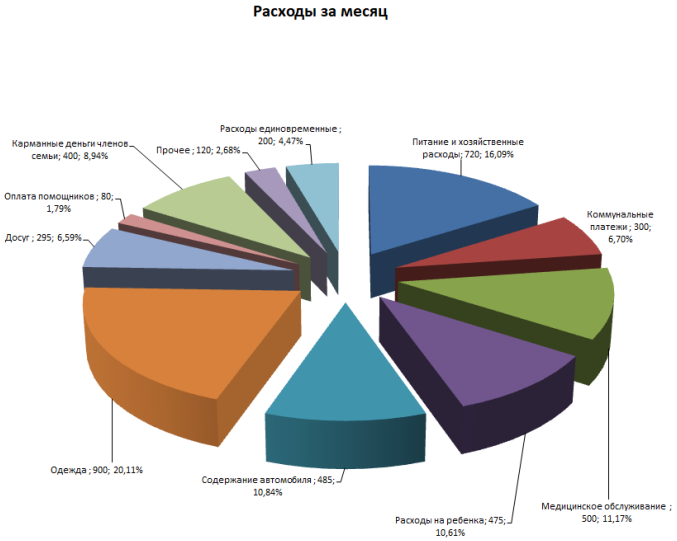


Рисунок 7 – Диаграмма структуры расходов

На рисунке 8 изображены две диаграммы. Первая – классическая пропорция распределения дохода, предложенная в рамках правила 50/30/20: 50 % – на необходимые нужды, 30 % – на желания и развлечения, 20 % – на сбережения и инвестиции. Вторая – фактическое распределение доходов семьи за январь в соответствии с теми же тремя укрупнёнными категориями.

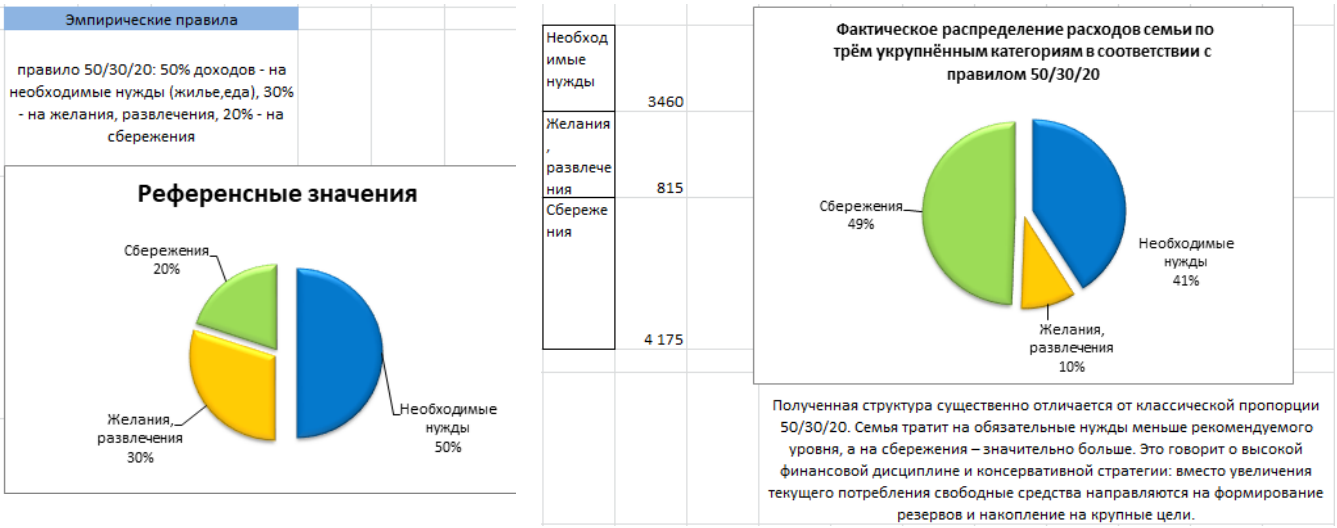


Рисунок 8 – Диаграмма распределения расходов семьи в соответствии с правилом 50 / 30 / 20

Полученная структура существенно отличается от классической пропорции. Семья тратит на обязательные нужды меньше рекомендуемого уровня, а на сбережения – значительно больше. Это свидетельствует о высокой финансовой дисциплине и консервативной стратегии: вместо увеличения текущего потребления свободные средства направляются на формирование резервов и накопление на крупные цели.

В целом семья демонстрирует высокий уровень финансовой дисциплины: при совокупном доходе 8650 руб. в месяц фактические расходы составили 4475 руб., что позволило сформировать накопления в размере 4175 руб. (48% дохода). Отсутствие кредитов, значительный текущий остаток (4375 руб.) и инвестиционный потенциал (4175 руб.) свидетельствуют о прочном финансовом положении и возможности достижения долгосрочных целей, таких как создание резервного фонда и накопление на крупные приобретения.

Результатом научного исследования является математическая модель семейного бюджета, реализованная в среде Excel. На основе классификации доходов и расходов, учёта по начислению и по факту, а также подневной детализации трат построены таблицы, позволяющие автоматизировать расчёт ключевых показателей. Предложенная модель может служить инструментом для анализа и оптимизации семейных финансов, а также для повышения финансовой грамотности населения.

Список использованных источников:

1. Басанова Ю. В., Гуриева Л. М. Семейный бюджет с экономической точки зрения: анализ, модели, структуры расходов //Вестник науки. – 2024. – Т. 2. – №. 11 (80). – С. 58-64.

2. Чернова М. В. Моделирование семейного бюджета //Финансы и кредит. – 2011. – №. 17 (449). – С. 60-63.

3. Степанов П. Н. Создание инструментария для оптимизации расходов за один рабочий день. Интерактивный бюджет: персональный, семейный, для малого бизнеса //Проблемы современной науки и образования. – 2017. – №. 28 (110). – С. 23-28.

4. Земцов А. А. и др. Финансовое планирование в домохозяйствах: учебное пособие:[для студентов и аспирантов вузов по экономическим и финансовым специальностям]. – 2014.

UDC 336.144.32

AUTOMATION OF FAMILY BUDGET ACCOUNTING AND PLANNING

Radchenko K.V.[1]

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1]*, Minsk, Republic of Belarus*

Shinkevich E.A. – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor

Annotation. The article discusses the methodology of mathematical modeling of a family budget using Excel spreadsheets. The theoretical foundations of budgeting, classification of income and expenses, and types of family financial management models are analyzed. A practical model is proposed for accounting income on an accrual basis and on a cash basis, daily expense tracking, consolidated budget, and analytical coefficients. Using a specific family as an example, the possibility of optimizing expenses, assessing investment potential, and planning savings is demonstrated.

Keywords. family budget, mathematical modeling, income and expenses, Excel, accrual and cash accounting, investment potential, financial planning.

УДК 004.75:658.7

6. ОТ ТОННО-КИЛОМЕТРОВ К ТЕРАБАЙТАМ: ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ В АРХИТЕКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ IT-СИСТЕМ

Спариш Д.Е., студент гр. 373901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Фещенко С.Л. – старший преподаватель

Аннотация. В работе исследуются параллели между принципами логистики и архитектурными решениями современных высоконагруженных IT-систем. На примерах CI/CD-конвейеров, сетевой маршрутизации, контейнеризации (Docker/Kubernetes) и инфраструктуры Netflix демонстрируется, что IT-индустрия воспроизводит логистические модели управления потоками, стандартизации и оптимизации маршрутов.

Ключевые слова. логистика, IT-архитектура, CI/CD, маршрутизация, Docker, Kubernetes, CDN, Netflix, управление потоками, контейнеризация, складская логистика, транспортная задача

Современные IT-системы, обеспечивающие доставку цифрового контента миллиардам пользователей, решают, по существу, ту же задачу, которую логистика формализовала задолго до появления интернета – управление потоками в условиях ограниченных ресурсов, неопределенного спроса и требований к скорости обслуживания. Целью данной работы является выявление и систематизация параллелей между логистическими принципами и архитектурными решениями в современных высоконагруженных информационных системах. Практическая значимость состоит в том, что понимание этих параллелей позволяет специалисту на стыке экономики и IT переносить проверенный аналитический аппарат логистики на проектирование программных систем – и наоборот.

В качестве теоретической основы используются классические концепции транспортной, складской и распределительной логистики, изложенные в работах А. М. Гаджинского [1], а также фундаментальные труды по архитектуре распределенных систем М. Клеппмана [2] и компьютерным сетям Э. Таненбаума [3]. Объектом исследования выступают три ключевые области IT-инфраструктуры: конвейеры непрерывной доставки кода (CI/CD), маршрутизация сетевого трафика и контейнеризация приложений с оркестрацией. Предметом – их соответствие принципам и моделям логистики.

Первая параллель. CI/CD-конвейер и транспортная логистика. Конвейер непрерывной интеграции и доставки (CI/CD) – это последовательность автоматизированных этапов, через которые проходит программный код от коммита разработчика до его развертывания на сервере, доступном конечному пользователю [4]. В терминах транспортной логистики здесь прослеживается прямая аналогия. Код-коммит представляет собой единицу груза (грузовую единицу), сам конвейер – транспортный маршрут с последовательными остановками (сборка, тестирование, staging, production), а деплой – момент доставки груза получателю. Понятие «ездка» в логистике, обозначающее законченный цикл перемещения транспортного средства, соответствует одному прогону pipeline – от триггера до завершения. Грузооборот (тонно-километры) находит аналог в объеме данных, проходящих через CI/CD за единицу времени (например, число деплоев в сутки, умноженное на размер артефакта). Время простоя транспортного средства соответствует времени ожидания в очереди задач CI-сервера, а коэффициент использования пробега – доле «полезных» прогонов (дошедших до production) в общем числе запусков pipeline.

Вторая параллель. Сетевая маршрутизация и транспортные маршруты. Алгоритмы маршрутизации в компьютерных сетях – OSPF (Open Shortest Path First), BGP (Border Gateway Protocol) – решают задачу выбора оптимального пути передачи пакета данных от источника к получателю [3]. Это прямой аналог задачи маршрутизации в транспортной логистике. Маятниковый маршрут (A → B → A) соответствует простейшей модели «клиент-сервер», где запрос уходит на сервер и ответ возвращается тем же путем. Кольцевой маршрут (A → B → C → D → A) воспроизводится в топологии Token Ring и в маршрутах CDN, где контент последовательно обновляется на цепочке узлов. Развозочный маршрут (A → B, A → C, A → D) соответствует multicast- и broadcast-рассылке, при которой один источник направляет данные одновременно нескольким получателям. Выбор транспортного протокола (TCP или UDP) по своей сути аналогичен задаче выбора типа транспортного средства: TCP – это «тягач с прицепом», обеспечивающий гарантированную доставку ценой снижения скорости из-за механизмов подтверждения, тогда как UDP – курьерская доставка, где скорость приоритетна, а допускается некоторый процент потерь. Расчет равноценного расстояния в логистике, при котором два вида транспорта становятся одинаково эффективными, находит прямой аналог в выборе протокола в зависимости от характера трафика: для потокового видео «равноценная точка» смещена в сторону UDP, для финансовых транзакций – в сторону TCP.

Третья параллель. Контейнеризация (Docker/Kubernetes) и складская логистика. Docker-контейнер – это стандартизированная единица упаковки приложения с его зависимостями, обеспечивающая

идентичное поведение в любой среде выполнения. Появление морского контейнера стандарта ISO (TEU – Twenty-foot Equivalent Unit) в 1956 г. произвело революцию в мировой торговле за счет унификации тары и совместимости между видами транспорта [5]. Docker воспроизводит тот же принцип: стандартизированный формат образа, переносимый между средами (ноутбук разработчика → тестовый сервер → production). Kubernetes, выполняющий функции оркестрации контейнеров, по сути является WMS (Warehouse Management System) – системой управления складом, которая решает, куда разместить груз (контейнер), как распределить ресурсы и обеспечить масштабирование. Классификация складов в логистике (классы A, B, C, D по уровню оснащенности) находит точное соответствие в системе тиров дата-центров (Tier I–IV) по классификации Uptime Institute [6]: чем выше тир, тем выше отказоустойчивость и стоимость – аналогично тому, как склад класса «А» обеспечивает наилучшие условия хранения, но при значительно более высоких затратах. Метод центра масс грузопотоков, используемый в логистике для определения оптимального расположения складов, концептуально совпадает с алгоритмами размещения CDN-узлов: сервер следует размещать как можно ближе к центру «тяжести» пользовательского трафика.

Четвертая параллель, дополняющая складскую тему: кэширование данных и управление запасами. Классическая модель управления запасами EOQ (Economic Order Quantity) определяет оптимальный размер партии заказа, балансируя затраты на хранение и затраты на размещение заказа. Политики кэширования в IT-системах решают аналогичную задачу: TTL (Time-To-Live) определяет, как долго «товар» (данные) хранится на промежуточном «складе» (кэш-сервере) до истечения срока годности; алгоритм LRU (Least Recently Used) реализует принцип «залежавшийся товар списывается первым», освобождая место для более востребованных позиций; а механизм prefetch – это упреждающий заказ наиболее популярных товаров до момента обращения клиента, аналог страхового запаса.

Подход JIT (Just-In-Time), минимизирующий складские запасы за счет синхронизации поставки с потреблением, отражается в стриминговых протоколах, где контент подгружается порционно «ровно к моменту» воспроизведения – вместо полной предварительной загрузки файла. Примечательно, что тот же принцип реализован и на более низком уровне – в самих языках программирования. JIT-компиляция в среде CLR (Common Language Runtime) платформы .NET работает по аналогичной схеме: промежуточный код (IL) не транслируется в машинный целиком заранее, а компилируется «точно в момент» первого вызова каждого метода [9]. Это прямое воспроизведение логистического JIT: ресурс (машинный код) поставляется ровно тогда, когда в нем возникает потребность, что экономит память (аналог складских площадей) и сокращает время начальной загрузки приложения (аналог сокращения времени комплектации заказа).

Отдельно стоит отметить параллель между балансировкой нагрузки в IT-системах и задачей распределения грузопотоков в логистике. Балансировщик нагрузки (load balancer), распределяющий входящие запросы между несколькими серверами, решает, по существу, ту же задачу, что и диспетчер распределительного центра, направляющий грузовики по разным маршрутам для минимизации суммарного времени доставки. Алгоритмы Round Robin, Least Connections и Weighted Load Balancing имеют прямые аналоги в методах распределения транспортных потоков: равномерное распределение по маршрутам, выбор наименее загруженного маршрута и приоритизация на основе грузоподъемности транспортного средства соответственно. Механизмы автомасштабирования (auto-scaling), динамически добавляющие вычислительные ресурсы при пиковых нагрузках, воспроизводят практику привлечения дополнительного транспорта в периоды сезонных пиков спроса.

Сеть Open Connect CDN компании Netflix включает более 14 000 серверов (OCA – Open Connect Appliance), развернутых у интернет-провайдеров и на точках обмена трафиком (IXP) в 142 странах [8]. Их размещение подчиняется логике, идентичной задаче оптимального размещения распределительных центров. Контент заранее «развозится» на ближайшие к пользователю узлы в ночные часы (аналог предварительной расстановки товаров на региональных складах), а в пиковые часы пользователь получает видео с ближайшего OCA, а не от центрального хранилища – что значительно сокращает задержки, подобно тому как региональный склад сокращает время доставки последней мили. Алгоритмы адаптивного битрейта Netflix также имеют логистическую природу. Система в реальном времени выбирает «размер упаковки» видеопотока (разрешение и степень сжатия) в зависимости от пропускной способности канала – это аналог подбора типа транспортного средства под объем и характер груза.

Особого внимания заслуживает система управления запасами контента на OCA-серверах. Netflix использует алгоритмы прогнозирования спроса, определяющие, какие фильмы и сериалы будут наиболее востребованы в каждом конкретном регионе. Популярный контент размещается на локальных OCA (аналог товаров группы «А» по ABC-анализу – они обеспечивают основную долю «оборота»), тогда как менее востребованные позиции остаются на региональных серверах или в центральном хранилище AWS S3. Это прямое воспроизведение принципа ABC-классификации запасов: 20 % наименований обеспечивают 80 % обращений, и именно они должны находиться на ближайшем к потребителю «складе». Применение методов chaos engineering (например, Chaos Monkey) для тестирования отказоустойчивости инфраструктуры также можно рассматривать через призму логистики – как имитацию сбоев в цепи поставок для проверки устойчивости логистической системы к форс-мажорам.

Описанные аналогии, а также другие архитектурные решения в Netflix, основанные на логистических принципах, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Логистические аналогии в инфраструктуре Netflix

Логистический элемент	Аналог в инфраструктуре Netflix
Распределительный центр (РЦ)	Open Connect Appliance (OCA) у ISP
Центральный склад	AWS S3 – основное хранилище контента
Предварительная развозка товаров	Ночное заполнение OCA популярным контентом
Маршрутизация «последней мили»	DNS-маршрутизация к ближайшему OCA
Выбор типа ТС по характеру груза	Адаптивный битрейт (подбор разрешения)
WMS (система управления складом)	Kubernetes-оркестрация микросервисов
ABC-классификация запасов	Алгоритмы приоритетного кэширования контента

Таким образом, проведенный анализ демонстрирует, что архитектурные решения, лежащие в основе современных IT-систем, не просто напоминают логистические модели – они воспроизводят их принципы: стандартизацию грузовых единиц (Docker/TEU), оптимизацию маршрутов доставки (BGP/транспортные задачи), иерархическую систему складирования (CDN/Tier-классификация дата-центров), конвейерную организацию потока (CI/CD-pipeline/транспортный конвейер) и рациональное управление запасами (кэширование/EOQ). Логистика по своей сути уже давно является наукой не о грузовиках и складах, а об управлении потоками. Самая быстрорастущая отрасль мировой экономики строит свою инфраструктуру на тех же принципах, зачастую даже не осознавая этого. Осознанное применение логистического аппарата специалистами на стыке экономики и IT-индустрии открывает путь к более обоснованным архитектурным решениям и кросс-дисциплинарным инновациям.

Список использованных источников:

1. Гаджинский, А. М. Логистика : учебник / А. М. Гаджинский. – 21-е изд. – М. : Дашков и К°, 2017. – 420 с.

2. Kleppmann, M. Designing Data-Intensive Applications / M. Kleppmann. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2017. – 616 p.

3. Tanenbaum, A. S. Computer Networks / A. S. Tanenbaum, D. J. Wetherall. – 5-th ed. – Boston : Pearson, 2011. – 960 p.

4. What is CI/CD? [Электронный ресурс] / Red Hat. – URL: https://www.redhat.com/en/topics/devops/what-is-ci-cd (дата доступа: 14.03.2026).

5. Levinson, M. The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger / M. Levinson. – 2nd ed. – Princeton : Princeton University Press, 2016. – 491 p.

6. Uptime Institute Tier Classification System [Электронный ресурс] / Uptime Institute. – URL: https://uptimeinstitute.com/tiers (дата доступа: 14.03.2026).

7. Böttger, T. Open Connect Everywhere: A Glimpse at the Internet Ecosystem through the Lens of the Netflix CDN / T. Böttger [Электронный ресурс] // ACM SIGCOMM Computer Communications Review. – 2018. – Vol. 48, No. 1. – URL: https://arxiv.org/abs/1606.05519

8. Open Connect Overview [Электронный ресурс] / Netflix. – URL: https://openconnect.netflix.com/Open-Connect-Overview.pdf (дата доступа: 14.03.2026).

9.Richter, J. CLR via C# / J. Richter. – 4th ed. – Redmond : Microsoft Press, 2012. – 896 p.

UDC 004.75:658.7

FROM TON-KILOMETERS TO TERABYTES: LOGISTICS PRINCIPLES IN THE ARCHITECTURE OF MODERN IT SYSTEMS

Sparish D.E[1]., student of group 373901

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus[1]

Feshchenko S.L. – Master of Economics

Annotation. The paper examines parallels between logistics principles and architectural solutions in modern high-load IT systems. Using examples of CI/CD pipelines, network routing, containerization (Docker/Kubernetes), and Netflix infrastructure, it demonstrates that the IT industry reproduces fundamental logistics models of flow management, standardization, and route optimization.

Keywords:logistics, IT architecture, CI/CD, routing, Docker, Kubernetes, CDN, Netflix, flow management, containerization, warehouse logistics, transportation problem.

УДК 336.275.322:347.72.032(476)

7. СПЕЦИАЛЬНЫЙ НАЛОГОВЫЙ РЕЖИМ ПВТ КАК ФАКТОР ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ IT-КОМПАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Харлантьева Анастасия Сергеевна студент гр.373904

Якимович Алина Александровна студент гр.373904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Насонова И. В. – доцент, кандидат экономических наук

Аннотация. В работе исследуется влияние налогового режима ПВТ на финансовую устойчивость IT-компаний в Республике Беларусь. Проанализированы ключевые преференции (налог на прибыль, НДС, взносы в ФСЗН) и статистические данные за 2017–2025 гг. Раскрыт механизм формирования «налогового щита» как инструмента аккумуляции капитала и минимизации рисков в условиях нестабильности. Результаты подтверждают, что льготный режим является определяющим фактором адаптивности сектора, и обосновывают необходимость стабильности законодательства для поддержания инвестиционной привлекательности отрасли.

Ключевые слова. Парк высоких технологий, специальный налоговый режим, финансовая устойчивость, налог на прибыль, НДС, подоходный налог, ФСЗН, IT-сектор, налоговая льгота, Республика Беларусь.

Современная экономика характеризуется стремительной цифровой трансформацией, и для Республики Беларусь сектор информационных технологий стал одним из главных драйверов экономического роста и увеличения экспорта услуг. Ключевую роль в этом процессе сыграл Парк высоких технологий, создавший уникальные условия для ведения IT-бизнеса. Статус резидента ПВТ открывает доступ к предусмотренным государством льготам и преференциям, а также к экосистеме, ориентированной на развитие высокотехнологичного бизнеса и работу с международными рынками. Специальный налоговый режим ПВТ Республики Беларусь представляет собой уникальный инструмент государственной поддержки IT-сектора, направленный на формирование благоприятных условий для развития инновационного предпринимательства и повышения финансовой устойчивости компаний отрасли.

Один из главных стимулов для резидентов ПВТ – это налоговые льготы. Компании могут рассчитывать на сниженные ставки по налогу на прибыль, упрощённое администрирование и минимизацию налоговых рисков при ведении IT-деятельности. Такой режим позволяет перераспределять сэкономленные средства на развитие продуктов, маркетинг и расширение команды:

1. Освобождение резидентов ПВТ от уплаты налога на прибыль по деятельности, осуществляемой в рамках режима ПВТ [1]. Фактически ставка налога на прибыль составляет 0%, что, с точки зрения финансовой устойчивости, напрямую увеличивает нераспределенную прибыль компании. Это ведет к росту собственного капитала и, как следствие, позволяет организациям направлять большую часть полученной прибыли на развитие бизнеса, инвестиции в технологические решения, расширение штата и выход на международные рынки. В условиях IT-сектора, где основные инвестиции направлены в человеческий капитал и нематериальные активы, данная экономия формирует «подушку безопасности» для реинвестирования в периоды рыночной нестабильности. Вместо традиционного налога на прибыль резиденты ПВТ осуществляют обязательные отчисления в пользу администрации Парка в размере 1 % от выручки, что представляет собой специфическую форму финансового участия в функционировании данной институциональной структуры [2].

2. Льготный режим налогообложения операций по налогу на добавленную стоимость [1]. Общий принцип: резиденты ПВТ освобождаются от НДС по операциям, подпадающим под режим ПВТ (в зависимости от вида операции и её квалификации для целей НДС) [2]. На практике важно разделять две «ветки» НДС:

2.1 НДС по внутренним операциям (реализация товаров/работ/услуг). Льгота применяется к тем операциям, которые попадают под режим ПВТ [2].

2.2 «Ввозной НДС». Резиденты ПВТ не освобождает от уплаты так называемого импортного НДС. Обязанность по его уплате возникает, в частности, при ввозе товаров на территорию Республики Беларусь, где применяются ставки 10% по отдельным категориям (в т.ч. продовольственные товары и товары для детей по перечню; отдельные категории продукции из ЕАЭС; лекарственные средства и медизделия) и 20% – по остальным товарам, если нет освобождения для большинства остальных. Кроме того, НДС может возникать при приобретении услуг у иностранных организаций, не состоящих на учете в Республике Беларусь. В таких случаях белорусская компания может выступать налоговым агентом, если местом реализации услуг признается территория Республики Беларусь [2].

Важно отметить, что освобождение от НДС по оборотам имеет и обратную сторону: компании-резиденты не имеют права на вычет «входного» НДС по затратам, связанным с льготируемой деятельностью, что может увеличивать стоимость приобретаемых товаров (работ, услуг) внутри страны. Однако для экспортно-ориентированных компаний, составляющих основу ПВТ, данный фактор не является критическим, так как их основные затраты сосредоточены в фонде оплаты труда, который НДС не облагается.

3. Освобождение от уплаты ввозных таможенных пошлин при импорте технологического оборудования, комплектующих и запасных частей к нему, используемых для реализации проектов резидентов ПВТ [1]. Данная льгота распространяется на оборудование, включенное в утвержденные перечни и соответствующее установленным требованиям.

4. Дополнительные налоговые преференции:

4.1 Оффшорный сбор – 0% по операциям, подпадающим под льготный режим [1].

4.2 Налог на недвижимость – 0% в отношении основных средств и объектов незавершенного строительства резидентов ПВТ, расположенных на территории ПВТ [1].

4.3 Земельный налог – 0%. Льгота привязана к земельным участкам в границах ПВТ и действует на период строительства объектов под деятельность резидента, но не более 3 лет [1].

5. Зарплатные налоги – ключевая экономия для IT-команд, где основной статьей расходов являются высококвалифицированные кадры. Для сотрудников резидентов ПВТ применяется пониженная ставка по доходам работника в размере 9%. Однако в настоящее время в соответствии с действующим законодательством ставка подоходного налога по доходам работников резидентов ПВТ составляет 13% в период 2023 – 2027 гг [2]. Важно отметить, что даже в период действия прежней льготной ставки (9%) бюджет не оставался в проигрыше. Принимая во внимание, что указанная ставка применялась к заработной плате, размер которой существенно превышает среднереспубликанский уровень, итоговая сумма поступлений подоходного налога в бюджет от IT-сектора была значительно выше, чем в среднем по национальной экономике, в том числе по сравнению с компаниями, не имевшими подобных льгот. Отмену льготного режима по подоходному налогу изначально мотивировали необходимостью пополнить бюджет, пострадавший от борьбы с коронавирусом. Примечательно, что весной 2020 года правительству Беларуси предлагали распространить льготы по подоходному налогу, аналогичные ПВТ, на всех работников, однако в итоге вектор регулирования изменился в противоположном направлении.

Помимо этого, для резидентов ПВТ действует специальный порядок уплаты страховых взносов в ФСЗН. Взносы рассчитываются исходя не из фактической заработной платы работника, а из средней заработной платы по Республике Беларусь [2]. Поскольку уровень оплаты труда в IT-секторе существенно превышает среднереспубликанский показатель, данная норма значительно снижает нагрузку на фонд оплаты труда компаний.

Снижение нагрузки на ФОТ напрямую влияет на структуру себестоимости IT-компании. Экономия на подоходном налоге и взносах в ФСЗН позволяет либо увеличивать чистый доход сотрудников (повышая конкурентоспособность на рынке труда), либо снижать общие расходы компании, увеличивая маржинальность проектов. Это создает запас прочности, позволяя компаниям переживать периоды спада выручки без масштабных сокращений персонала.

Одним из ключевых индикаторов устойчивости IT-сектора является рост количества компаний-резидентов. После принятия Декрета № 8 «О развитии цифровой экономики» в 2017 году наблюдалось значительное расширение ПВТ [5]. За пять лет число резидентов увеличилось примерно в 5 раз, и в настоящее время в Парке функционирует более 1000 компаний. Только в 2020 – 2021 гг. к Парку присоединились 417 новых компаний, а в 2022–2024 гг. – ещё 221 компания. По состоянию на 2025 год в ПВТ насчитывается 1026 резидентов, из которых 139 были приняты в 2024 году и первом квартале 2025 года [3]. Такой рост свидетельствует о высокой привлекательности налогового режима ПВТ для бизнеса.

Показатель занятости также подтверждает устойчивое развитие сектора. Численность работников компаний-резидентов составляет около 59–60 тыс. человек, что соответствует почти 2% занятых в экономике Республики Беларусь. Только в 2024 году резиденты ПВТ создали около 7 тыс. новых рабочих мест, а в первом квартале 2025 года численность сотрудников выросла на 7% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года [3]. Расширение занятости свидетельствует о росте масштабов деятельности компаний и повышении их экономической устойчивости.

Значительное влияние специальный налоговый режим оказывает и на экспортный потенциал IT-сектора. После принятия Декрета № 8 экспорт услуг ПВТ продемонстрировал резкий рост: уже в 2017 году он увеличился на 125% и впервые превысил 1 млрд долларов США. В дальнейшем динамика сохранялась положительной, и в 2021 году был достигнут рекордный показатель – 3,2 млрд долларов. В последующие годы экспорт стабилизировался на высоком уровне: в 2024 году он составил 1,8 млрд долларов, а в 2025 году превысил 2 млрд долларов, увеличившись примерно на 12%. При этом положительное внешнеторговое сальдо ПВТ в 2024 году достигло 1,6 млрд долларов, что свидетельствует о значительном превышении экспорта над импортом [3]. Рост экспортной выручки и положительное сальдо формируют устойчивый приток валюты в компании-резиденты, что снижает их зависимость от внутреннего валютного рынка и курсовых колебаний при оплате международных обязательств, повышая валютную автономию бизнеса.

Рост финансовых показателей резидентов подтверждается и данными о выручке и объеме производства. В 2024 году объем производства компаний-резидентов составил 7 млрд 887 млн белорусских рублей, а выручка на внутреннем рынке достигла примерно 2 млрд рублей, что составляет около 25% общей выручки. В первом квартале 2025 года резиденты ПВТ произвели и реализовали продукции на сумму более 2 млрд рублей, что на 12% больше, чем за аналогичный период предыдущего года. Экспорт за этот же период составил 459 млн долларов, увеличившись на 7% [3].

Привлекательность налогового режима ПВТ подтверждается и масштабами привлеченных инвестиций. Более 35% резидентов являются компаниями с иностранным капиталом, а в Парке функционирует около 100 центров разработки международных корпораций. С 2017 года ПВТ привлек около 2,3 млрд долларов иностранных инвестиций, что свидетельствует о доверии международного бизнеса к созданным условиям ведения деятельности [3]. Приток прямых иностранных инвестиций не только увеличивает капитализацию компаний, но и способствует трансферу технологий и управленческих практик, что опосредованно укрепляет долгосрочную финансовую устойчивость сектора.

Совокупность рассмотренных налоговых преференций формирует для резидентов ПВТ так называемый «налоговый щит» – инструмент легальной минимизации налоговых обязательств, высвобождающий значительный объем финансовых ресурсов. В отличие от традиционного понимания налогового щита как экономии на налоге на прибыль за счет амортизации или процентных платежей, в случае ПВТ данный эффект носит комплексный характер. Освобождение от налога на прибыль позволяет компаниям капитализировать до 20% доходов, которые в иных условиях подлежали бы изъятию в бюджет. Льготный порядок уплаты страховых взносов (исходя из средней зарплаты по стране, а не фактического фонда оплаты труда) при средней зарплате в IT-секторе около 5–6 тыс. белорусских рублей сокращает нагрузку на ФОТ в 3–4 раза по сравнению с компаниями на общей системе налогообложения. Высвобожденные средства направляются на формирование резервных фондов, увеличение оборотного капитала и финансирование инвестиционных проектов, что напрямую повышает показатели текущей ликвидности и финансовой автономии компаний. Таким образом, «налоговый щит» ПВТ выступает не столько инструментом минимизации, сколько механизмом аккумуляции капитала, обеспечивающим запас прочности в условиях макроэкономической нестабильности. Для демонстрации финансовой устойчивости нужно провести сравнения налоговой резидента ПВТ и компании на общей системе налогообложения (ОСН) (таблица 1) [4].

Таблица 1 – Сравнение налоговой нагрузки резидента ПВТ и компании на ОСН

№п/п	Вид налога / платежа	Общая система (ОСН)	Спецрежим ПВТ
1	Налог на прибыль	20% – базовая ставка (5% для дивидендов, 10% по отдельным операциям)	0% (+1% от выручки в пользу администрации ПВТ)
2	НДС	20% (внутренний рынок)	0% (освобождение по профильной деятельности); Импортный НДС уплачивается на общих основаниях (10% или 20%)
3	Подоходный налог	13% (стандартная ставка).	13% (льготный период до 2027 г.). Примечание: до 2023 г. ставка составляла 9%,
4	Страховые взносы в ФСЗН	34% от фактического дохода сотрудника	34% от средней зарплаты по республике
5	Оффшорный сбор	15% (с выплат отдельным категориям иностранных юрлиц из оффшорных зон)	0% (освобождение по операциям в рамках ПВТ)
6	Налог на недвижимость	1% в год от стоимости зданий и сооружений (для организаций)	0% (в отношении основных средств и объектов незавершенного строительства, расположенных на территории ПВТ)
7	Земельный налог	0% (на период строительства объектов, но не более 3 лет, для участков в границах ПВТ)	По ставкам, зависящим от кадастровой стоимости и местоположения участка
8	Ввозные таможенные пошлины	Уплата пошлин по ставкам Единого таможенного тарифа ЕАЭС (от 0% до 15% и выше, в зависимости от кода ТН ВЭД)	Освобождение (при ввозе оборудования для реализации проектов)

При всей очевидной льготности налогового режима, резиденты ПВТ остаются значимыми налогоплательщиками. По данным Министерства по налогам и сборам Республики Беларусь, в 2024 году компании-резиденты перечислили в бюджет 667,6 млн белорусских рублей [2]. Одновременно вклад ПВТ в национальную экономику составляет около 3 % валового внутреннего продукта страны [3].

Несмотря на очевидные успехи, специальный налоговый режим ПВТ сталкивается с рядом вызовов, которые могут ослабить его влияние на финансовую устойчивость компаний в будущем:

1. Зависимость от валютных колебаний. Основная выручка экспортеров номинирована в иностранной валюте, в то время как основная часть расходов (зарплата, аренда, налоги в бюджет) — в белорусских рублях. Резкое укрепление национальной валюты может привести к снижению рублевой выручки и, как следствие, к падению рентабельности, даже при сохранении валютных поступлений на прежнем уровне.

2. Риск изменения законодательства. Финансовое планирование резидентов ПВТ строится на долгосрочных ожиданиях стабильности условий. Однако опыт повышения ставки подоходного налога с 9% до 13% демонстрирует возможность ухудшения условий ведения бизнеса. Любые сигналы о потенциальном пересмотре льгот (например, увеличение отчислений в ПВТ или отмена освобождения от налога на прибыль) создают неопределенность и могут снизить инвестиционную активность.

3. Концентрация рисков в одном секторе. Высокая доля IT-сектора (3% ВВП) и его зависимость от глобального спроса на технологические услуги создают риск для всей национальной экономики в случае мирового кризиса в tech-индустрии.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что специальный налоговый режим ПВТ выступает системообразующим фактором финансовой устойчивости IT-компаний в Республике Беларусь. Льготы по налогу на прибыль, НДС, подоходному налогу и взносам в ФСЗН формируют благоприятную среду для реинвестирования капитала, роста экспорта и привлечения иностранных инвестиций. Статистические данные за период 2017–2025 гг. подтверждают устойчивую положительную динамику количества резидентов, занятости и объемов производства.

В то же время, финансовая устойчивость резидентов ПВТ не является абсолютной и подвержена влиянию внешних макроэкономических факторов (валютные риски) и потенциальных изменений в национальном законодательстве. Для сохранения достигнутых темпов роста и укрепления устойчивости сектора государству необходимо обеспечивать предсказуемость налоговой политики, а компаниям-резидентам — диверсифицировать рынки сбыта и валютные потоки. В целом, опыт ПВТ демонстрирует эффективность модели государственно-частного партнерства, где налоговое стимулирование выступает катализатором развития высокотехнологичного сектора экономики.

Список использованных источников:

1. Министерство экономики Республики Беларусь. Инвестиции ПВТ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://economy.gov.by/ru/pvt-ru/.

2. Министерство по налогам и сборам Республики Беларусь: Особенности налогообложения резидентов ПВТ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nalog.gov.by/organizations/features/pvt/.

3. Парк высоких технологий: цифры и факты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://park.by/htp/facts/.

4.Налоговый кодекс Республики Беларусь (Общая часть) : 19 дек. 2002 г. № 166-З : принят Палатой представителей 15 ноября 2002 г. : одобр. Советом Респ. 2 декабря 2002 г. : с изм. от 30 дек. 2025 г. № 127-З : по состоянию на 1 янв. 2026 г. – Минск : Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.

5.О развитии цифровой экономики : Декрет Президента Респ. Беларусь от 21 дек. 2017 г. № 8 : в ред. от 18 марта 2021 г. № 1 : с изм. и доп. вступ. в силу с 19 марта 2021 г. // ЭТАЛОН :информ.-поисковая система .

UDC 336.275.322:347.72.032(476)

SPECIAL HTP TAX REGIME AS A FACTOR OF FINANCIAL STABILITY OF IT COMPANIES IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Kharlantsyeva A.S.

Yakimovich A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nasonova I.V. – Assoc. Prof., PhD in Economics

Annotation. The paper examines the impact of the HTP tax regime on the financial stability of IT companies in the Republic of Belarus. Key preferences (income tax, VAT, contributions to the Federal Tax Service) and statistical data for 2017-2025 are analyzed. The mechanism of forming a "tax shield" as a tool for capital accumulation and risk minimization in conditions of instability is revealed. The results confirm that preferential treatment is a determining factor in the sector's adaptability, and substantiate the need for legislative stability to maintain the industry's investment attractiveness.

Keywords. *High-tech Park, special tax regime, financial stability, corporate Tax, VAT, income tax, Federal Tax Service, IT sector, tax relief, Republic of Belarus.*

УДК 339.138:004

8. КОНТЕНТ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО БРЕНДА В INSTAGRAM (НА ПРИМЕРЕ ООО «КУРСЫ КЕДР»)

Герасимчик С. Д., студент гр. 573904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н. Н. – канд. экон. наук

Аннотация. В статье выявлены и охарактеризованы функциональные разновидности контента, направленного на продвижение образовательных услуг на платформе Instagram. Раскрыта специфика образовательного, репутационного, вовлекающего, новостного и продающего контента, используемого в системе маркетинговых коммуникаций белорусской организации, работающей на рынке онлайн-образования.

Ключевые слова. Интернет-маркетинг, контент-стратегия, Instagram, онлайн-образование, образовательная услуга, ЦТ-репетиторство.

Распространение цифровых технологий ведет к качественным изменениям во всех сферах жизнедеятельности общества. Системной трансформацией, обусловленной развитием цифровой экономики, характеризуется и сфера образования. Интеграция информационных технологий в образовательные практики способствует появлению новых форм взаимодействия между субъектами рынка образовательных услуг, изменению моделей обучения. Активное внедрение цифровых инструментов оптимизирует процесс передачи знаний, содействует расширению спектра онлайн-услуг, позволяет формировать «персонализированные образовательные траектории» [1, с. 76].

В условиях цифровизации и высокой рыночной конкуренции традиционное репетиторство (индивидуальное наставничество) стало активно замещаться дистанционными образовательными моделями, которые реализуются на платформах социальных медиа, а значит, требуют эффективного взаимодействия с потребителями в цифровой среде. Кросс-платформенный подход в маркетинговых коммуникациях позволяет реализовать комплексную контент-стратегию, в рамках которой каждая площадка в социальных медиа выполняет свою роль в общении с потенциальным клиентом.

В современной теории интернет-маркетинга контентная стратегия рассматривается как «создание, публикация и продвижение контента, способствующего достижению ключевых бизнес-целей в цифровой среде организации» [2, с. 288]. В продвижении образовательных услуг в социальных медиа контент-стратегия определяет смысловое и эмоциональное наполнение профилей, выступая инструментом управления вниманием и образовательным опытом аудитории. Реализация контент-стратегии предполагает четкое распределение функций между публикациями. Классификация контента с учетом функциональной направленности позволила ученым выделить его разновидности: репутационный, полезный, развлекательный и рекламный [3]; полезный, продающий, развлекательный, коммуникационный [4, с. 26]. Исследователь Д. А. Шевченко обращает внимание, что целевыми метриками контент-маркетинга выступают: узнаваемость бренда; конверсия на сайт; приверженность бренду; привлечение клиентов; доверие к организации; внимание со стороны стратегических партнеров; узнаваемость организации и увеличение ее доходов [4, с. 25].

Цель настоящего исследования – определить виды и функциональные особенности контента, используемого в качестве инструмента продвижения на платформе Instagram образовательного бренда, функционирующего на рынке онлайн-репетиторства.

Материальная база исследования – публикации из официального аккаунта образовательных онлайн-курсов «Кедр» (@kedr.courses) и профилей его преподавателей в социальной сети Instagram (период выборки: 2025–2026 гг.).

Устойчивый спрос на образовательные услуги организаций, работающих на рынке ЦТ-репетиторства в Беларуси, формируется закреплением в стране в качестве форм итоговой аттестации и вступительных испытаний в высшие учебные заведения централизованного экзамена (ЦЭ) и централизованного тестирования (ЦТ). ООО «Курсы Кедр» – белорусская организация, специализирующаяся на комплексной подготовке абитуриентов к ЦТ и ЦЭ по всем предметам с использованием дистанционных моделей обучения. Образовательный проект предлагает различные программы обучения: основной курс (ориентирован на фундаментальную подготовку в течение 7 месяцев), экспресс-курс (рассчитан на систематизацию знаний, длительность – 3 месяца), краткосрочные интенсивы (многочасовые марафоны, проводимые накануне испытаний).

Для взаимодействия бренда с аудиторией используется потенциал видеохостинга YouTube как главной площадки для реализации основного образовательного продукта. На канале проводятся онлайн-занятия с детальным разбором заданий ЦТ и ЦЭ, доступные при условии оплаты, а также размещаются

записи бесплатных открытых стримов, позволяющих абитуриенту оценить качество учебных материалов и методику конкретного преподавателя.

Продвижение услуг центра осуществляется посредством применения кросс-платформенной модели, реализуемой на площадках социальных медиа – мессенджера Telegram и социальных сетей Instagram и TikTok. Официальные каналы бренда «Кедр» и интернет-площадки преподавателей не конкурируют, а нацелены на комплексное взаимодействие с аудиторией для реализации бизнес-целей организации.

С технической точки зрения социальная сеть Instagram представляет собой «фото- и видеохостинг, предназначенный для общения и представления информации с помощью особого мультимедийного языка: фото, видео и текста» [5, с. 118]. Основным носителем информации в Instagram является фотография (шире – иллюстрация), степень доверия и вовлеченности аудитории платформы определяется качеством графического оформления контента. В кросс-платформенной модели продвижения курсов «Кедр» социальная сеть Instagram используется как площадка для визуальной репрезентации бренда. В коммуникационной стратегии курсов контент в Instagram строго дифференцирован по функциональной направленности.

Образовательный (экспертный) контент. На площадке Instagram данный вид контента представляет собой учебные материалы, адаптированные под визуальные форматы и используемые для передачи знаний в процессе повседневного потребления контента. Публикации раскрывают суть правил либо содержат разбор заданий ЦТ/ЦЭ, представляются в виде отдельных статичных изображений либо карточек в «карусели». Учебная информация подается четко структурированной, оформляется в виде инфографики, списков, деления на блоки, что позволяет обеспечить доступность восприятия сложного материала, а также находить необходимые сведения в потоке информации («*Пост-шпаргалка: Виды конкуренции. Экономика*»; «*Топ ловушек. Обществоведение ЦТ/ЦЭ*»; «*Все формулы стереометрии*»). Такой подход к визуализации данных позволяет создать на платформе Instagram бесплатную базу дидактического материала (цифровой справочник), доступную широкой аудитории и удобную для многократного обращения при подготовке к испытаниям. Образовательный контент в формате Reels является дополнением к основному контенту и представляет собой видеоролики, нацеленные на подтверждение экспертности преподавателя, поддержание интереса и лояльности к бренду, выстраивание с ним долгосрочных отношений («*Что посмотреть с уровнем A2-B1 на английском языке*»; «*Топ-5 фильмов для сдающих ЦТ/ЦЭ по биологии*»). Отдельного внимания при анализе контент-стратегии бренда «Кедр» заслуживает применение при подготовке экспертного контента приемов развлечения: адаптация мемов под тематику курсов, обращение к юмористическим сюжетам при изложении темы ориентировано на создание положительного эмоционального фона в работе с аудиторией, удержание ее внимания, формирование лояльного сообщества вокруг бренда.

Репутационный (имиджевый) контент. В стратегии продвижения бренда, реализуемой в Instagram, репутационный контент представляет собой материалы, направленные на доказательство качества услуг организации, подтверждение профессиональной компетентности ее сотрудников. Так, в официальном профиле курсов «Кедр» и на площадках преподавателей центра публикуются скриншоты с результатами учеников, их отзывы и комментарии, истории успеха через демонстрацию получаемых на РТ, ЦЭ/ЦТ баллов. Отдельного внимания заслуживает репутационный контент, свидетельствующий об уровне знаний преподавателей: ежегодно участвуя во всех этапах репетиционного тестирования, они не только делают разборы заданий, оценивают уровень их сложности, но публикуют собственные результаты пройденных испытаний, подтверждая таким образом свой высокий профессионализм и компетентность. Личностно-ориентированный характер имеют и имиджевые публикации, которые реализуются преимущественно в формате Stories и нацелены на демонстрацию «закулисья» работы организации, знакомство с буднями преподавателей, раскрытие их личностных качеств («*Немножко закадровой Кедровой жизни вам в ленту*»; «*Поддержка – вот что важно перед ЦТ и ЦЭ. Так что знайте: мы рядом. Кедр*»), а значит, обеспечивает очеловечивание бренда, выстраивание эмоциональной связи между учениками и педагогами. Особую ценность имеет репутационный контент с обучающими и мотивационными элементами, позволяющий не только раскрыть ситуацию из жизни преподавателей, но и предоставить аудитории полезное знание, в том числе из области психологии («*Базавыя пытанні выкладчыкам Кедра: “розніца паміж “кахаць” і “любіць”*»; «*Мотивация вышла из чата. Что делать?*»; «*Эти фильмы изменят твой взгляд на учебу*»). В целом репутационный контент служит формированию доверия к бренду, при этом он ориентирован как на абитуриентов, так и на их родителей, принимающих решение о приобретении услуги.

Вовлекающий (интерактивный) контент. Представляет собой материалы, предполагающие активное участие пользователей в коммуникации и обеспечивающие бренду обратную связь. При создании подобных публикаций в профилях курсов «Кедр» используются игровые технологии, доступные в Stories и Reels: абитуриенты включаются в решение тестов, проходят опросы, реагируют голосованием на запрос, выбирают позицию из перечня, играют на внимательность, пишут комментарии («*Проверка общих знаний по английскому языку. Произнеси данное слово: gueue*»). Подобного рода взаимодействие позволяет образовательному центру поддерживать внимание и лояльность подписчиков, собирать данные для изучения аудитории.

Новостной (информационный) контент. В Instagram-коммуникации курсов «Кедр» новостной контент нацелен на оперативное информирование и поддержание непрерывного контакта с аудиторией. Быстрая связь через Stories позволяет преподавателям сообщать текущие новости об РТ, ЦЭ/ЦТ (даты регистрации, правила заполнения бланков, требования к участникам тестирования), отвечать на вопросы подписчиков в режиме реального времени («*Как работать с баллами по РЦЭ по математике*»; «*Почему стоит сходить на РТ-1*»; «*Куда поступать в Беларуси: физика + математика*»; «*Проходные баллы в вузы 2025 года. Общество и история. Посмотрим несколько специальностей*»; «*Новые профессии в РБ. Топ-10*»), а значит, выполнять роль персонального помощника абитуриента на всех этапах подготовки к испытаниям.

Продающий контент. Представляет собой материалы, направленные на убеждение потребителя в ценности образовательной услуги и стимулирование совершения конкретного действия – регистрации на курс, покупки продукта. В Instagram-коммуникации бренда «Кедр» анонсируются наборы на основной или экспресс-курсы, раскрывается стоимость обучения, представляется информация о скидках и возможностях участия в бесплатных интенсивах («*Вся история с нуля. Весенний экспресс-курс повторения в ЦЭ/ЦТ*»; «*Разбор теста-аналога РТ-2. прямая трансляция. встречаемся в 11.00*»). Реализуются подобные активности преимущественно в Stories, содержат информацию о проведении первого занятия («*Первое занятие в одной фразе: @shyxx5130 это было вау это было круто. Успеть на курс: регистрация на курс до 7 марта*»), правилах решения сложного задания («*11 класс. Типы сложных предложений*»), создании авторского учебного материала («*Про материалы курса: как и с чем мы работаем*»; «*Завтра старт экспресс-курса. За март проходим всю орфографию и пунктуацию, поэтому книга с полной теорией получилась просто огромной. Там и шпаргалки, и словарные слова, и все правила*») и сопровождаются дополнительным предложением воспользоваться ссылкой для регистрации («*попасть на курс*», «*присоединиться к группе*»), перейти в шапку профиля, на YouTube или в Telegram («*вот здесь смотрим*»; «*обсуждение РТ-3*»; «*смотреть видео*»; «*прямая трансляция*»; «*Чек-лист с темами для РТ-3 уже в моем тгк;) забрать полезность *без спойлеров содержания заданий*»).

Таким образом, разделение контента в Instagram на функциональные блоки позволяет образовательному бренду «Кедр» обеспечивать комплексное воздействие на аудиторию. Учитывая специфику платформы, центр делает акцент на упаковке продукта как качественного бесплатного «цифрового учебника», демонстрации особого стиля жизни тех, кто принадлежит к сообществу «кедров» – преподавателей и обучающихся. Эмоциональная связь с аудиторией и эффект индивидуального сопровождения абитуриента на всех этапах подготовки к экзаменам формируется через интерактивные форматы Stories и Reels. Обеспечивая узнаваемость бренда, публикации на платформе Instagram служат как созданию экспертного имиджа организации, так и укреплению лояльности клиентов, формируя у них рациональное убеждение в необходимости приобретения образовательной услуги.

Список использованных источников:

1. Зеер, Э. Ф., Сыманюк, Э. Э. Индивидуальные образовательные траектории в системе непрерывного образования / Э. Ф. Зеер, Э. Э. Сыманюк // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 3. – С. 74-82.

2. Кингснорт, С. Стратегия цифрового маркетинга: интегрированный подход к онлайн-маркетингу / С. Кингснорт. – Москва : Олимп-Бизнес, 2019. – 416 с.

3. Халилов, Д. Маркетинг в социальных сетях / Д. Халилов. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 240 с.

4. Шевченко, Д. Контентная стратегия организации: планирование и реализация / Д. Шевченко // Практический маркетинг. – 2022. – № 9 (306). – С. 24-29.

5. Назаров, Д. М., Фитина, Е. К. Возможности Instagram как инструмента цифрового маркетинга / Д. М. Назаров, Е. К. Фитина // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2019. – № 6 (120). – С. 116-122

UDC 339.138:004

FUNCTIONAL CONTENT STRUCTURE AS A TOOL FOR PROMOTING AN EDUCATIONAL BRAND ON INSTAGRAM (ON THE EXAMPLE OF KEDR COURSES LLC)

Herasimchyk S. D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Zhilinskaya N. N. – PhD in Economics

Annotation. The article identifies and characterizes the functional varieties of content aimed at promoting educational services on the Instagram platform. It reveals the specifics of educational, reputational, engaging, news, and selling content used in the marketing communications system of a Belarusian company operating in the online education market.

Keywords. Internet marketing, content strategy, Instagram, online education, educational service.

УДК 519.2:78

9. SPOTIFY-АНАЛИТИКА: КАКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕЛАЮТ ПЕСНЮ ХИТОМ

Костромина П.О., Казачина К.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шинкевич Е.А. – кандидат физико-математических наук, доцент

Аннотация. В работе используются методы статистического анализа, позволяющие выявить значимые зависимости между аудио характеристиками треков и их популярностью, а также признаков в формировании «хита».

Ключевые слова. Spotify, стриминговые платформы, популярность треков, музыкальная аналитика, аудиохарактеристики, danceability, energy, acousticness, instrumentalness, loudness, жанровая принадлежность, popularity, машинное обучение, метод случайного леса, взаимная информация, анализ данных, цифровая музыка, предсказание хитов.

Spotify – крупнейшая музыкальная стриминговая платформа в мире: 751 млн ежемесячно активных пользователей, 276 млн платных подписчиков, более 100 млн треков в каталоге и 31,7% мирового рынка стриминга (SQ Magazine, 2026). Ежедневно на платформу загружается около 60 000 новых треков, что формирует беспрецедентную конкуренцию за внимание слушателя.

Глобальная выручка индустрии записанной музыки в 2024 году достигла 29,6 млрд USD, из которых 69% (20,4 млрд USD) приходится на стриминг (IFPI Global Music Report, 2025). Алгоритмическая система Spotify – BaRT (Bandits for Recommendations as Treatments) – генерирует около 40% всех стримов, обрабатывая более 500 млрд точек данных ежедневно и анализируя до 1 500 звуковых характеристик каждого трека (Music Ally, 2026; Productify, 2022). Алгоритм принимает первичное решение о «качестве» трека в течение первых 72 часов после релиза, опираясь на save rate, completion rate и repeat listening (iMusician, 2026).

В условиях большого объёма данных и высокой вариативности музыкальных характеристик применение статистического анализа является необходимым инструментом исследования. Статистические методы позволяют выявлять закономерности в данных, оценивать силу и значимость связей между переменными, а также делать обоснованные выводы на основе количественных показателей.

Целью работы является выявление аудиохарактеристик, наиболее значимых для достижения треком статуса «хит» на Spotify, на основе статистического анализа датасета из 87 944 уникальных треков 113 жанров с использованием 15 признаков: 12 аудиохарактеристик Spotify Web API (danceability, energy, loudness, speechiness, acousticness, instrumentalness, liveness, valence, tempo, key, mode, time_signature), длительность (duration_min), метка explicit и жанровая принадлежность (genre_encoded).

В качестве целевой переменной использована метрика popularity (0–100). Порог хита установлен на уровне popularity ≥ 50, что соответствует 75-му перцентилю распределения (верхний квартиль). При данном пороге хиты составляют 24,0% выборки (~21 100 треков), не-хиты – 76,0% (~66 800 треков). Распределение popularity (рис. 1) носит бимодальный характер: значительная доля треков сконцентрирована в области 0–10, второй пик – в диапазоне 30–50. Медиана составляет 34, среднее – 33,4.

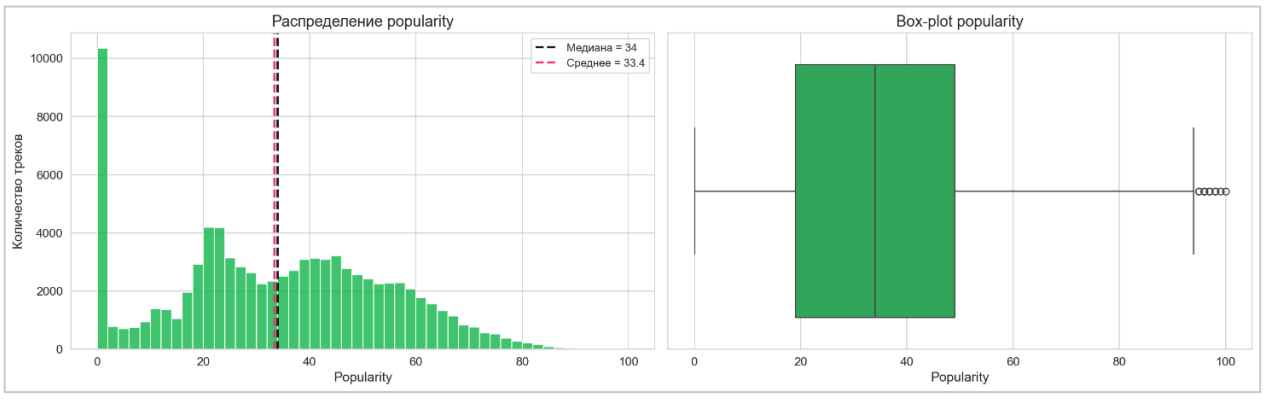


Рисунок 1 – Распределение popularity

Анализ чувствительности к выбору порога (рис. 2) подтверждает оптимальность: при пороге 40 доля хитов возрастает до 40,8% (размывая понятие «хит»), при 60 – сокращается до 11,1%, при 70 – до 3,5%,

при 80 – до 0,7%. Резкое экспоненциальное падение доли хитов при порогах выше 60 делает порог 50 оптимальным компромиссом между разделяющей способностью и объёмом обоих классов.

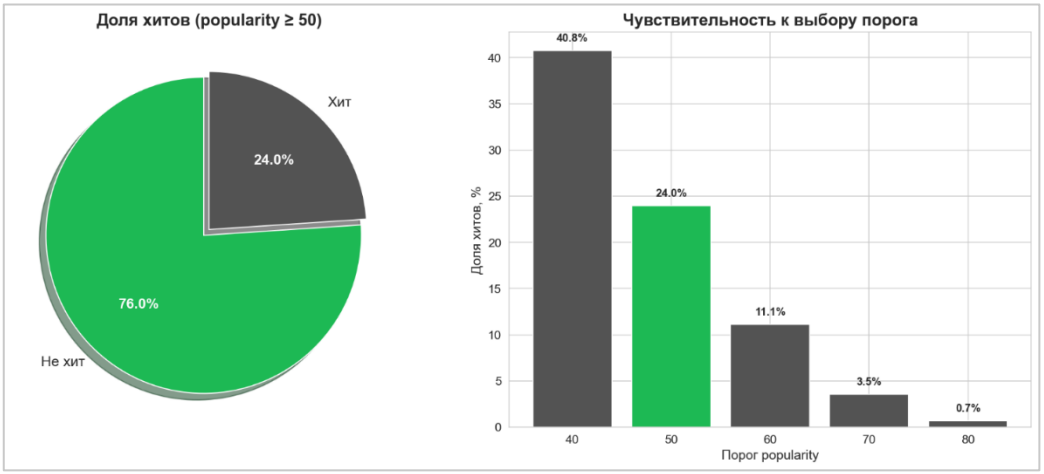


Рисунок 2 – Доля хитов и анализ чувствительности порога

Наложенные гистограммы плотности (рис. 3) и box-plots (рис. 4) для 12 аудиопризнаков выявляют три признака с наиболее выраженными различиями между классами:

1 Danceability – распределение хитов смещено вправо (медиана ~0,60 vs ~0,55), что свидетельствует о более высокой танцевальности популярных треков.

2 Instrumentalness – подавляющее большинство хитов сконцентрировано вблизи нулевых значений, тогда как не-хиты имеют значительно более широкое распределение с длинным «хвостом» до 1,0. Хиты – это преимущественно вокальные композиции.

3 Acousticness – хиты чаще имеют низкие значения, что указывает на преобладание электронно обработанного звука.

Добавленные признаки key, mode и time_signature демонстрируют практически полное перекрытие распределений между классами, что заранее указывает на их слабую дифференцирующую способность.

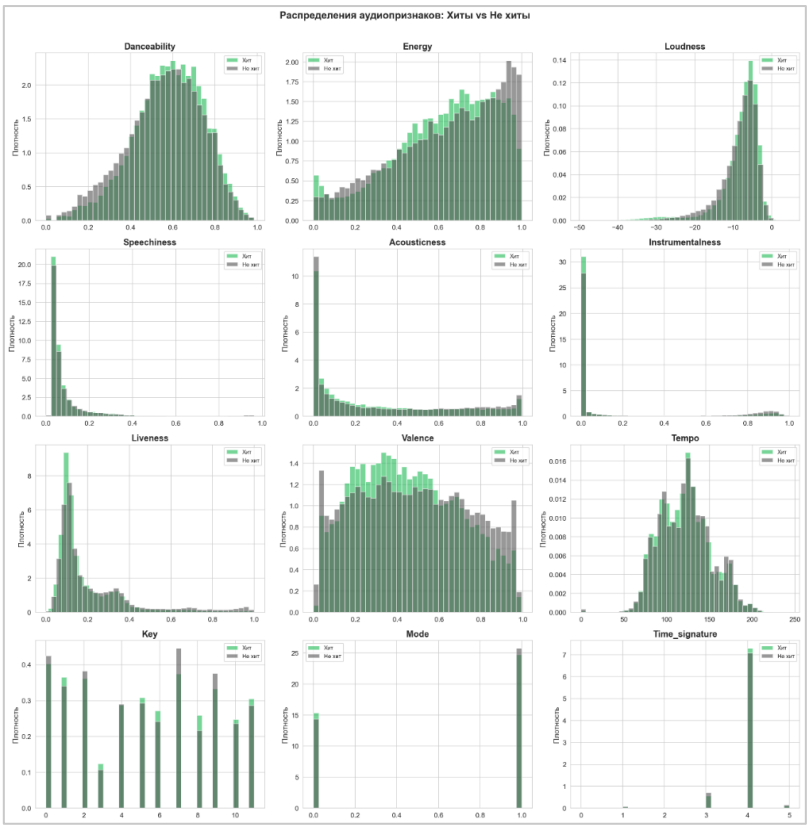


Рисунок 3 – Распределения аудиопризнаков: хиты vs не-хиты

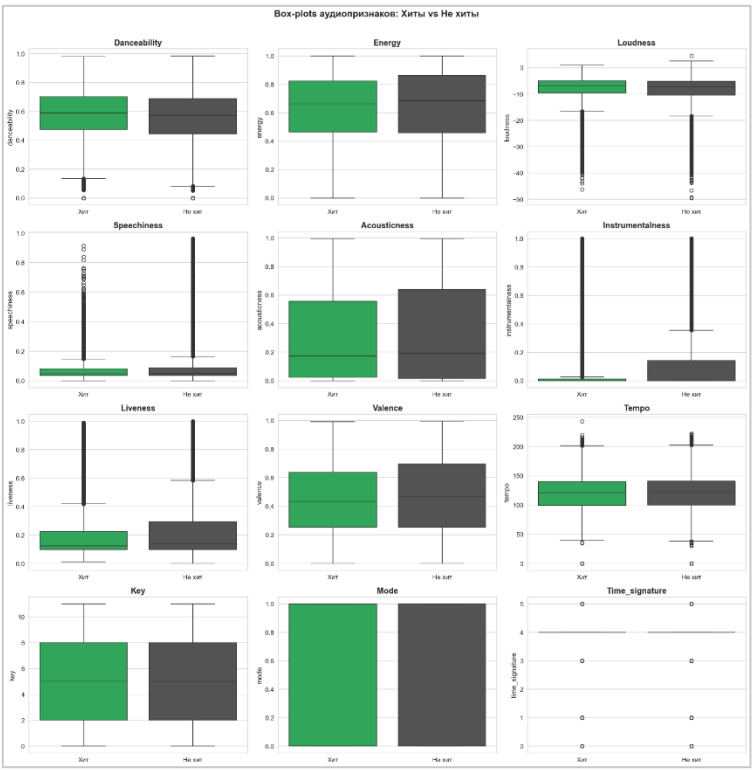


Рисунок 4 – Box-plots аудиопризнаков

Стандартизированные размеры эффекта с использованием pooled standard deviation (рис. 5) рассчитаны для всех 12 аудиопризнаков. Ни одно значение |d| не превышает порога малого эффекта по классификации Коэна (|d| = 0,2). Наибольшие по модулю: liveness (d = −0,206), instrumentalness (d = −0,196), danceability (d = +0,123). Добавленные признаки подтвердили свою неинформативность: key (d = +0,005), mode (d = −0,054), time_signature (d = +0,059) – все ниже порога |d| = 0,1.

Это ключевой результат: при статистической значимости различий ($p < 0{,}001$ для всех признаков при $n \approx 88\,000$) практическая значимость каждого отдельного аудиопризнака невелика. Большая выборка делает статистически значимыми даже тривиальные различия – именно поэтому необходимо опираться на размер эффекта, а не на p-value.

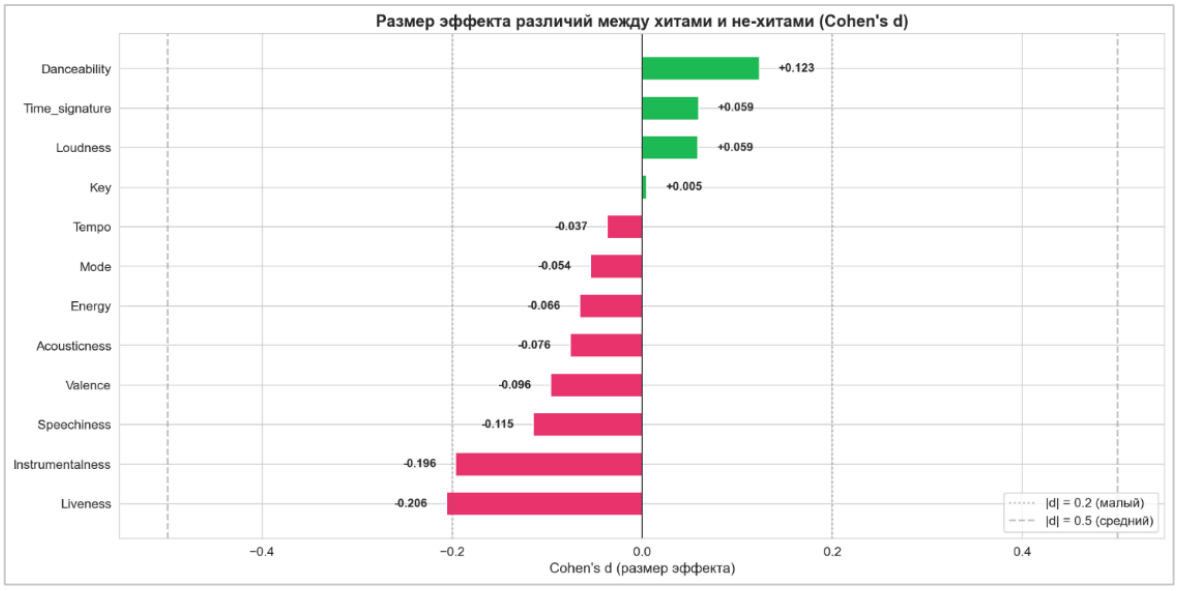


Рисунок 5 – Размер эффекта коэффициента d Коэна

Радарная диаграмма (рис. 6) обобщает «портрет хита»: более высокие danceability (~0,59 vs ~0,56) и energy (~0,65 vs ~0,63), более низкие instrumentalness (~0,09 vs ~0,19) и acousticness (~0,29 vs ~0,33). Области хитов и не-хитов значительно перекрываются, что визуально подтверждает малые значения коэффициента d Коэна.

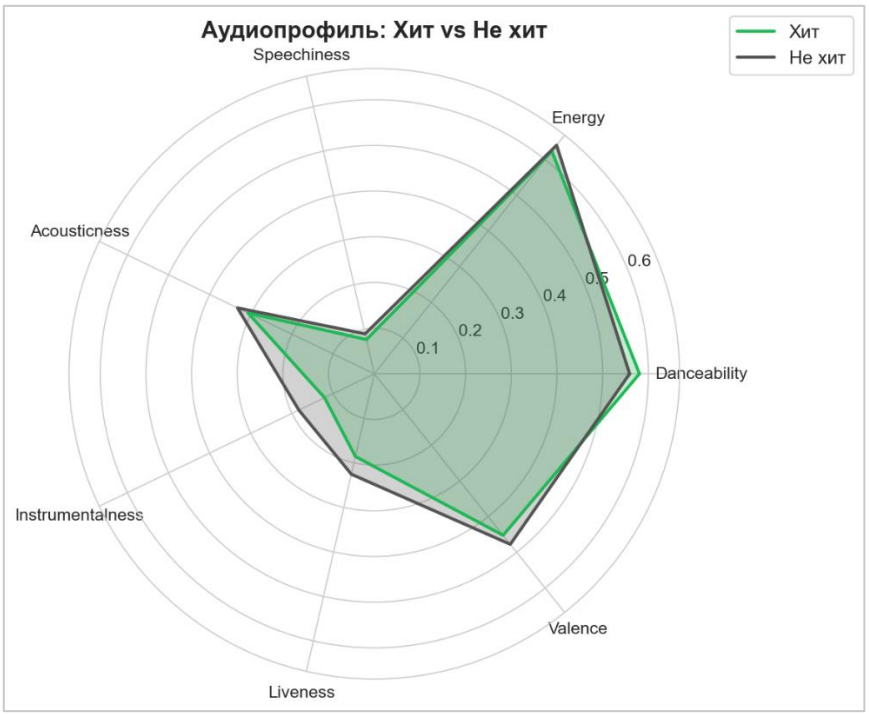


Рисунок 6 – Аудиопрофиль: хит vs не-хит

Матрица корреляций Пирсона (рис. 7), рассчитанная для 15 переменных, выявляет сильные межпризнаковые связи (мультиколлинеарность): energy–loudness (r = 0,76), energy–acousticness (r = −0,73), danceability–valence (r = 0,49). Однако корреляции всех аудиопризнаков с целевой переменной popularity крайне слабые: максимальное |r| = 0,12 (instrumentalness). Добавленные признаки key (r = 0,00), mode (r = −0,02) и time_signature (r = 0,03) подтвердили отсутствие линейной связи с popularity.

Scatter-plots (рис. 8) четырёх наиболее коррелирующих признаков наглядно демонстрируют облачный характер зависимости: даже для instrumentalness (r = −0,119) коэффициент детерминации составляет лишь $R^2 \approx 0{,}014$, что означает объяснение ~1,4% дисперсии popularity. Корреляция не является причиной – наблюдаемые связи могут объясняться конфаундерами (жанр, известность артиста и др.).

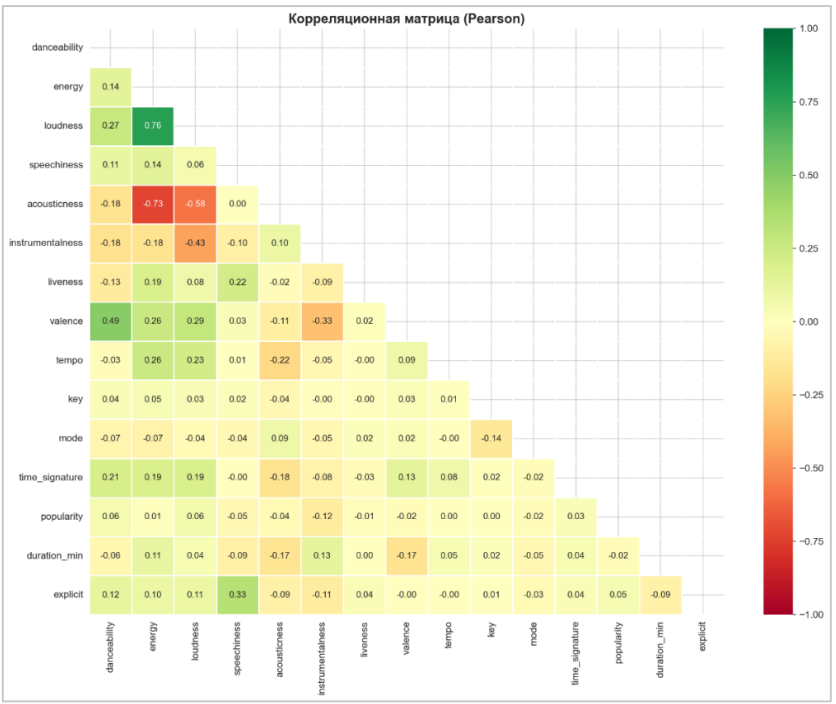


Рисунок 7 – Корреляционная матрица (Пирсон)

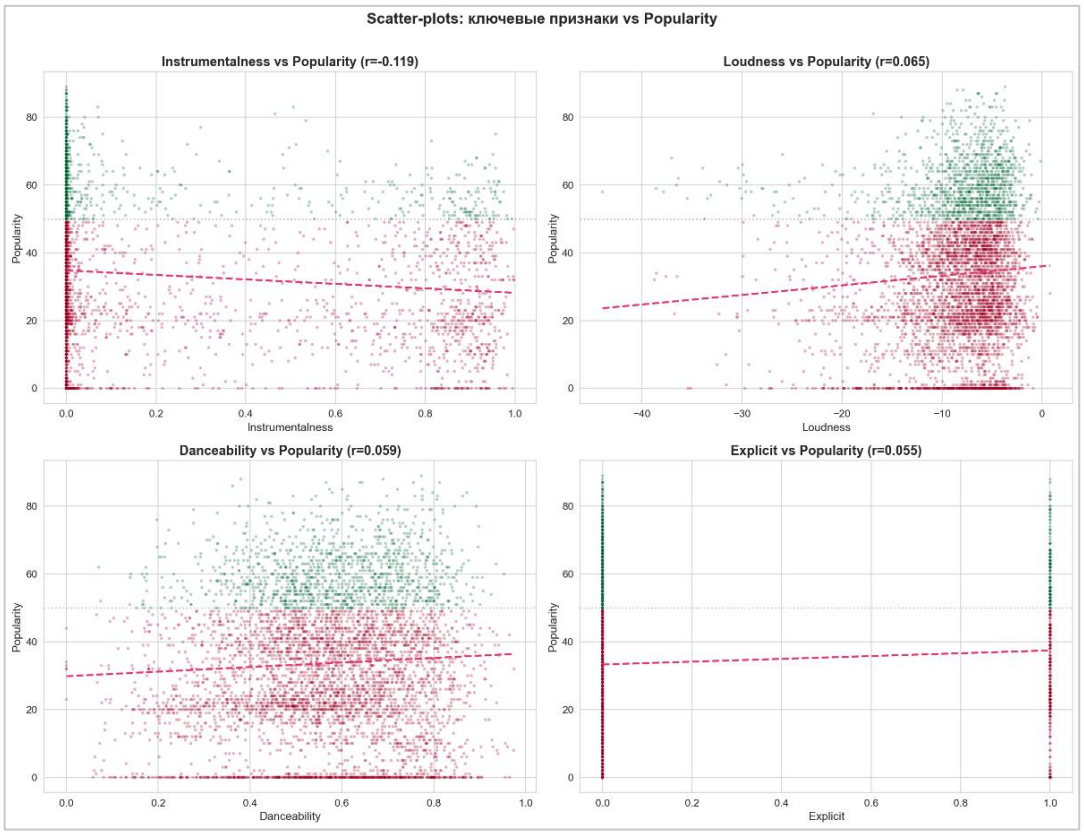


Рисунок 8 – Scatter-plots ключевых признаков

Анализ топ-20 жанров (рис. 9) показывает выраженную жанровую дифференциацию: k-pop (средний popularity ≈ 59, доля хитов ≈ 89%), pop-film (≈ 56 / ≈ 92%), metal (≈ 53 / ≈ 73%). Тепловая карта нормализованных аудиопрофилей (рис. 10) демонстрирует, что каждый жанр обладает уникальной комбинацией аудиопризнаков: reggaeton – максимальные danceability (0,96) и valence (1,00); metal – максимальные energy (1,00) и loudness (1,00) при нулевой acousticness; piano – максимальная acousticness (1,00) и instrumentalness (1,00) при минимальных energy и loudness. Таким образом, жанр является фактором, определяющим комбинацию аудиопризнаков, – и именно этот фактор, как будет показано далее, несёт наибольшую предсказательную информацию.

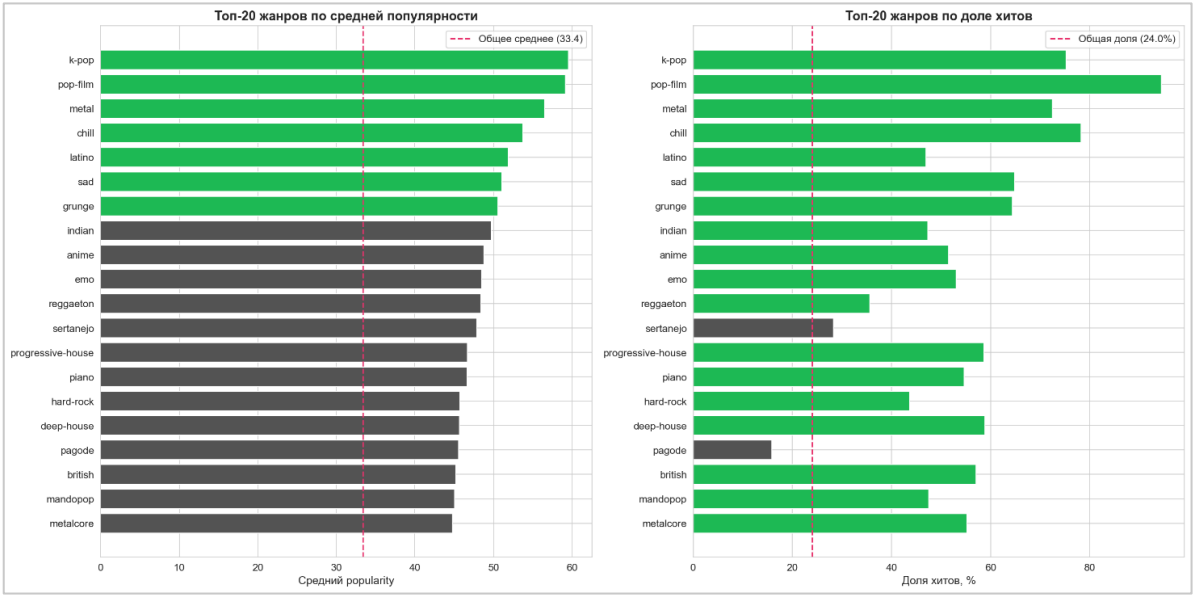


Рисунок 9 – Топ-20 жанров

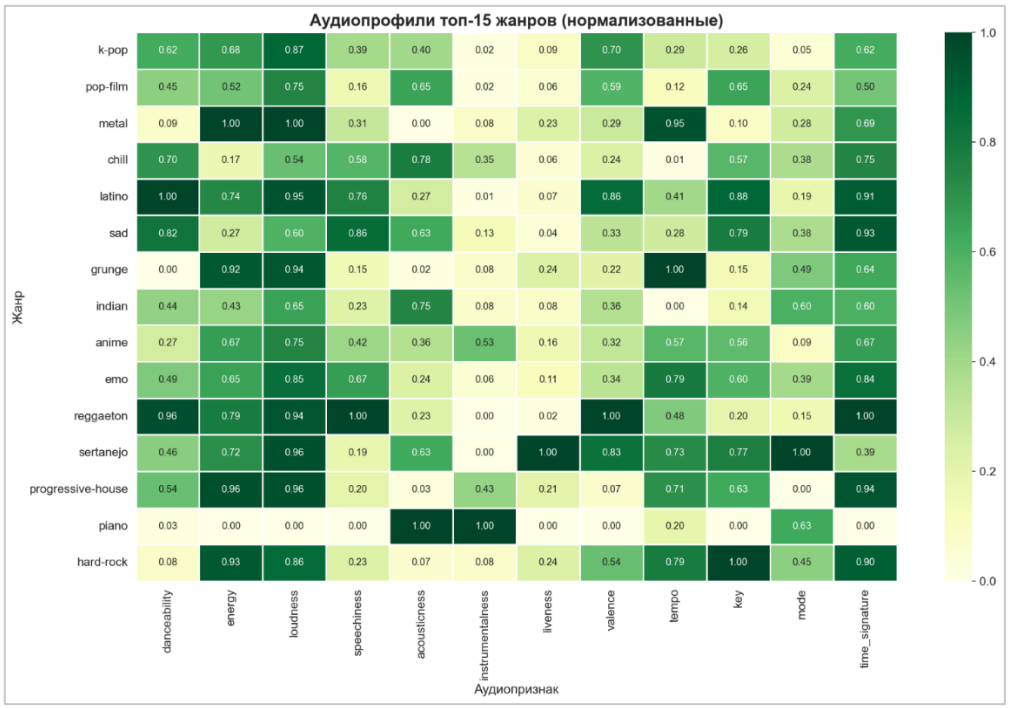


Рисунок 10 – Аудиопрофили топ-15 жанров

Треки с explicit-контентом имеют среднюю popularity 37,1 против 33,0 (рис. 11), доля хитов – 32,6% vs 23,1%. Данная ассоциация не свидетельствует о причинности: explicit-контент сконцентрирован в жанрах hip-hop и rap, чья аудитория (18–34 лет) наиболее активна на Spotify.

Оптимальная длительность хита – 3,0-4,5 минуты (рис. 12): треки этого диапазона демонстрируют наивысшую среднюю popularity (~35). При длительности свыше 5 минут средняя popularity стабилизируется на уровне ~27–28, что согласуется с индустриальной практикой.

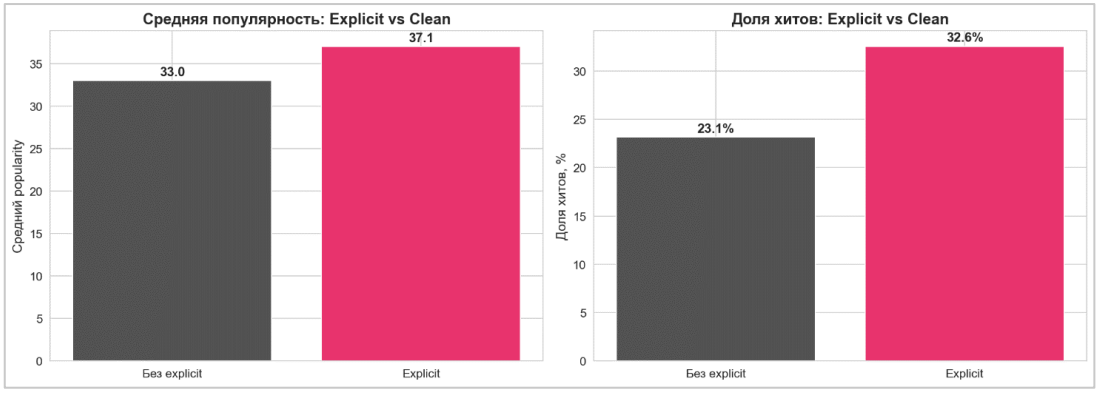


Рисунок 11 – Влияние explicit-метки

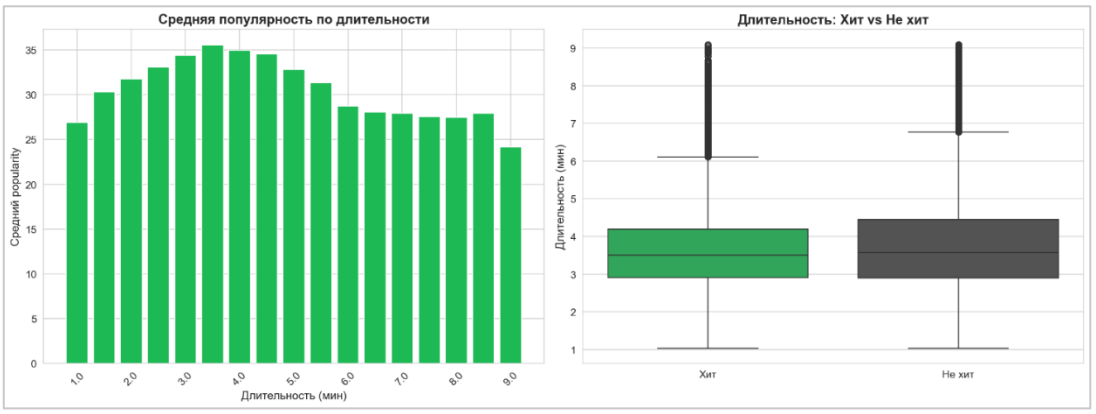


Рисунок 12 – Анализ длительности

Для ранжирования 15 признаков использованы два независимых метода:

1 Взаимная информация (рис. 13) оценивает нелинейную зависимость между признаком и бинарной целевой переменной is_hit. Результат: genre_encoded является абсолютным лидером с MI ≈ 0,135 – это в 9 раз больше, чем у ближайшего аудиопризнака (time_signature ≈ 0,015, duration_min ≈ 0,015). Все прочие признаки группируются в узком диапазоне 0,001–0,015.

2 Важность признаков (метод случайного леса) (рис. 14) оценивает вклад признака через снижение Gini impurity. Результат: genre_encoded лидирует с importance ≈ 0,24 – в 3 раза больше ближайшего (loudness ≈ 0,085). Точность OOB (вневыборочная оценка) 76,5% означает, что модель на 15 признаках корректно классифицирует более трёх четвертей треков без выделения отдельной тестовой выборки – значительно лучше случайного угадывания (50%).

Итоговый комбинированный рейтинг (рис. 15) усредняет нормализованные оценки обоих методов. Genre_encoded занимает абсолютное первое место (1,000), далее с колоссальным отрывом: duration_min (0,201), loudness (0,196), instrumentalness (0,174), energy (0,172), valence (0,170), acousticness (0,166), liveness (0,160). Добавленные признаки key (0,013), mode (0,029) и time_signature (0,053) заняли последние позиции, что подтверждает их неинформативность – сам по себе научный результат, демонстрирующий, что тональность и музыкальный размер не влияют на популярность.

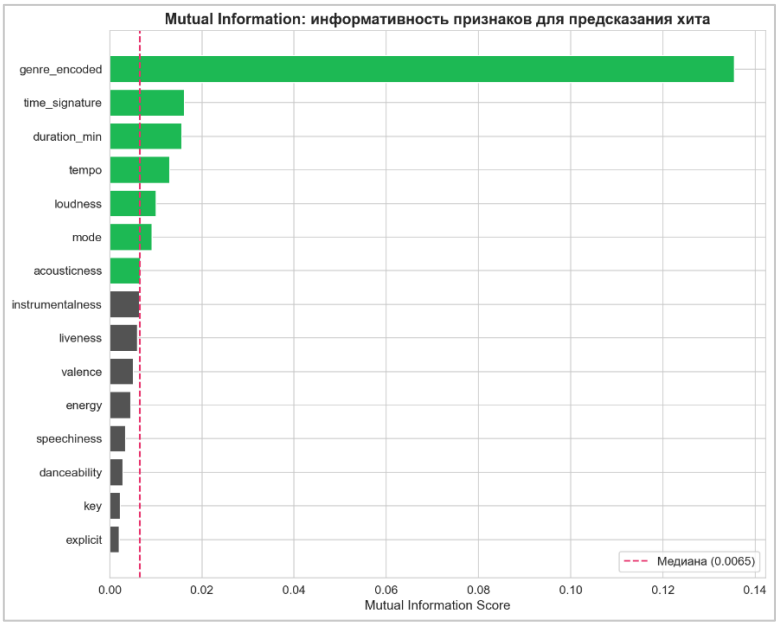


Рисунок 13 – Mutual Information

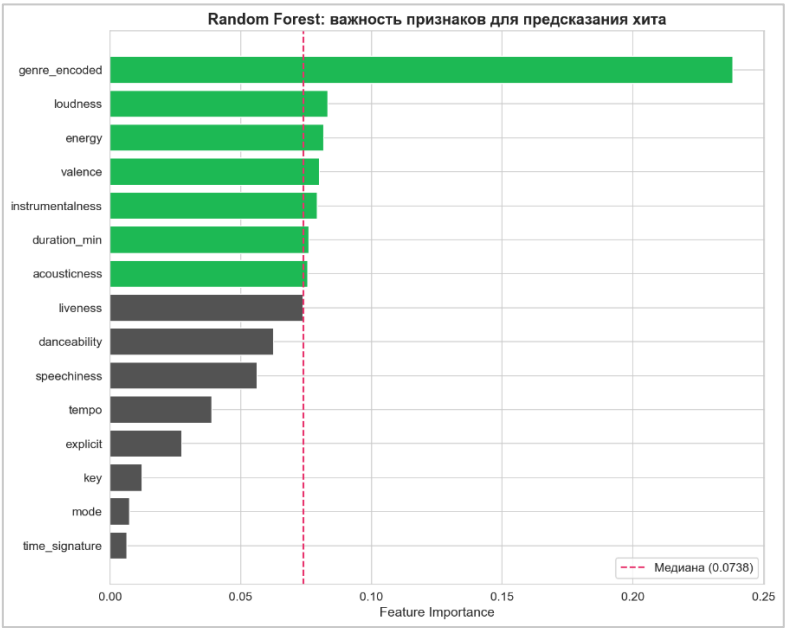


Рисунок 14 – Random Forest Feature Importance

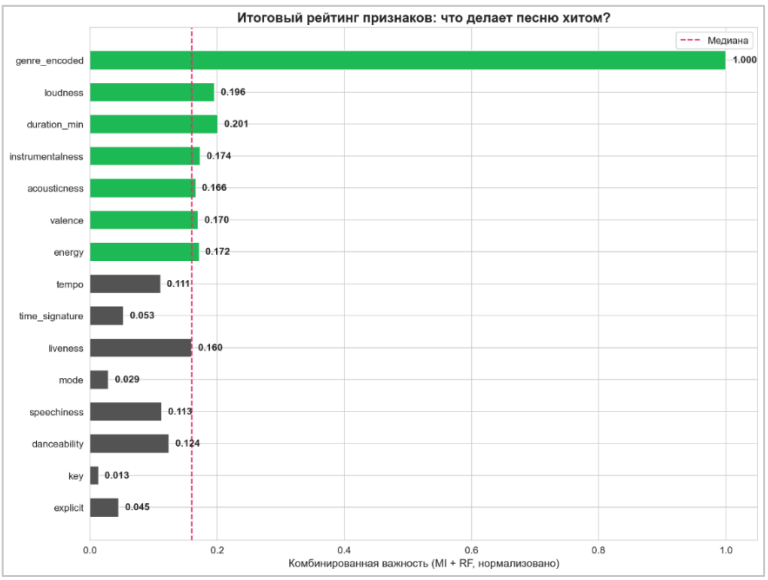


Рисунок 15 – Итоговый рейтинг признаков

Проведённый статистический анализ 87 944 треков по 15 признакам позволяет сформулировать следующие выводы:

Жанр – главный предиктор хита. Жанровая принадлежность (genre_encoded) несёт в 5–9 раз больше информации о принадлежности трека к классу «хит», чем любой отдельный аудиопризнак (MI = 0,135 vs ≤ 0,015; RF importance = 0,24 vs ≤ 0,085). Жанр выступает латентным фактором, определяющим комбинацию аудиохарактеристик.

Аудиопризнаки по отдельности – слабые предикторы. Все корреляции с popularity не превышают |r| = 0,12, все значения коэффициента d Коэна < 0,21. Тональность (key), лад (mode) и музыкальный размер (time_signature) оказались неинформативными (|d| < 0,06, |r| < 0,03).

В совокупности признаки работают. Модель Random Forest на 15 признаках достигает Точность OOB (вневыборочная оценка) 76,5% – значительно лучше случайного угадывания (50%). «Формула хита» существует, но определяется не одним-двумя параметрами, а комбинацией жанра и набора аудиохарактеристик.

Обобщённый «портрет хита»: вокальная композиция (низкая instrumentalness), с высокой танцевальностью (danceability ≈ 0,59), умеренно громкая (loudness ≈ −7 дБ), с низкой акустичностью, длительностью 3–4,5 минуты.

За пределами аудиоанализа остаются доминирующие факторы: известность артиста, маркетинг, плейлисты, поведенческие сигналы – их включение в модель предположительно существенно повысит точность предсказания.

Список использованных источников:

1. Burtsev, M. Spotify Dataset – 114,000 songs with audio features and genre labels [Electronic resource] / M. Burtsev // Kaggle, 2023. – URL: https://www.kaggle.com/datasets/maharshipandya/spotify-tracks-dataset. – Date of access: 13.03.2026.

2. Google Colaboratory [Electronic resource] // Google LLC. – URL: https://colab.research.google.com. – Date of access: 13.03.2026.

3. McKinney, W. Data Structures for Statistical Computing in Python / W. McKinney // Proceedings of the 9th Python in Science Conference, 2010. – P. 51–56.

UDC 519.2:78

SPOTIFY ANALYTICS: WHICH CHARACTERISTICS MAKE A SONG A HIT

Kostromina P.O., Kazachina K.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shinkevich E.A. – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor

Annotation. The paper applies statistical analysis methods to identify significant relationships between audio features of tracks and their popularity, as well as key factors influencing the formation of a “hit” on the Spotify platform. The study is based on a dataset of music tracks and focuses on evaluating the importance of various audio characteristics using data analysis and machine learning techniques.

Keywords. Spotify, music streaming, track popularity, audio features, danceability, energy, acousticness, instrumentalness, genre classification, machine learning, Random Forest, mutual information, data analysis, hit prediction.

УДК 656.025.4

10. ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК ПОД ВЛИЯНИЕМ НОВОГО ШЕЛКОВОГО ПУТИ

Гилетич Е.В., студент гр.373904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Фещенко С.Л. – старший преподаватель

Аннотация. В данной статье исследуется трансформация глобальных цепей поставок под влиянием развития логистических маршрутов Нового Шелкового пути. Анализируются параметры традиционных морских коридоров и новых трансъевразийских сухопутных направлений. Рассматриваются механизмы диверсификации транспортных маршрутов, изменение товарного профиля евразийского транзита и методы хеджирования логистических рисков для повышения общей устойчивости международной торговли в условиях макроэкономической неопределенности.

Ключевые слова. Новый Шелковый путь, управление цепями поставок, диверсификация маршрутов, логистические риски, транзитное время, мультимодальные перевозки, евразийский транзит

В современной мировой экономике управление цепями поставок традиционно строилось на снижении затрат и четкой организации грузопотоков. Долгое время главной концепцией логистики оставалась система доставки точно в срок. Она позволяла компаниям держать минимум запасов на складах и экономить денежные средства. Однако кризисы последних лет, включая пандемию и геополитические изменения, выявили слабые места такого подхода. Сроки доставки и стоимость фрахта резко выросли, из-за чего участникам рынка пришлось пересмотреть свои стратегии и начать формировать резервные запасы. В связи с этим в данной работе исследуется, как меняются мировые цепи поставок под влиянием транспортных маршрутов Нового Шелкового пути. Инициатива Один пояс – один путь серьезно меняет логистику на территории Евразии [1]. Цель исследования заключается в анализе того, как распределение грузов по разным транспортным коридорам помогает снижать логистические риски. Для достижения этой цели в статье решаются следующие задачи: рассматриваются особенности традиционных морских перевозок, анализируются изменения в сухопутных коридорах Нового Шелкового пути, а также оценивается, как поменялись типы перевозимых товаров и с какими новыми рисками сталкивается отрасль.

Исторически сложилось так, что основа мировой торговли опирается на морские перевозки – на них приходится около 80 процентов всех мировых грузов [2]. Товары из Азии в Европу доставляются по давно известным водным путям. Главными точками на этом маршруте выступают Южно-Китайское море, Малаккский пролив, Индийский океан, Баб-эль-Мандебский пролив и Суэцкий канал. Основное преимущество заключается в значительной экономии на масштабах перевозок. Современные суда-гиганты способны вместить более 24 тысяч стандартных контейнеров. За счет таких крупных объемов транспортные компании могут существенно снизить стоимость перевозки каждого отдельного груза. Традиционно морем отправляют сырье, различные наливные и навалочные грузы, а также недорогие товары массового спроса. Для этих категорий низкая цена доставки имеет решающее значение и важнее скорости.

Однако у морских перевозок есть серьезные недостатки. Доставка груза из портов Китая в Северную Европу обычно занимает от 35 до 45 суток. Из-за такого длительного нахождения в пути, денежные средства компаний-отправителей оказываются надолго заморожены. Кроме того, скопление огромного количества судов на одних и тех же маршрутах создает эффект узкого горлышка. Например, пропускная способность Суэцкого канала строго ограничена его размерами. Любая блокировка этого пути показывает, что у мировой логистики нет запасных вариантов, и это сразу приводит к цепочке задержек и массовым очередям в портах прибытия. К другим рискам относятся угрозы безопасности флота и необходимость обходить зоны конфликтов. Если судам приходится идти в обход через мыс Доброй Надежды, время в пути увеличивается в среднем на две недели. Участники рынка также регулярно сталкиваются с резкими скачками цен на перевозки, постоянными заторами на морских терминалах и внезапными отменами рейсов, когда судовладельцы пытаются искусственно ограничить количество доступных мест на судах.

Транспортные коридоры в Евразии сегодня активно перестраивается благодаря развитию Нового Шелкового пути. Чтобы не зависеть от одного единственного маршрута и избегать глобальных сбоев, транспортные компании массово осваивают сухопутные пути и комбинированные перевозки. Развитие сразу нескольких альтернативных логистических каналов позволяет не останавливать торговлю даже в условиях кризисов. Всю эту новую транспортную сеть можно разделить на три главных направления.

Северный коридор долгое время оставался самым понятным и стабильным. Это традиционный маршрут, который пролегает по железным дорогам России и Беларуси через крупные пограничные переходы, например, Забайкальск или Достык. Его главное преимущество заключается в единой

железнодорожной колее на большей части пути, что позволяет поездам идти с высокой скоростью без лишних остановок. Однако текущая международная обстановка заставила многие международные компании искать обходные пути для снижения рисков блокировки грузов.

Центральный коридор, который также называют Транскаспийским маршрутом, получил сейчас огромный толчок к развитию, но технически он устроен гораздо сложнее. Это классический пример комбинированной доставки. Маршрут идет из Китая через Казахстан, затем контейнеры снимают с платформ и перегружают на паромы для пересечения Каспийского моря, после чего они продолжают сухопутный путь через Азербайджан, Грузию и Турцию. Постоянные перевалки груза с поезда на судно и обратно отнимают время, но сегодня этот коридор стал важнейшим независимым каналом для безопасного обхода нестабильных регионов.

Южный коридор ориентирован на транзит грузов через страны Центральной Азии в Иран и далее в государства Ближнего Востока. Пока этот путь требует значительных финансовых вложений в строительство новых дорог сквозь сложный горный рельеф и сильно зависит от политической стабильности на самом Ближнем Востоке. Тем не менее, он стратегически важен, так как открывает прямой выход к портам Персидского залива и Индийского океана. Наличие сразу нескольких независимых направлений дает компаниям главное преимущество – гибкость. Логистическая сеть перестает быть уязвимой прямой линией и превращается в прочную паутину. Если на каком-то участке возникает затор из-за нехватки железнодорожных платформ, порты не справляются с потоком контейнеров или внезапно закрываются границы, специалисты могут оперативно перенаправить товарные потоки по запасному маршруту. Это позволяет компаниям выполнять обязательства перед заказчиками и доставлять товары в срок даже при сильной мировой нестабильности.

Главным преимуществом сухопутных маршрутов через Евразию стало существенное сокращение времени в пути. Прямые контейнерные поезда доставляют грузы из центральных и западных провинций Китая в Европу всего за 12–18 дней [4]. Это позволяет компаниям быстрее реагировать на изменение спроса и хранить меньше запасных товаров на складах. Однако у маршрутов Нового Шелкового пути есть серьезные недостатки. Во-первых, пропускная способность железных дорог несопоставима с теми значительными объемами, которые может перевозить морские судна. Во-вторых, разная ширина железнодорожной колеи. В Китае и странах Европы она составляет 1435 миллиметров, а на территории СНГ – 1520 миллиметров. Из-за этого на границах приходится перегружать контейнеры с одного состава на другой. Это неизбежно замедляет движение и приводит к заторам, особенно когда поток грузов резко возрастает и инфраструктура перестает справляться. Кроме того, стоит учитывать экономический фактор. На первых этапах развития эти сухопутные коридоры были рентабельны во многом благодаря китайским субсидиям. Власти регионов компенсировали грузоотправителям разницу в стоимости по сравнению с более дешевой доставкой по морю.

Ускорение доставки закономерно повлияло на то, какие именно грузы стали перевозить по сухопутной части Евразии. По железной дороге теперь чаще отправляют дорогие товары. На сегодняшний день основу таких перевозок составляют электроника, компьютерная техника, автозапчасти, лекарства и заказы из интернет-магазинов. Перевозить данные категории грузов по суше экономически выгодно. Для дорогих товаров финансовые потери от того, что денежные средства заморожены на сорок дней морского рейса, чаще всего оказываются выше, чем переплата за более дорогой железнодорожный тариф.

Использование комбинированных маршрутов помогает логистическим операторам распределить риски и значительно снизить историческую зависимость от проблем на традиционных морских путях. Теперь забастовки в крупных портах, угрозы безопасности судоходства или внезапные заторы в узких проливах не приводят к полной остановке поставок. Однако на смену этим угрозам приходят новые специфические сложности, характерные именно для длинных трансграничных сухопутных перевозок. Надежность всей логистической цепи при выборе таких маршрутов начинает напрямую зависеть от таможенных правил, бюрократических процедур и пропускной способности инфраструктуры каждой отдельной страны на пути следования.

Компании неизбежно сталкиваются с существенными дополнительными расходами из-за сложного оформления сопроводительных документов, постоянной разницы в национальных законодательствах и многократных физических проверок грузов на пограничных переходах. Ситуацию серьезно усложняет отсутствие единой цифровой системы обмена данными между всеми транзитными государствами. Любая незначительная опечатка или ошибка в оформлении таможенной декларации может привести к длительному простою контейнеров на границе или даже к временному аресту товара. Дополнительным технологическим барьером часто выступает необходимость перегрузки контейнеров на другие платформы из-за разницы в ширине железнодорожной колеи между соседними странами, что также отнимает транзитное время и создает непредвиденные издержки.

Кроме того, нестабильная международная обстановка формирует совершенно новый уровень угроз. Внезапные изменения санкционных режимов, риски вторичных ограничений для самих транспортных компаний, внутренние конфликты в транзитных государствах или резкие дипломатические разногласия между соседними странами могут за один день полностью заблокировать ранее надежный транспортный коридор. Из-за столь высоких и непредсказуемых рисков участникам рынка приходится кардинально менять привычные подходы к работе [5]. Сегодня логистам необходимо не просто строить прямой

маршрут из точки отправления в точку назначения, а детально прорабатывать многоуровневые запасные планы. Это требует постоянного мониторинга политической ситуации, выделения дополнительных денежных средств на сложное страхование грузов и обязательного внедрения современных аналитических систем для прогнозирования и управления рисками.

Анализ развития транспортных коридоров Нового Шелкового пути наглядно показывает, что подходы к управлению мировыми цепями поставок претерпевают серьезные изменения. Глобальный логистический рынок вынужденно отказывается от привычной стратегии максимального снижения запасов в пользу построения надежной и устойчивой системы. Включение новых евразийских сухопутных и мультимодальных маршрутов в структуру мировой торговли создает необходимый запас транспортных мощностей, которого хватало во время недавних глобальных кризисов. Практика доказывает, что использование сразу нескольких независимых логистических направлений вместо опоры на один единственный морской путь делает всю систему поставок гораздо менее уязвимой к любым потрясениям.

Постоянное развитие комбинированных маршрутов предоставляет владельцам грузов и транспортным операторам совершенно новые инструменты для гибкого управления ежедневными рисками. Теперь международные компании получают реальную возможность маневрировать товарными потоками. Они могут находить оптимальный баланс между максимально дешевой, но долгой доставкой крупнотоннажных грузов по морю и более дорогой, но быстрой перевозкой ценных товаров по железной дороге. Такой дифференцированный подход позволяет не только экономить на транспортных тарифах, но и существенно снижать скрытые финансовые потери от долгого замораживания денежных средств в пути.

Таким образом, можно сказать, что дальнейший успех и развитие всей логистической сети на евразийском континенте будут зависеть от нескольких ключевых факторов. В первую очередь это касается темпов технической модернизации приграничной инфраструктуры, расширения проблемных участков на железных дорогах и строительства современных перевалочных узлов. Не менее важную роль сыграет внедрение единых электронных сервисов в пунктах таможенного оформления, что позволит значительно сократить документооборот и избежать многодневных простоев на границах транзитных государств [3]. Также определяющее значение будет иметь общая макроэкономическая и политическая ситуация в регионе, которая задает базовые условия для всех участников международной торговли. В конечном итоге именно способность быстро адаптироваться к этим меняющимся условиям станет главным залогом успешного функционирования глобальных цепей поставок.

Список использованных источников:

1. К вопросу о стратегии логистической интеграции КНР и ЕАЭС в рамках проекта Один пояс, один путь / Чжан Чжэнь // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2022. – №3 – С. 152–156.

2. Развитие международного контейнерного транзита во внешней торговле России / Раровский П. Е.., Голубчик А.М., Макарова Е.А. // Российский внешнеэкономический вестник. – 2018. – №2 – С. 86–89.

3. Стратегические направления и перспективы развития в РФ логистической информационной платформы LOGINK / Парфенов А. В., Сюй Наймин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2023. № 4. С. 87-95

4. Логистические аспекты проекта «один пояс – один путь» / Рачковская И., Цзяо Вэйцзя // Журнал "Логистика"– 2017. – №10 – С. 22–25.

5. Горох А.С. Трансформация международных цепей поставок в условиях меняющейся экономической конъюнктуры [Электронный ресурс] // Репозиторий Белорусского национального технического университета. – 2023. – Режим доступа: https://rep.bntu.by/handle/data/127159

UDC 656.025.4

TRANSFORMATION OF GLOBAL SUPPLY CHAINS UNDER THE INFLUENCE OF THE NEW SILK ROAD

Giletich E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

S. L. Feshchenko – Senior Lecturer, Master of Economic Sciences

Annotation. This article investigates the transformation of global supply chains under the influence of the New Silk Road logistics routes development. The operational parameters of traditional maritime corridors and new trans-Eurasian land routes are analyzed. Mechanisms of transport route diversification, changes in the commodity profile of Eurasian transit, and methods of hedging logistics risks to increase the overall resilience of international trade in the context of macroeconomic uncertainty are considered.

Keywords. New Silk Road, supply chain management, route diversification, logistics risks, transit time, multimodal transportation, Eurasian transit.

УДК 338.24

11. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Пискун А.П., студент гр.573903, Сакович А.П., студент гр.573902
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н.Н. – кандидат экономических наук

Аннотация. В работе рассматривается влияние демографических факторов на экономическое развитие стран. Проведен сравнительный анализ ключевых демографических вызовов в Республике Беларусь и Китае: депопуляции, старения трудовых ресурсов, миграционных потоков. Выявлены общие закономерности и национальные особенности демографии стран. Предложены направления адаптации экономической политики к структурным изменениям возрастной пирамиды.

Ключевые слова. демография, экономический рост, старение населения, трудовые ресурсы, миграционная политика, Беларусь, Китай.

Введение. В экономической теории взаимосвязь демографических процессов и экономического развития рассматривается через три ключевых канала. Во-первых, это влияние численности и структуры населения на предложение труда: изменение количества людей трудоспособного возраста непосредственно воздействует на потенциальный объем выпуска в экономике. Во-вторых, демографические факторы определяют динамику человеческого капитала — совокупности знаний, навыков и компетенций, которые формируют инновационный потенциал страны. В-третьих, возрастная структура населения влияет на распределение бюджетных ресурсов: рост доли пожилых граждан увеличивает нагрузку на пенсионную систему и здравоохранение, тогда как сокращение численности детей снижает потребность в расходах на образование. Цель работы заключается в выявлении ключевых демографических вызовов для экономики Республики Беларусь и Китайской Народной Республики, а также в определении направлений экономической политики, позволяющих минимизировать негативные последствия старения населения и сокращения трудовых ресурсов. Для достижения поставленной цели используются методы сравнительного анализа и результаты авторского социологического опроса, проведенного среди населения Беларуси (N=127). Выбор Китая для сравнительного анализа обусловлен тем, что эта страна за последние десятилетия прошла путь от избытка рабочей силы до дефицита и старения трудовых ресурсов, что позволяет выделить закономерности, значимые и для Беларуси.

Демографическая ситуация в РБ. Для Республики Беларусь характерен комплекс демографических проблем, среди которых наиболее значимыми являются сокращение абсолютной численности населения, старение населения и устойчиво низкий уровень рождаемости. В течение последних десятилетий в республике фиксируется отрицательный естественный прирост, обусловленный снижением суммарного коэффициента рождаемости (1,4–1,5 ребенка на женщину, что ниже уровня простого воспроизводства, составляющего 2,1) и повышенной смертностью, особенно среди мужчин трудоспособного возраста. Согласно медианному прогнозу ООН (World Population Prospects 2022), численность населения Беларуси к 2050 году может сократиться до 8,63 млн человек, а количество граждан в трудоспособном возрасте (20–64 года) уменьшится на 1,37 млн человек [1]. С точки зрения экономического развития, это означает сокращение потенциального ВВП: при сохранении текущего уровня производительности труда снижение численности занятых на 16% приведет к пропорциональному снижению объема выпуска [2]. Дополнительным фактором, усугубляющим ситуацию, выступает эмиграция высококвалифицированных кадров. Отток молодежи с высшим образованием снижает темпы накопления человеческого капитала, что в долгосрочной перспективе сдерживает технологическую модернизацию и инновационное развитие**.**

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат), численность постоянного населения страны на 1 января 2024 года составила 9 155 978 человек, сократившись по сравнению с переписью 2019 года (9 413 446 человек) на 257,5 тыс. человек. Естественная убыль населения, фиксируемая с 1994 года, в 2023 году составила 44 639 человек (разница между числом умерших и родившихся).[3].

Старение населения в Беларуси происходит более интенсивно, чем в среднем по миру. Согласно данным переписи населения 2019 года, доля лиц в возрасте 65 лет и старше достигла 15,3% (в 2009 году — 13,2%) [4]. По прогнозам Национального статистического комитета (средний вариант), к 2050 году удельный вес населения старше 65 лет может превысить 22%, что приблизит Беларусь к уровню наиболее старых европейских экономик. При этом демографическая нагрузка на население трудоспособного возраста (число нетрудоспособных на 1000 человек трудоспособного возраста) увеличилась с 579 в 2010 году до 610 в 2023 году [5].

Урбанизация в Беларуси достигла высокого уровня: доля городского населения по итогам переписи 2019 года составила 78,6% (в 2009 году — 74,4%). Концентрация населения в столичном регионе

усиливается: в городе Минске и Минской области проживает более 36% населения страны. Это создает диспропорции регионального развития, проявляющиеся в дифференциации доходов и доступности социальной инфраструктуры. Соотношение среднедушевых располагаемых ресурсов в сельской местности и городе, по данным Белстата, составляет примерно 67:100, что свидетельствует о сохраняющемся разрыве в уровне жизни [6].

В сфере человеческого капитала Беларусь демонстрирует показатели, сопоставимые с развитыми европейскими странами. По данным переписи 2019 года, численность населения в возрасте 15 лет и старше, имеющего высшее образование, составила 2 064 619 человек, что соответствует 24,5% от общей численности данной возрастной группы (в Китае аналогичный показатель — 15,5%). Уровень грамотности взрослого населения в Беларуси приближается к 100% (99,8% по оценкам ЮНЕСКО). Вместе с тем сохраняется проблема несоответствия структуры подготовки кадров потребностям экономики, что ограничивает эффективность использования накопленного человеческого капитала [7].

Для выявления субъективных факторов, определяющих демографическое поведение, в рамках настоящего исследования был проведен социологический опрос. В опросе приняли участие 183 респондента из различных регионов Беларуси, представляющих разные возрастные группы, уровень образования и семейное положение. Анкета включала вопросы о социально-демографических характеристиках, а также об установках в сфере миграции и репродуктивного поведения. Дополнительно респондентам предлагался открытый вопрос о мерах, которые, по их мнению, могли бы способствовать улучшению демографической ситуации в стране. Результаты опроса выявили отчетливую возрастную динамику репродуктивных установок: чем младше возрастная группа, тем меньшее число детей респонденты считают возможным и желательным для себя. Если респонденты старше 45 лет в большинстве своем ориентированы на двух и более детей, то среди опрошенных в возрасте до 25 лет нормой становится один ребенок, а значительная часть респондентов этой группы заявляет о нежелании иметь детей вовсе. Этот тренд свидетельствует о трансформации репродуктивных норм в сторону их снижения, что в долгосрочной перспективе будет усугублять демографический кризис даже при условии улучшения экономической ситуации. Анализ причин, по которым респонденты откладывают рождение детей или не планируют их вовсе, показал, что доминирующими факторами выступают недостаточный уровень доходов (71% респондентов) и жилищная проблема (48%). При этом многие респонденты отмечали, что даже при наличии стабильного дохода отсутствие собственного жилья делает рождение детей невозможным или крайне рискованным. Наряду с материальными факторами респонденты указывали и на качественные обстоятельства. Значительная часть опрошенных (особенно женщины) связывали нереализованность репродуктивных планов с недостаточной ответственностью мужчин за созданные семьи: отмечалось, что пропаганда рождаемости в обществе традиционно ориентирована на женщин, тогда как многие мужчины не стремятся к раннему созданию семьи, а в ряде случаев уклоняются от выполнения родительских обязанностей, включая уплату алиментов. Кроме того, респонденты разных возрастных групп подчеркивали, что готовность заводить детей напрямую зависит от уверенности в завтрашнем дне, под которой понимается сочетание экономической стабильности (гарантии занятости, предсказуемый уровень доходов) и политической предсказуемости. Отсутствие такой уверенности, по словам опрошенных, формирует установку на откладывание рождения детей на неопределенный срок. Анализ ответов на открытый вопрос о мерах, способных улучшить демографическую ситуацию, позволил выделить несколько приоритетных направлений. Наиболее часто респонденты упоминали расширение сети доступных детских садов и яслей (52% ответов), причем акцент делался именно на доступности для детей раннего возраста, что позволило бы молодым родителям быстрее возвращаться к трудовой деятельности. Жилищная проблема также фигурировала в качестве ключевого направления: респонденты предлагали расширение программ льготного кредитования для молодых семей, строительство арендного жилья с доступной ставкой, а также упрощение условий участия в государственных жилищных программах. В ответах респондентов неоднократно звучало предложение усилить ответственность мужчин за создание и содержание семьи, в том числе через ужесточение законодательства в части взыскания алиментов и формирование через медиа и образовательные учреждения образа ответственного отцовства. Наконец, значительная часть опрошенных связывала возможность реализации репродуктивных планов с общим ощущением стабильности: респонденты указывали, что при отсутствии уверенности в будущем (как экономическом, так и политическом) решение о рождении детей воспринимается как чрезмерно рискованное.

Старение населения порождает комплекс социально-экономических последствий, которые анализируются с помощью инструментов концепции демографической нагрузки — соотношения числа нетрудоспособных и трудоспособных граждан. Происходит трансформация структуры спроса: старение населения увеличивает потребность в медицинских услугах и социальном обслуживании, тогда как сокращение числа детей снижает нагрузку на систему образования. Возрастает фискальное давление на государственный бюджет: рост расходов на пенсионное обеспечение и здравоохранение при одновременном сокращении налоговой базы создает риск дефицита бюджета. В связи с этим необходима реализация комплекса мер экономической политики. В пенсионной системе целесообразно выравнивание пенсионного возраста для мужчин и женщин (в настоящее время 63 и 58 лет соответственно) и внедрение накопительного компонента для обеспечения долгосрочной устойчивости. В сфере стимулирования рождаемости, с учетом результатов опроса, приоритетными направлениями выступают: расширение сети

дошкольных учреждений; развитие жилищных программ для молодых семей; внедрение механизмов, повышающих ответственность мужчин за создание и содержание семьи (ужесточение контроля за уплатой алиментов, формирование образа ответственного отцовства); создание условий для уверенности в завтрашнем дне через обеспечение экономической и политической стабильности. В миграционной политике целесообразен пересмотр подходов к привлечению квалифицированных специалистов из стран ближнего зарубежья, упрощение процедур получения вида на жительство и развитие связей с белорусской диаспорой.

Демографическая ситуация в КНР. Анализ китайской модели демографического развития представляет особый интерес, поскольку Китай является примером страны, где демографические изменения стали одновременно и фактором быстрого экономического роста, и источником долгосрочных рисков. Исторически Китай обладал избыточным трудовым потенциалом, что стало одним из факторов успешности экономических реформ конца XX века. Однако последствия политики «одна семья — один ребенок», введенной в 1979 году, привели к структурным диспропорциям. С 2012 года наблюдается устойчивое сокращение численности населения в возрасте 15–59 лет. Если в 2012 году этот показатель составлял 937 млн. человек, то к 2014 году он снизился до 916 млн., а к 2030 году, по прогнозам, может составить 890 млн. человек. В ответ на эти вызовы правительство КНР поэтапно либерализовало демографическую политику: в 2015 году была разрешена вторая беременность, а в 2021 году — третья. Гендерный дисбаланс, обусловленный традиционными культурными предпочтениями в отношении рождения мальчиков, стал еще одним вызовом. По данным Всекитайской переписи населения 2020 года, соотношение полов при рождении составляло около 111 мальчиков на 100 девочек. Избыток мужского населения создает угрозы социальной стабильности. Быстрое старение населения выступает ключевым фактором, побудившим руководство страны к пересмотру демографической политики. За период 1979–2010 годов доля населения старше 65 лет увеличилась на 10%, а к 2050 году, согласно прогнозам, может превысить 23% [8]. Дефицит пенсионного фонда, оценивавшийся в 2010 году в 2,6 трлн долл., к 2030 году может достичь 10,9 трлн долл. [9]. Урбанизация в Китае привела к перенаселению мегаполисов и феномену «городов-призраков» [10]. Сохраняется высокий уровень дифференциации в доходах между городским и сельским населением: доход сельского жителя составляет примерно 33% от дохода городского. Вместе с тем Китай демонстрирует прогресс в развитии человеческого капитала: количество лиц с высшим образованием достигло 218 млн человек (15,5% населения старше 15 лет), а уровень неграмотности снизился до 2,67% [11].

Заключение. Сравнительный анализ демографических процессов в Республике Беларусь и Китайской Народной Республике позволяет сделать вывод о том, что, несмотря на различия в масштабах и историческом контексте, обе страны сталкиваются с общими вызовами: ускоренным старением населения, сокращением доли трудоспособного населения, возрастающей нагрузкой на бюджетную систему и необходимостью адаптации институтов социальной защиты. Новизна настоящего исследования заключается в использовании данных авторского социологического опроса для выявления субъективных факторов, определяющих демографическое поведение населения Беларуси. Полученные результаты позволяют сделать несколько ключевых выводов. Во-первых, выявлен отчетливый возрастной тренд снижения репродуктивных норм, что требует учета поколенческой динамики при прогнозировании. Во-вторых, основными материальными барьерами выступают недостаточный уровень доходов и жилищная проблема. В-третьих, значимую роль играют институциональные и поведенческие факторы: недостаточная ответственность мужчин и общая неуверенность в завтрашнем дне. Это позволяет обосновать приоритетные направления экономической политики, которые должны включать не только традиционные меры стимулирования рождаемости (расширение сети детских садов, жилищные программы), но и меры, направленные на перераспределение репродуктивной нагрузки между полами, а также обеспечение макроэкономической и политической стабильности как необходимого условия для принятия долгосрочных семейных решений. Китайский опыт демонстрирует, что жесткое демографическое регулирование способно обеспечить краткосрочный экономический рост за счет избыточного предложения труда, но в долгосрочной перспективе порождает структурные диспропорции, преодоление которых требует значительных бюджетных ресурсов и институциональных преобразований. Эффективная демографическая политика должна строиться на комплексном подходе, учитывающем как макроэкономические ограничения, так и поведенческие факторы на микроуровне.

Список использованных источников:

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2022). World Population Prospects 2022, Online Edition. File: Total population by broad age group, region, subregion and country, annually for 1950-2100 (Table 7). Median variant.

2. Исследовательский центр ИПМ (BEROC). (2023-2024). Демографические вызовы для экономики Беларуси: рынок труда, производительность и потенциальный ВВП. Минск.

3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Численность населения на 1 января 2024 г. и в среднем за 2023 год : статистический бюллетень. – Минск : Белстат, 2024. – 32 с.

4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Итоги переписи населения Республики Беларусь 2019 года : в 12 т. – Минск : Белстат, 2020. – Т. 1 : Численность и размещение населения. – 258 с.

5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Демографический ежегодник Республики Беларусь : статистический сборник. – Минск : Белстат, 2023. – 405 с.

6. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Регионы Республики Беларусь : статистический сборник : в 2 т. – Минск : Белстат, 2023. – Т. 1. – 515 с.

7. UNESCO Institute for Statistics. Literacy rate, adult total (% of people ages 15 and above) – Belarus [Electronic resource]. – Mode of access: http://uis.unesco.org. – Date of access: 20.03.2026.
8. Bureau of Statistics of China. (2011). China Statistical Yearbook 2010.
9. World Bank. (2012). China 2030: Building a Modern, Harmonious, and Creative Society. Washington, D.C.
10. Shepard, W. (2015). Ghost Cities of China: The Story of China without a Population. Zed Books.
11. National Bureau of Statistics of China. (2011). Communiqué of the National Bureau of Statistics of People's Republic of China on Major Figures of the 2010 Population Census (No. 1). Beijing.

UDC 338.24

DEMOGRAPHIC DETERMINANTS OF ECONOMIC DEVELOPMENT: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE REPUBLIC OF BELARUS AND THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Piskun A.P., Sakovich A.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics Minsk, Republic of Belarus

Zhilinskaya N.N. – PhD in Economics

Annotation. The paper examines the influence of demographic factors on the economic development of countries. A comparative analysis of key demographic challenges in the Republic of Belarus and China is carried out, including depopulation, aging of labor resources, and migration flows. Common patterns and national features of the demography of the two countries are identified. Directions for adapting economic policy to structural changes in the age pyramid are proposed.

Keywords. demography, economic growth, population aging, labor resources, migration policy, Belarus, China.

УДК 33.338

12. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА И УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

Исайкина А. Л., студент гр.373901, Каштелян Д. А., студент гр.373901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Маклакова О. М. – старший преподаватель кафедры менеджмента

Аннотация. В условиях цифровой трансформации экономики и стремительного роста электронной коммерции традиционные методы прогнозирования спроса и управления товарными запасами демонстрируют недостаточную эффективность. Данная работа посвящена исследованию потенциала технологии цифровых двойников как инновационного инструмента для оптимизации логистических процессов в онлайн-ритейле. В статье рассматривается сущность технологии, анализируются механизмы ее интеграции с системами прогнозирования спроса на основе искусственного интеллекта и больших данных. Особое внимание уделяется практическим кейсам применения цифровых двойников в деятельности зарубежных и отечественных компаний, включая опыт Республики Беларусь. На основе анализа открытых данных и научных публикаций проведена оценка экономической эффективности внедрения цифровых двойников в складскую логистику электронной коммерции на примере крупнейшего белорусского онлайн-гипермаркета 21vek.by. В заключении систематизированы основные барьеры и перспективы развития технологии в контексте цифровой трансформации электронной коммерции.

Ключевые слова. Цифровой двойник, электронная коммерция, прогнозирование спроса, управление запасами, складская логистика, искусственный интеллект, большие данные, цифровая трансформация, оптимизация цепочек поставок, экономическая эффективность

Современный этап развития экономики характеризуется ускорением изменений, происходящих в обществе под влиянием внедрения новых информационных технологий, что позволяет заключить об актуальности процесса цифровизации, который представляет собой качественные преобразования в способах передачи и получения информации, технологиях и организации деятельности посредством перевода в электронную форму [1]. Электронная коммерция демонстрирует устойчивый рост, становясь доминирующим каналом розничной торговли, что обостряет конкуренцию и требует от ритейлеров повышения операционной эффективности.

Ключевыми проблемами, с которыми сталкиваются компании электронной коммерции, являются: высокая волатильность спроса, необходимость минимизации издержек на хранение, риск образования неликвидных запасов и, одновременно, потери прибыли из-за дефицита товара. Традиционные модели прогнозирования, основанные на анализе временных рядов (такие как скользящая средняя, ARIMA, метод Хольта-Винтерса), часто не справляются с непредсказуемыми изменениями потребительского поведения, особенно в периоды пиковых нагрузок или макроэкономических шоков. Как отмечается в исследовании компании Forecast NOW!, классические методы усредняют итоговые значения спроса, что часто сказывается на качестве и точности прогнозов, тогда как использование вероятностных моделей позволяет учитывать весь спектр возможных сценариев развития событий [3].

В Республике Беларусь, как и во многих странах, все еще функционирует значительное количество складов низкой классности, что свидетельствует о недостаточном уровне развития цифровых технологий и автоматизации в складской отрасли. Отсутствие современных информационных систем управления и автоматизированных средств обработки данных приводит к значительным затруднениям в учете товарно-материальных запасов, а также ограничивает возможности оперативного контроля и прогнозирования складских операций [6]. В условиях растущей конкуренции и необходимости обеспечения высокого уровня сервиса данные проблемы становятся критически значимыми, что подчеркивает актуальность внедрения передовых цифровых технологий, таких как системы управления складом (WMS) и цифровые двойники.

Цель данной работы заключается в комплексном анализе возможностей применения технологии цифровых двойников для повышения точности прогнозирования спроса и эффективности управления товарными запасами в сфере электронной коммерции, а также в количественной оценке экономического эффекта от внедрения данной технологии.

Задачи исследования включают:

1 Раскрыть понятие и архитектуру цифрового двойника применительно к задачам управления цепочками поставок и складской логистики.

2 Исследовать механизмы интеграции цифровых двойников с системами прогнозирования спроса на основе искусственного интеллекта и больших данных.

3 Проанализировать практические примеры внедрения технологии в деятельность зарубежных и отечественных (белорусских) компаний.

4 Провести количественную оценку экономической эффективности внедрения цифрового двойника склада на основе данных о стоимости внедрения и научно подтвержденных эффектах на примере крупнейшего белорусского онлайн-гипермаркета 21vek.by.

5 Выявить основные барьеры и ограничения при имплементации цифровых двойников и оценить перспективы развития технологии в контексте цифровой трансформации электронной коммерции.

Термин «цифровой двойник» (Digital Twin) впервые появился у Майкла Гривза в работе «Цифровые двойники: превосходство в производстве на основе виртуального прототипа завода» [8]. В современном понимании цифровой двойник представляет собой виртуальную копию физического объекта, процесса или системы, которая не только статично отображает его характеристики, но и динамически синхронизируется с ним в реальном времени за счет потоков данных от сенсоров и IoT-устройств [2].

Существуют различные подходы к определению данной технологии. Одни исследователи считают, что цифровой двойник является интегрированной моделью готового продукта, созданной для отображения всех производственных дефектов и постоянного обновления с учетом износа продукта. Другие описывают цифровой двойник как цифровую модель физического объекта с поддержкой датчиков, которая изображает объект в режиме реального времени. В общем, цифрового двойника можно определить как виртуальную копию физического мира, которая на микро- и макроуровне с помощью набора математических моделей описывает состояние объекта и всех его элементов, помогая при этом оптимизировать эффективность бизнеса [1].

Ключевое отличие цифрового двойника от простой имитационной модели или системы автоматизированного проектирования (САПР) заключается в наличии автоматизированного двунаправленного потока данных. Цифровой двойник – это больше, чем любой САПР, полностью инкапсулированный в компьютерную среду, которая продемонстрировала успех в моделировании сложных сред [9]. Изменения в физическом объекте мгновенно отражаются в цифровой модели, и наоборот, управляющие воздействия, отработанные на модели, могут быть применены к реальному объекту.

Выделяют три уровня зрелости цифровых моделей [5]:

1 Цифровая модель (Digital Model): ручной обмен данными между физическим и цифровым объектом.

2 Цифровая тень (Digital Shadow): автоматизированный однонаправленный поток данных от физического объекта к цифровому.

3 Цифровой двойник (Digital Twin): полностью интегрированная система с автоматическим двунаправленным потоком данных.

Работа виртуального двойника строится на непрерывном обмене данными: все, что происходит в реальном мире, мгновенно отражается в цифровом, и наоборот – изменения, протестированные в модели, могут быть безопасно внедрены в физический процесс. Основные этапы создания цифровой реплики включают: сбор и импорт данных, формирование цифровой модели, интеграцию потоков данных в реальном времени, визуализацию и симуляцию, прогнозирование, развертывание и эксплуатацию, а также эволюцию и самообучение [5].

Цифровой двойник основан на технологиях больших данных (Big Data). Данные поступают в режиме реального времени по множеству измерений, создавая профайл объекта или процесса в оцифрованном мире, что позволяет передавать значимые данные о производительности системы и принимать обоснованные решения в реальном мире. Появление все более удобных и бюджетных инструментов обработки и хранения больших данных позволило увеличить количество вариантов использования и возможностей для создания цифровых двойников, что, в свою очередь, повысило ценность для бизнеса [1].

Точность прогнозирования спроса является критическим фактором успеха в электронной коммерции. Цифровые двойники открывают новые возможности в этой области благодаря способности обрабатывать гетерогенные данные. Как отмечается в исследовании компании Forecast NOW!, на вход алгоритма поступает история продаж и остатков за прошлые периоды, которая очищается от аномальных всплесков, сезонности и промоакций. После очистки программа строит цифровую копию товара, снимая все возможные характеристики спроса: частоту продаж, периодичность, объемы [3].

Ключевую роль играет симбиоз цифровых двойников и искусственного интеллекта. Искусственный интеллект обеспечивает скорость обработки данных и выявления паттернов, в то время как цифровой двойник гарантирует точность за счет детального моделирования конкретных операционных сценариев. Использование машинного обучения позволяет цифровому двойнику самостоятельно предлагать способы оптимизации складских операций на основе конкретных условий и исторических данных [6].

Одним из наиболее значимых преимуществ использования цифровых двойников для прогнозирования спроса является переход от детерминированных к вероятностным моделям. В отличие от классических методов, выдающих одно число в качестве прогноза, цифровой двойник позволяет получить распределение вероятностей продаж.

После создания цифровой копии конкретного товара проводится моделирование возможных вариантов развития событий в будущем. Для этого программа проводит 100 000 экспериментов в виртуальной среде. В результате формируется распределение вероятностей, где для каждого возможного

объема спроса указана вероятность его возникновения. Например, столбец на гистограмме может показывать, что в 16 000 экспериментах не было продано ни одного товара (вероятность 16%), в 10 000 экспериментах продано 2 единицы (вероятность 10%) и т.д.

Такой подход позволяет отказаться от усреднения показателей и учитывать весь спектр возможных сценариев. На основе полученного распределения можно определить оптимальный уровень запаса для достижения целевого уровня сервиса. Если целевой уровень сервиса составляет 95%, то необходимый объем запаса определяется как значение, которое покрывает 95% всех возможных сценариев спроса [3].

Цифровой двойник склада представляет собой точное виртуальное представление физической среды склада, постоянно пополняемое данными из реального мира. Эти данные поступают из различных источников, таких как датчики, камеры и другие интеллектуальные устройства, обеспечивая детальное и актуальное отображение складской среды.

Создание цифрового двойника на складе открывает инновационные возможности для оптимизации логистических процессов и повышения эффективности и точности складских операций. Эта виртуальная модель не только обеспечивает комплексный мониторинг в режиме реального времени, но и позволяет тестировать будущие сценарии с помощью моделирования и принимать обоснованные решения.

Моделирование цифрового двойника на складе основано на интеграции физических и виртуальных источников данных, взаимодействующих друг с другом в реальном времени. Первоначально создается подробная модель склада, отображающая все соответствующие физические характеристики, такие как стеллажи, зоны хранения, транспортные маршруты и хранящиеся товары. В эту модель непрерывно поступают данные, собираемые с помощью различных датчиков, включая положение товаров, уровень температуры и влажности, а также схемы движения погрузчиков и другой техники.

Мониторинг склада с помощью цифровых двойников в режиме реального времени предоставляет множество преимуществ, выходящих далеко за рамки простого отслеживания запасов [6]:

1 Повышение прозрачности. Операторы склада могут в любое время и в любом месте получить полный обзор текущего уровня запасов и их местоположения. Это не только упрощает управление запасами, но и позволяет точно планировать и координировать перемещение товаров.

2 Раннее выявление проблем. Непрерывный мониторинг позволяет быстро обнаруживать и анализировать аномалии, такие как необычные схемы перемещения или изменения температуры. Это помогает предотвратить повреждение хранящихся товаров и сократить время простоя оборудования.

3 Оптимизированное планирование ресурсов. Точное знание уровня запасов и их перемещения позволяет операторам более эффективно распределять персонал и оборудование, минимизируя время ожидания и ненужные транспортные маршруты.

4 Экологическая устойчивость. За счет минимизации складских площадей, оптимизации транспортных маршрутов и сокращения отходов цифровой двойник способствует более устойчивому управлению складом.

При управлении запасами цифровой двойник может быть использован для решения следующих задач [3]:

1 Определение оптимального товарного запаса;
2 Планирование перемещений от поставщиков и между складами и торговыми точками;
3 Моделирование распределения запасов через распределительный центр;
4 Моделирование запасов при проведении промо-акций;
5 Определение рисков дефицита, перетарки, недопоставки и частичной поставки;
6 Анализ возможных вариантов событий.

Традиционно страховой запас рассчитывается на основе статистических отклонений. Цифровой двойник позволяет делать этот показатель динамическим. В периоды низкого спроса система автоматически сокращает резервы, высвобождая оборотные средства, а в периоды высокой неопределенности – увеличивает их. Кроме того, технология позволяет отслеживать товар на всех этапах – от поступления на склад до доставки клиенту и, в случае возврата, его обратной интеграции в товарные запасы [6].

Мировой опыт демонстрирует успешные примеры применения цифровых двойников в деятельности крупнейших ритейлеров и логистических компаний.

Walmart использует цифровые двойники для управления своими складами и оптимизации цепочек поставок [2]. Благодаря созданию цифровых двойников склада компания выявила неэффективные процессы, в том числе связанные с энергопотреблением, и произвела интеграцию системы управления складом с системами автоматизации для управления освещением, отоплением и охлаждением. В результате энергопотребление сократилось на 15%, уменьшение выбросов углекислого газа составило 10%, а эффективность использования ресурсов компании в целом увеличилась на 8% [10].

Alibaba применяет технологию цифровых двойников с целью прогнозирования спроса на продукты и эффективного управления запасами на своих складах [2].

DHL, мировой лидер в области логистики, создала цифровую модель склада с помощью данных датчиков IoT, GPS и разработанных алгоритмов для анализа данных, интегрировав ее в WMS-систему. Благодаря этому DNL (подразделение DHL) добилась роста производительности труда на 15% и

улучшения точности прогнозирования спроса на 25%, что привело к сокращению складских затрат на 10% [10].

В Республике Беларусь технология цифровых двойников также находит применение, хотя ее распространение пока ограничено крупными предприятиями.

Компания Беларуськалий использует цифровые двойники для управления процессом добычи калийных солей. Компания Белшина применяет данную технологию для оптимизации производства шин [11].

Центральный научно-исследовательский и проектно-технологический институт организации и техники управления (ЦНИИТУ) стремится создать и внедрять комплексную систему, охватывающую учет и управление предприятием, цифровые двойники продуктов и производственных процессов. Институт уже проводит пилотные проекты на таких предприятиях, как «БелОМО», «Витязь», «Белвест» и «Полесье» [2].

Компания EPAM Systems разрабатывает цифровые двойники для промышленных предприятий, а также решения для управления и контроля производственными процессами [2]. На одном из крупных логистических центров Минска внедрение цифрового двойника позволило сократить время обработки заказов и улучшить точность учета запасов, что существенно повысило качество клиентского сервиса [7].

Несмотря на наличие качественных описаний эффектов от внедрения цифровых двойников, в научной литературе и открытых источниках отсутствуют систематизированные количественные оценки экономической эффективности данной технологии применительно к складской логистике электронной коммерции в Республике Беларусь. В рамках настоящего исследования предпринята попытка восполнить этот пробел на основе анализа доступных данных о стоимости внедрения, научно подтвержденных эффектах и практических кейсах.

Для оценки экономической эффективности внедрения цифрового двойника склада в электронной коммерции использована следующая методология:

1 Определение стоимости внедрения на основе анализа реальных тендерных данных по закупке WMS-систем в Республике Беларусь и оценки затрат на IoT-инфраструктуру и интеграционные модули.

2 Оценка ожидаемого экономического эффекта на основе научно подтвержденных данных о снижении уровня запасов, сокращении простоев из-за дефицита и уменьшении операционных расходов.

3 Расчет срока окупаемости инвестиций (Payback Period) как отношения суммарных инвестиций к годовому экономическому эффекту.

В качестве объекта исследования рассматривается крупнейший белорусский онлайн-гипермаркет 21vek.by – лидер электронной коммерции Республики Беларусь. Согласно исследованию видимости сайтов Байнета, проведенному digital-агентством AMDG по итогам IV квартала 2025 года, 21vek.by занимает 1-е место в поисковой выдаче Google и Яндекс в категориях «Мебель» и «Сантехника», а также входит в ТОП-3 категорий «Косметика» и «Мобильные телефоны» [4]. В категории «Сантехника» в Яндексе лидерство удержал 21vek.by с показателем видимости 91,78%, а в категории «Мебель» в Яндексе его видимость составила 95,20% [4].

Для оценки масштаба деятельности компании использованы данные о совокупном обороте белорусского рынка электронной коммерции. По состоянию на конец 2024 года удельный вес розничного товарооборота интернет-магазинов составил 11,7% в объеме розничного товарооборота в целом, что в 2,1 раза выше показателя предыдущего года [2, 6]. Общее количество зарегистрированных интернет-магазинов и площадок в Республике Беларусь по состоянию на 1 января 2025 года составило почти 31 тыс., что в 2,6 раза больше, чем в 2020 году [2].

Согласно данным бизнес-справочника ZoomInfo, годовая выручка компании 21vek.by составляет $61.7 млн [12]. Для целей настоящего исследования производится пересчет в белорусские рубли по среднему курсу Национального банка Республики Беларусь за 2025 год (1 USD = 3,2 BYN), что дает 197 440 000 BYN. Для удобства расчетов и сохранения консервативного подхода принимается значение 200 000 000 BYN.

Таблица 1 – Параметры объекта исследования

Параметр	Значение
Наименование	21vek.by
Сфера деятельности	Онлайн-гипермаркет (электроника, бытовая техника, мебель, товары для дома)
Позиция в SEO-рейтинге	1-е место в категориях «Мебель», «Сантехника», «Бытовая техника»; ТОП-3 в категориях «Косметика», «Мобильные телефоны»
Оценка годового товарооборота	200 000 000 BYN

Анализ открытых тендерных данных позволяет оценить стоимость внедрения автоматизированной системы управления складом (WMS) в Республике Беларусь. Согласно тендеру №320926948, размещенному на портале BiCoTender, стоимость закупки и внедрения WMS-системы для логистического центра в Минске составила 700 000 BYN [13].

Однако полноценный цифровой двойник требует дополнительных затрат на развертывание IoT-инфраструктуры (датчики, сенсоры, камеры), а также на интеграцию аналитических модулей, обеспечивающих вероятностное прогнозирование и машинное обучение. На основе данных о структуре затрат при внедрении цифровых двойников [5] и опыте российской компании Технониколь [15], дополнительные инвестиции оцениваются в 350 000 BYN.

Таблица 2 – Структура инвестиций в создание цифрового двойника склада

Статья затрат	Сумма, BYN
WMS-система (базовое внедрение)	700 000
IoT-инфраструктура и сенсоры	200 000
Интеграция и аналитические модули	150 000
Итого инвестиции	1 050 000

Для расчета эффекта приняты следующие допущения о текущих потерях и издержках на основе среднеотраслевых показателей для компаний масштаба 21vek.by:

1 Потери от дефицита – 5% от годового оборота. Данный показатель соответствует среднерыночным значениям для электронной коммерции в условиях недостаточно точного прогнозирования спроса.

2 Издержки на хранение избыточных запасов – 4% от годового оборота. Включают затраты на аренду складских площадей, обслуживание, страхование и альтернативные издержки замороженного капитала.

3 Операционные расходы склада – 10% от годового оборота. Включают заработную плату персонала, коммунальные платежи, амортизацию оборудования и прочие текущие затраты.

Таблица 3 – Исходные экономические показатели (до внедрения)

Показатель	Значение, BYN	Обоснование
Годовой оборот	200 000 000	ZoomInfo
Потери от дефицита	750 000	5% от оборота
Издержки на хранение избыточных запасов	600 000	4% от оборота
Операционные расходы склада	1 500 000	10% от оборота
Итого потери и издержки	2 850 000	

Для количественной оценки эффектов использованы результаты научных исследований и данные из практических кейсов.

В работе «Адаптивная система управления запасами предприятия на основе цифровых двойников и предиктивной аналитики» представлены следующие результаты практической апробации [14]:

1 Снижение среднего уровня запасов – 25%;

2 Сокращение времени реакции на сбои – в 4 раза;

3 Уменьшение простоев из-за дефицита – 87%.

Кейс российской компании Технониколь, внедрившей цифровой двойник склада готовой продукции в 2025 году, демонстрирует [15]:

1 Рост производительности труда на складе – 60%;

2 Увеличение пропускной способности – 25%;

3 Сокращение времени обработки операций – 35%;

4 Снижение операционных расходов – 15%.

При этом компания Технониколь отмечает, что создание цифровой модели требует на 80% меньше ресурсов, чем реализация физических изменений на складе [15].

На основе представленных данных проведен расчет годового экономического эффекта от внедрения цифрового двойника склада для компании 21vek.by. В расчете использованы научно подтвержденные эффекты: сокращение простоев из-за дефицита на 87% [14], снижение уровня запасов на 25% [14] и сокращение операционных расходов на 15% [15].

Таблица 4 – Расчет годового экономического эффекта

Показатель	До внедрения, BYN	После внедрения, BYN	Экономия, BYN	Обоснование
Потери от дефицита	10 000 000	1 300 000	8 700 000	Сокращение простоев из-за дефицита на 87%
Издержки на хранение	8 000 000	6 000 000	2 000 000	Снижение уровня запасов на 25%

избыточных запасов				
Операционные расходы склада	20 000 000	17 000 000	3 000 000	Снижение операционных расходов на 15%
Итого годовая экономия	38 000 000	24 300 000	13 700 000	

Срок окупаемости инвестиций (Payback Period) рассчитывается как отношение суммарных инвестиций к годовому экономическому эффекту:

$$PP = 1\,050\,000\ BYN\ /\ 13\,700\,000\ BYN/\text{год} \approx 0.077\ \text{года} \approx 28\ \text{дней (менее 1 месяца)}$$

Полученный срок окупаемости (менее 1 месяца) свидетельствует о высокой экономической эффективности внедрения технологии для крупных игроков электронной коммерции. Столь быстрая окупаемость объясняется масштабом деятельности компании: при годовом обороте 200 млн BYN даже небольшое процентное снижение потерь дает значительный абсолютный эффект.

Анализ структуры годовой экономии позволяет выявить наиболее значимые факторы, обеспечивающие возврат инвестиций для компании 21vek.by:

1 Сокращение потерь от дефицита – 63,5% от общего эффекта (8 700 000 BYN);
2 Снижение операционных расходов склада – 21,9% эффекта (3 000 000 BYN);
3 Оптимизация уровня запасов – 14,6% эффекта (2 000 000 BYN).

Наибольший вклад в экономический эффект вносит снижение потерь от дефицита, что подтверждает ключевую роль цифровых двойников в повышении точности прогнозирования спроса и обеспечении доступности товара.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых двойников сопряжено с рядом серьезных вызовов.

1 Качество и интеграция данных. Эффективность цифрового двойника напрямую зависит от качества исходных данных. Проблема «мусор на входе – мусор на выходе» (garbage in – garbage out) стоит здесь особенно остро. Многие компании сталкиваются с разрозненностью данных в устаревших legacy-системах, что требует значительных инвестиций в построение единой шины данных. Даже самые продвинутые алгоритмы бесполезны при низком качестве исходных данных, а проблема «информационного шума» возникает, когда данные поступают из сотен источников, но не унифицированы и не синхронизированы [5].

2 Высокая стоимость внедрения. Создание и применение цифровых двойников связано со значительными инвестициями в программное обеспечение, сенсорную инфраструктуру, облачные сервисы и обучение персонала. Как показано в разделе 4, общая стоимость внедрения для крупного логистического центра может составлять порядка 1 млн BYN. Особенно трудоемким этапом становится интеграция цифрового двойника с уже существующими системами – ERP, CAD, MES, PLM, SCADA. Это не разовое решение, а долгосрочная программа развития, требующая стратегического подхода и финансовых вложений [5].

3 Недостаток компетенций. Эффективное использование цифровых двойников требует специалистов, умеющих работать с данными, моделями и аналитикой. Многие компании сталкиваются с нехваткой экспертизы и сопротивлением изменениям, ведь внедрение двойников подразумевает перестройку бизнес-процессов и формирование новой культуры принятия решений на основе данных [5]. Для успешного преодоления этих негативных моментов особое внимание необходимо уделять подбору специалистов, обладающих соответствующими знаниями, опытом и креативным мышлением [7].

4 Кибербезопасность. Цифровой двойник содержит критически важные сведения о производстве, оборудовании и людях. Утечка такой информации может привести к серьезным финансовым потерям и репутационным рискам. Поэтому ключевой задачей становится надежная защита каналов передачи данных и контроль доступа пользователей [5]. Необходимо разработать соответствующие правовые нормы и стандарты для защиты данных и предотвращения их утечек [1].

Несмотря на перечисленные барьеры, перспективы развития технологии цифровых двойников в Республике Беларусь оцениваются как благоприятные. Развитие национальной инфраструктуры поддержки цифровизации, включая создание центров компетенции по цифровым технологиям, реализацию государственных программ цифровой трансформации и развитие инновационной экосистемы, создает необходимые предпосылки для более широкого распространения данной технологии [1]. Важным фактором является также снижение стоимости IoT-устройств и облачных сервисов, что постепенно делает технологию доступной не только для крупных, но и для средних компаний.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что технология цифровых двойников является одним из наиболее перспективных направлений развития логистики и управления запасами в электронной коммерции. Способность создавать точные виртуальные копии сложных систем, интегрировать разнородные данные в реальном времени и проводить многовариантное вероятностное

прогнозирование открывает перед ритейлерами принципиально новые возможности для повышения эффективности.

Применение цифровых двойников позволяет решить ключевое противоречие современной логистики: между необходимостью поддержания высокого уровня сервиса (наличие товара) и стремлением к минимизации оборотного капитала (отсутствие излишков). Как показал анализ кейсов Walmart, Alibaba и DHL, внедрение технологии обеспечивает измеримый экономический эффект в виде сокращения дефицита, ускорения оборачиваемости, повышения точности прогнозов и снижения энергопотребления.

В рамках настоящей работы впервые для белорусского контекста проведена количественная оценка экономической эффективности внедрения цифрового двойника склада на примере крупнейшего отечественного онлайн-гипермаркета 21vek.by. На основе анализа реальных тендерных данных по стоимости WMS-систем в Республике Беларусь и научно подтвержденных эффектов от внедрения технологии установлено, что:

1 Объем инвестиций в создание полноценного цифрового двойника склада для компании 21vek.by составляет порядка 1 050 000 BYN, включая базовую WMS-систему, IoT-инфраструктуру и аналитические модули.

2 Годовой экономический эффект достигает 13 700 000 BYN за счет сокращения потерь от дефицита (8 700 000 BYN), снижения операционных расходов склада (3 000 000 BYN) и оптимизации уровня запасов (2 000 000 BYN).

3 Срок окупаемости инвестиций составляет менее 1 месяца (28 дней), что объясняется масштабом деятельности компании и подтверждает высокую экономическую целесообразность внедрения технологии для крупных игроков белорусского e-commerce.

В Республике Беларусь технология цифровых двойников начинает внедряться на крупных предприятиях, таких как Беларуськалий, Белшина, а также в рамках проектов ЦНИИТУ и EPAM Systems. Однако для более широкого распространения необходимо развитие соответствующей инфраструктуры и экосистемы, включая создание центров компетенции по цифровым технологиям, обучение специалистов и развитие инновационной экосистемы [1]. Также важно учитывать вопросы безопасности данных и конфиденциальности, связанные с использованием цифровых двойников, и разработать соответствующие правовые нормы и стандарты.

Внедрение цифровых двойников – это отражение изменений в обществе. Действия по введению цифровых двойников в экономику необходимо сопровождать комплексом мер, которые минимизируют все минусы, неизбежно возникающие в процессе цифровизации. Преобразования общества в процессе развития цифровой экономики неизбежны, и цифровые двойники станут одним из ключевых инструментов этого преобразования [1].

Список использованных источников:

1. Цифровые двойники и их развитие на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/52930/1/Kupreichik_Cifrovie.pdf – Дата доступа: 20.03.2026.

2. «Цифровые двойники»: практика применения зарубежными и отечественными компаниями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/309379/1/711-714.pdf – Дата доступа: 20.03.2026.

3. Как технология цифрового двойника помогает в управлении запасами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fnow.ru/articles/digital-twin - Дата доступа: 20.03.2026.

4. AMDG. Укрепление маркетплейсов в FMCG и новый лидер в «Лизинге»: SEO-рейтинг белорусских компаний на конец 2025 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт digital-агентства AMDG. – Минск, 2026. – 13 января. – Режим доступа: https://amdg.by/blog/ukreplenie-marketpleysov-v-fmcg-i-novyy-lider-v-lizinge-seo-reyting-belorusskikh-kompaniy-na-konet – Дата доступа: 20.03.2026.

5. Цифровые двойники: что это и как они работают [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://productstar.ru/blog/cifrovye-dvoiniki-digital-twin-cto-eto-i-kak-oni-rabotaiut – Дата доступа: 20.03.2026.

6. Инновационная складская логистика с использованием цифровых двойников и искусственного интеллекта – технология, обеспечивающая отслеживание запасов в режиме реального времени [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xpert.digital/ru/ – Дата доступа: 20.03.2026.

7. Цифровой двойник склада как инструмент повышения эффективности управления запасами на складе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/161457/198-202.pdf?sequence=1&isAllowed=y - Дата доступа: 20.03.2026.

8. Michael W. Grieves Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication – LLC, 2014, 7p.

9. Т. О. Толстых, Л. А. Гамидуллаева, Е. В. Шкарупета Ключевые факторы развития промышленных предприятий в условиях цифрового производства и индустрии 4.0. Т.11. №. 1. - Экономика в промышленности, 2018. – с. 11-19.

10. Are you ready to implement AI like Walmart? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://the codework.com/explore/are-you-ready-to-implement-ai-like-walmart/ – Дата доступа: 20.03.2026.

11. РБК Тренды [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://trends.rbc.ru/trends/ – Дата доступа: 20.03.2026.

12. ZoomInfo. 21vek.by Company Profile [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zoominfo.com/p/21vekby/ – Дата доступа: 20.03.2026.

13. BiCoTender. Тендер №320926948: Закупка и внедрение автоматизированной системы управления складом (WMS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bicotender.ru/it-kompiutery-sviaz/zakupka-i-vnedrenie-avtomatizirovannoi-sistemy-upravleniia-skladom-wms-minsk-tender320926948.html – Дата доступа: 20.03.2026.

14. Кузнецова Е.С., Щеглов Д.К. Адаптивная система управления запасами предприятия на основе цифровых двойников и предиктивной аналитики // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2025. – Т. 28, № 4. – С. 56-63.

15. MASHNEWS. Технониколь модернизирует склад с помощью VR и цифровых двойников [Электронный ресурс]. – 2025. – 25 марта. – Режим доступа: https://mashnews.ru/texnonikol-s-pomoshhyu-vr-moderniziruet-sklad-gotovoj-produkczii-na-zavode-texno-v-serpuxove.html – Дата доступа: 20.03.2026.

UDC 33.338

USING DIGITAL TWINS FOR DEMAND FORECASTING AND INVENTORY MANAGEMENT IN E-COMMERCE

Isaykina A.L., student of group 373901, Kashtelyan D.A., student of group 373901

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Maklakova O. M. – Senior Lecturer at the Department of Management

Annotation. In the context of digital transformation of the economy and the rapid growth of e-commerce, traditional methods of demand forecasting and inventory management are proving insufficiently effective. This paper investigates the potential of Digital Twin technology as an innovative tool for optimizing logistics processes in online retail. The article examines the essence of technology, analyzes the mechanisms of its integration with demand forecasting systems based on artificial intelligence and big data. Special attention is paid to practical cases of Digital Twin application in the activities of foreign and domestic companies, including the experience of the Republic of Belarus. Based on the analysis of open data and scientific publications, an assessment of the economic efficiency of implementing digital twins in warehouse logistics of e-commerce is carried out using the example of the largest Belarusian online hypermarket 21vek.by. The conclusion systematizes the main barriers and prospects for the technology's development in the context of the digital transformation of e-commerce.

Keywords. Digital twin, e-commerce, demand forecasting, inventory management, warehouse logistics, artificial intelligence, big data, digital transformation, supply chain optimization, economic efficiency.

УДК 004.413

13. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Галяк И.П., студент гр.314302

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Горностай Л.Ч. – старший преподаватель каф. менеджмента

Аннотация. В статье проведён сравнительный анализ ведущих программных средств управления проектами: Jira, Asana, Microsoft Project, Bitrix24 и Wrike. Выявлены ключевые различия в их методологической специализации, функциональности и архитектуре. Установлено, что выбор инструментария определяется спецификой отрасли и зрелостью процессов компании. Особое внимание уделено тенденциям 2025–2026 годов, таким как переход к облачным моделям, внедрение искусственного интеллекта для предиктивной аналитики и автоматизации, а также смещение фокуса от управления проектами к управлению потоком работ [1]. Предложены рекомендации по выбору систем на основе специализации команд.

Ключевые слова. Управление проектами, цифровая трансформация, Agile, Waterfall, Jira, Asana, Microsoft Project, Bitrix24, Wrike, искусственный интеллект.

Современная практика проектного менеджмента претерпевает фундаментальный сдвиг от жестких иерархических структур к гибким, адаптивным сетям взаимодействия. В условиях технологической неопределенности выбор инструментария управления проектами становится стратегическим решением. В контексте цифровой экономики ключевыми драйверами изменений выступают сокращение времени вывода продуктов на рынок (Time-to-market), необходимость управления географически распределенными командами и переход к гибридным форматам работы. Традиционные каскадные методы оказываются недостаточно гибкими для оперативного реагирования на рыночные изменения. В связи с этим, концепция APMR (Adaptive Project Management and Reporting), предложенная агентством Gartner, подразумевает отказ от жесткой методологической стандартизации в пользу мультимодального подхода. Платформы класса APMR позволяют различным департаментам внутри одной корпорации использовать разные подходы (например, Scrum для IT-отдела и модифицированный Waterfall для отдела капитального строительства), сохраняя при этом единый контур управленческой отчетности и прозрачность портфеля проектов на уровне топ-менеджмента.

Актуальность исследования продиктована необходимостью систематизации современных инструментов в рамках концепции гибкого управления проектами и отчетности (APMR), которая, по оценкам аналитических агентств, становится определяющей для бизнеса в 2025–2026 годах [2].

Наблюдается конвергенция подходов: инструменты «среднего веса», такие как Asana и Wrike, стремятся объединить простоту интерфейса с глубиной аналитики, характерной для корпоративных систем [3]. Специализация инструментария является ключевым критерием выбора, так как универсальные решения проигрывают нишевым продуктам в таких областях, как разработка программного обеспечения или маркетинг.

Для анализа современных средств управления проектами целесообразно использовать их классификацию по «весовым категориям», которая отражает глубину функционала, сложность внедрения и целевую аудиторию. Классификация представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация инструментов управления проектами

Категория	Представители
Легковесные (Lightweight)	Trello, Basecamp
Средневесовые (Midweight)	Asana, Wrike
Тяжеловесные (Heavyweight)	Jira, Microsoft Project

Jira: Архитектурный стандарт для Agile-проектов. Jira от Atlassian является стандартом для управления жизненным циклом разработки ПО. Её сила – в нативной поддержке Scrum и Kanban. Однако сложность интерфейса является барьером для нетехнических команд. Важным аспектом является стратегия развертывания. В 2025 году Atlassian завершает трансформацию в Cloud-first компанию, концентрируя все инновации, включая искусственный интеллект, исключительно в облачной версии. Jira Data Center остается решением для корпораций, которым требуется физический контроль над данными и возможность работы в закрытых сетях [4].

Asana: Философия Work Graph для кросс-функционального взаимодействия. Asana специализируется на управлении сложными проектами в маркетинге, дизайне и операционном управлении, что подтверждается ее статусом лидера в отчетах Forrester Wave и Gartner Magic Quadrant. В основе лежит модель данных Work Graph, позволяющая устанавливать несколько связей между задачами и проектами.

Ключевой инновацией является функция мультихоминга, которая позволяет одной задаче одновременно существовать в нескольких проектах без дублирования данных, повышая прозрачность кросс-функциональной работы.

Основные преимущества и ограничения системы Asana представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация инструментов управления проектами

Преимущества	Ограничения
Интуитивный интерфейс, не требующий длительного обучения.	Недостаточная глубина для сложных инженерных спецификаций.
Высокая гибкость визуализации (Timeline, Kanban, List).	Ограниченные возможности нативного учета ресурсов и бюджетов.
Бесшовные интеграции с более чем 270 сервисами.	Стоимость подписки выше среднего по рынку.

Microsoft Project: Классика планирования и переход к современным экосистемам. Microsoft Project на протяжении десятилетий являлся отраслевым стандартом для традиционных каскадных методологий. Его ключевая специализация – управление масштабными проектами с высокой степенью зависимости между задачами и детальный контроль ресурсов. В 2025–2026 годах продукт переживает трансформацию, связанную с прекращением работы Project Online к сентябрю 2026 года и переходом на новую экосистему Planner, включающую уровни Basic, Premium и Project Server Subscription Edition [5].

Bitrix24: Bitrix24 реализует концепцию единого цифрового рабочего пространства (Digital Workplace), отличаясь от классических трекеров объединением полнофункционального управления проектами с CRM-системой, HR-модулем, контакт-центром и корпоративной социальной сетью. Его ключевая специализация – сервисный бизнес, e-commerce, продажи и клиентская поддержка. Архитектура платформы обеспечивает бесшовную автоматизацию: процессы выполнения проектов могут быть напрямую инициированы стадиями сделок в CRM, что ликвидирует разрыв между продажами и производством.

В контексте трендов 2025–2026 годов платформа активно интегрирует ИИ-ассистента CoPilot, который помогает менеджерам генерировать описания задач, составлять детализированные чек-листы и выполнять транскрибацию звонков. Кроме того, важным экономическим и юридическим фактором является наличие коробочной версии. Доступ к исходному коду и возможность развертывания на собственных серверах делают Bitrix24 безальтернативным решением для государственных учреждений, финансового сектора и организаций с высокими требованиями к обеспечению безопасности данных, информационной безопасности и закрытому контуру корпоративной сети.

Wrike (ныне часть экосистемы независимых платформ после выделения из Citrix) позиционируется как высокопроизводительный инструмент для организаций, которым требуется строгий баланс между гибкостью Agile-практик и детерминированностью классического Waterfall. Отличительной архитектурной особенностью платформы является отсутствие жесткой привязки задачи к одному проекту: система базируется на иерархии пространств (Spaces), папок и проектов с использованием технологии кросс-тегирования. Это позволяет одной и той же задаче отображаться в рабочих пространствах разных департаментов без дублирования, обеспечивая «единый источник истины» (Single Source of Truth).

Ключевой особенностью Wrike на рынке является предельная глубина кастомизации рабочих процессов (Custom Workflows) и типов объектов (Custom Item Types). Организации могут создавать собственные сущности, превращая стандартные «задачи» в «маркетинговые кампании», «релизы ПО» или «заявки на закупку» со специфическим набором полей. Это делает систему востребованной в отделах маркетинга, продуктовой разработки и PMO (Project Management Office).

Для управления корпоративным портфелем проектов Wrike предлагает модуль аналитики и балансировки ресурсов (Resource Management), позволяющий прогнозировать выгорание или недозагрузку сотрудников. Развивая концепцию предиктивного управления в 2025–2026 годах, вендор делает ставку на нейросетевую модель «Wrike Work Intelligence». Данный ИИ-модуль способен анализировать исторические данные компании, выявлять паттерны задержек и автоматически маркировать проекты с высоким уровнем риска срыва сроков, а также приоритизировать задачи пользователей на основе их стиля работы

Технико-экономическое сравнение. Современные системы управления проектами опираются на открытые программные интерфейсы (API) для интеграции с корпоративными ИТ-ландшафтами. Большинство решений используют REST API благодаря его легковесности и гибкости, в то время как SOAP, поддерживаемый в Bitrix24, сохраняет актуальность в секторах с повышенными требованиями к безопасности и транзакционной целостности данных [6].

Помимо архитектуры API, значимым экономическим и юридическим фактором при выборе системы является модель развертывания (Deployment Model) и связанная с ней политика хранения данных (Data Residency). В условиях ужесточения требований к защите персональных данных и корпоративной тайны, многие крупные предприятия и государственные структуры ограничены в использовании публичных SaaS-решений. Стратегия Cloud-first, принятая Atlassian (Jira) и Asana, делает эти инструменты менее доступными для компаний с высокими требованиями к локализации данных на территории присутствия

бизнеса. В данном сегменте конкурентное преимущество получают решения, предлагающие полноценную Self-hosted (коробочную) версию, такие как Bitrix24, позволяющие развернуть систему на собственных серверах организации (On-premise) с полным контролем над сетевым экраном и исходным кодом.

Сравнение стоимостных моделей и ограничений масштабирования ведущих средств управления проектами приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение стоимостных моделей

Инструмент	Начальная цена	Бесплатная версия	Ограничения масштабирования
Jira	~$10.75/польз.	До 10 пользователей	До 50 000 польз. в облаке
Asana	~$10.99/польз.	До 10 пользователей	Без лимита пользователей
MS Project	~$10/польз. (Planner)	Нет	Зависит от лицензий MS 365

Анализ показывает, что масштабирование проектного управления (например, переход на Jira Data Center или коробочный Bitrix24) трансформирует структуру стоимости владения: регулярные облачные подписки сменяются капитальными инфраструктурными затратами. Однако для госсектора и корпораций эти издержки полностью оправданы необходимостью контроля над закрытым сетевым контуром.

Критичным аспектом выступает интеграционный потенциал. В условиях микросервисных архитектур продукты на базе REST API обеспечивают более гибкую и дешевую синхронизацию с корпоративными системами (ERP, BI), тогда как протокол SOAP, несмотря на транзакционную надежность, требует высоких затрат на интеграцию и сложнее адаптируется к современным ИТ-ландшафтам.

Рынок достиг процессной зрелости: современный выбор сводится к поиску профильной экосистемы. IT-команды выбирают платформы, выстроенные вокруг артефактов Agile (Jira), сервисный бизнес — системы с нативной связкой задач и CRM (Bitrix24), а кросс-функциональные подразделения — среды визуализации потока работ (Asana, Wrike). В горизонте 2025–2026 годов ключевыми технологическими преимуществами становятся предиктивный ИИ, открытая архитектура и наличие сертификатов безопасности (SOC 2, HIPAA, ISO 27001) для защиты чувствительных данных.

Учитывая горизонт эксплуатации таких систем (5–10 лет), для внедрения критически важно оценивать долгосрочную стратегию вендоров. Стратегические макротренды — такие как отказ Microsoft от Project Online в пользу экосистемы Planner или безальтернативная Cloud-first стратегия Atlassian (обусловленная потребностью ИИ в вычислениях) — являются определяющими. Их игнорирование на этапе выбора неизбежно приведет компанию к накоплению технического долга и дорогостоящей миграции данных в будущем.

Список использованных источников:

1. 2024 Gartner APMR Report: Key Insights & Market Trends [Электронный ресурс] // Getint. – Режим доступа: https://www.getint.io/blog/the-evolution-of-apmr-key-insights-from-the-2024-gartner-report. – Дата доступа: 03.02.2026.

2. 2024 Gartner® Magic Quadrant™ for Adaptive Project Management and Reporting [Электронный ресурс] // Asana. – Режим доступа: https://asana.com/resources/gartner-magic-quadrant-adaptive-project-management. – Дата доступа: 03.02.2026.

3. Project Management Tools Comparison: Jira, Trello, Asana etc [Электронный ресурс] // Red Star Technologies. – Режим доступа: https://redstartechs.com/blog/project-management-tools-comparison-jira-trello-asana-etc. – Дата доступа: 03.02.2026.

4. Jira Cloud vs Data Center: The truth about SLA performance [Электронный ресурс] // Atlassian Community. – Режим доступа: https://community.atlassian.com/t5/App-Central-articles/Jira-Cloud-vs-Data-Center-The-truth-about-SLA-performance/ba-p/2977548. – Дата доступа: 03.02.2026.

5. Microsoft Project Online is retiring: What you need to know [Электронный ресурс] // Microsoft Tech Community. – Режим доступа: https://techcommunity.microsoft.com/t5/planner-blog/microsoft-project-online-is-retiring-what-you-need-to-know/ba-p/4030233. – Дата доступа: 03.02.2026.

6. Перепелица, Л.А. Теоретические аспекты цифровой трансформации менеджмента / Л. А. Перепелица // «Сацыяльна-эканамічныя і прававыя даследаванні» «БИП-Университет права и социально-информационных технологий». - 2024. - № 1. - С. 126-133

UDC 004.413

COMPARATIVE ANALYSIS OF PROJECT MANAGEMENT SOFTWARE IN THE DIGITAL ECONOMY

Haliak I.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gornostay L.Ch. – Senior Lecturer at the Department of Management

Annotation. This article provides a comparative analysis of the leading project management software: Jira, Asana, Microsoft Project, Bitrix24, and Wrike. Key differences in their methodological specialization, functionality, and architecture are identified. It has been established that the choice of tools is determined by the specifics of the industry and the maturity of the company's processes. Special attention is paid to the trends of 2025-2026, such as the transition to cloud models, the introduction of artificial intelligence for predictive analytics and automation, and the shift in focus from project management to work management. Recommendations for selecting systems based on team specialization are proposed.

Keywords. Project management, digital transformation, Agile, Waterfall, Jira, Asana, Microsoft Project, Bitrix24, Wrike, artificial intelligence.

14. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЭЛЕКТРОННОМ БИЗНЕСЕ

Григоренко Б.С., Романьков К.С., студенты гр. 334702

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

В данной работе рассмотрено трансформационное воздействие технологий искусственного интеллекта (ИИ) на эволюцию электронного бизнеса. Проведен анализ фундаментальных предпосылок, стимулирующих активную интеграцию интеллектуальных алгоритмов в коммерческую деятельность, рассмотрены практические кейсы реализации в ведущих корпорациях, а также систематизированы выгоды и барьеры, сопутствующие цифровизации.

Электронный бизнес (e-Business) – это бизнес-модель, в которой ключевые процессы, обмен бизнес-информацией и коммерческие транзакции автоматизируются с помощью цифровых технологий. Современный e-Business всё чаще использует технологии искусственного интеллекта, что позволяет компаниям оптимизировать операции, анализировать данные и персонализировать взаимодействие с клиентами.

Современный электронный бизнес стремительно трансформируется под влиянием искусственного интеллекта. Можно выделить три ключевых фактора, способствующих его растущей популярности в бизнес-среде:

1.Экспоненциальное увеличение информационных потоков.

Ежедневно организации генерируют колоссальные объемы структурированных и неструктурированных данных: от транзакционной статистики до цифровых следов потребителей. Традиционные методы аналитики теряют эффективность при обработке таких массивов, что делает внедрение ИИ объективной необходимостью. Алгоритмы машинного обучения способны оперативно выявлять скрытые корреляции и формировать выводы, которые ложатся в основу управленческих решений.

2.Императив оптимизации операционной деятельности.

Инструменты на базе ИИ берут на себя выполнение рутинных операций, высвобождая человеческие ресурсы для решения стратегических и творческих задач. В условиях высокой рыночной конкуренции автоматизация перестает быть опцией и становится условием выживания: устойчивость сохраняют лишь те компании, которые достигают максимальной эффективности процессов.

3.Индивидуализация взаимодействия как ключевой драйвер.

В текущих экономических реалиях стандартизированные продукты утрачивают привлекательность для аудитории. Бизнес вынужден переходить к моделям кастомизации, где технологии искусственного интеллекта играют незаменимую роль [1].

Ключевым вкладом ИИ в экосистему электронного бизнеса является возможность гиперперсонализации клиентского опыта. Передовые алгоритмы, включая collaborative filtering и глубокое обучение (deep learning), анализируют историю покупок, навигационные паттерны на сайте, клики и даже эмоциональные реакции (посредством компьютерного зрения). Интеллектуальные системы изучают поведенческие модели, формируя уникальные рекомендации для каждого пользователя. Данный подход существенно улучшает клиентский опыт (CX) и укрепляет лояльность.

Ярким примером служит платформа Amazon, где рекомендательные системы на базе ИИ генерируют до 35% совокупного оборота. Аналогичные технологии используются сервисом Netflix для персонализации выдачи контента, что напрямую влияет на удержание аудитории [2].

Внедрение интеллектуальных систем предоставляет компаниям ряд стратегических преимуществ:

1.Рост операционной эффективности процессов.

ИИ-решения оптимизируют производство, логистические цепочки и управление ресурсами, что ведет к снижению издержек. Технологии предиктивной аналитики позволяют прогнозировать необходимость обслуживания оборудования, предотвращая простои. Предиктивная аналитика базируется на выявлении закономерностей в ретроспективных данных для построения точных прогнозов. Благодаря этому электронная коммерция демонстрирует устойчивый рост: по данным на 2019 год, доля онлайн-продаж в мировом ритейле достигла 14,1%, а аудитория цифровых покупателей составила 1,92 млрд человек [3].

2. Трансформация клиентского обслуживания.

Интеллектуальные чат-боты и виртуальные ассистенты обеспечивают круглосуточную поддержку клиентов, мгновенную обработку типовых запросов, персонализированные рекомендации По данным IBM автоматизация обслуживания клиентов с помощью ИИ-ассистентов позволяет сократить затраты на поддержку до 30%.

Alibaba, ведущий участник в сфере электронной коммерции, стратегически использует ИИ для достижения конкурентного преимущества на рынке. Их чат-бот, базирующийся на ИИ, успешно обрабатывает впечатляющие 95 % письменных и устных запросов клиентов.

3. Акселерация инновационной деятельности.

Технологии ИИ выступают катализатором инноваций, предоставляя инструменты для мониторинга рыночной конъюнктуры и выявления трендов. Это ускоряет цикл разработки и вывода новых продуктов. Кроме того, ИИ трансформирует конкурентную разведку: алгоритмы в реальном времени отслеживают ценовую политику конкурентов и анализируют потребительские отзывы.

4. Упрощение привлечения талантов.

Использование технологий ИИ повышает привлекательность компании для молодых специалистов, создает имидж инновационного работодателя, способствует притоку экспертов в области цифровых технологий. Особенно значимо это преимущество в условиях высокой конкуренции за квалифицированные кадры в сфере цифровых решений [4].

Для максимальной реализации потенциала ИИ и минимизации угроз необходимо учитывать ряд проблемных зон, с которыми сталкивается бизнес при интеграции:

1.Высокие затраты на внедрение и эксплуатацию.

Реализация проектов требует существенных затрат на закупку ПО, обучение команд и реинжиниринг процессов. Для малого и среднего бизнеса высокий порог входа часто становится ограничивающим фактором. Особенно остро эта проблема стоит для представителей малого и среднего бизнеса, чьи бюджеты часто ограничены [5].

2.Проблемы совместимости с legacy-системами.

Интеграция новых алгоритмов в существующую IT-инфраструктуру может быть затруднена, особенно при наличии устаревшего оборудования. Процесс требует времени и ресурсов на адаптацию.

3.Вопросы безопасности и соответствия нормативным требованиям.

При внедрении ИИ необходимо учитывать обязательства по защите персональных данных, требования отраслевых стандартов и законодательства, этические аспекты использования ИИ. Несоблюдение этих требований может привести к репутационным и финансовым потерям.

4.Сопротивление персонала организационным изменениям.

Внедрение ИИ может вызвать у сотрудников опасения по поводу сокращения рабочих мест, непонимание новых процессов, страх перед необходимостью освоения сложных технологий. Для успешной трансформации руководству следует обеспечить прозрачность изменений, предложить программы переквалификации, четко обозначить новые перспективы для сотрудников.

ИИ уже сегодня становится одним из ключевых факторов роста электронной коммерции. В ближайшие годы его влияние будет только усиливаться, в том числе благодаря развитию генеративного ИИ, таких технологий, как ChatGPT для создания контента, интеллектуальных систем ценообразования и более точных алгоритмов предсказания потребительского спроса [6].

Тем не менее, успешная интеграция ИИ требует от компаний решения нескольких ключевых задач, таких как обеспечение безопасности данных, соблюдение нормативных требований и эффективная адаптация персонала. Несмотря на эти сложности, те предприятия, которые уже сегодня инвестируют в ИИ-решения, смогут получить значительное конкурентное преимущество на мировом рынке электронного бизнеса.

Список использованных источников:

1. Искусственный интеллект в бизнесе: почему его активно внедряют и какие проблемы с этим могут возникнуть: Skillbox Media: [сайт]. – Москва, 2024. – URL: https://skillbox.ru/media/business/iskusstvennyy-intellekt-v-biznese-pochemu-eto-masthev-prakticheski-dlya-vseh-kompaniy/ (дата обращения: 30.03.2025).

2. Клиентский сервис: Как ИИ трансформирует взаимодействие с клиентами: vc.ru: [сайт]. – Москва, 2024. – URL: https://vc.ru/ai/1419193-klientskii-servis-kak-ii-transformiruet-vzaimodeistvie-s-klientami (дата обращения: 30.03.2025).

3. Искусственный интеллект в электронной коммерции: будущее уже наступило // Habr : [сайт]. – Москва, 2023. – URL: https://habr.com/ru/sandbox/202650/ (дата обращения: 30.03.2025).

4. Рекомендательные системы на 641 миллиард долларов: Medium: [сайт]. – Москва, 2022. – URL: https://medium.com/@sibra78/ рекомендательные-системы-на-641-миллиард-долларов-6d4aac80ccb6 (дата обращения: 30.03.2025).

5. Кваченюк Я.Д., Малиновская Е.С., Николайчик А.С. Роль искусственного интеллекта в развитии электронного бизнеса // Актуальные вопросы экономики и информационных технологий: сборник материалов 61-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – Минск: БГУИР, 2025. – С. 495–497.

6. Икрамов М.М., Джуманиязова М.Ю. Роль искусственного интеллекта в развитии электронной коммерции // Journal of Economy and Business. – Ташкент: Ташкентский финансовый институт, 2021. – № 75. – С. 21–24.

УДК 331.5

15. СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО МЕЖДУНАРОДНОГО РЫНКА ТРУДА

Карнюшкова М.М., студентка гр.473903

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н.Н. – канд. экон. наук, доцент

Аннотация. Статья посвящена анализу структуры и ключевых особенностей современного международного рынка труда. Рассматриваются основные сегменты глобального рынка рабочей силы, тенденции развития трудовой миграции, влияние демографических изменений и глобализационных процессов на распределение трудовых ресурсов. Особое внимание уделяется проблемам занятости, гендерным и возрастным различиям в уровне безработицы, а также факторам, формирующим спрос на рабочую силу в условиях трансформации мировой экономики. Представлены статистические данные Международной организации труда, позволяющие оценить масштабы миграционных потоков, структуру занятости и долгосрочные вызовы, стоящие перед международным рынком труда.

Ключевые слова Международный рынок труда, трудовая миграция, занятость, глобализация, демографические факторы, безработица.

Рынок труда – это система отношений, возникающих в рамках социального мира и согласия между работодателями и наемными работниками с участием государственных и общественных организаций на основе спроса и предложения по поводу оплаты и условий труда, социальных гарантий, социальной защиты и поддержки и т.п.

Представленное определение рынка труда может быть дополнено характеристикой его основных элементов, к которым относятся:

– субъекты рынка труда;
– правовые акты, нормы и правила, регламентирующие отношения субъектов на рынке труда;
– конъюнктура, спрос и предложение;
– конкуренция;
– гибкость и мобильность на рынке труда;
– инфраструктура рынка труда [1].

Международный рынок труда – это сфера обмена, купли-продажи рабочей силы, характер которых в значительной мере определяется интересами мирового хозяйства [2].

Международный рынок труда не является однородным. Он сегментирован по отраслям, квалификационным уровням и географическим зонам. Экспертами была выделена структура глобального рынка труда, представленная в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Структура глобального рынка труда

Сегмент	Характеристика	Примеры профессий
Высококвалифицированный	Специалисты с уникальными компетенциями, высокой мобильностью и высоким уровнем дохода	IT-архитекторы, нейрохирурги, финансовые аналитики
Средней квалификации	Работники с профессиональным образованием и опытом	Инженеры, медсестры, преподаватели
Низкоквалифицированный	Трудовые мигранты, выполняющие базовые операции	Строительные рабочие, сезонные сельхозработники
Нерегулируемый	Нелегальная трудовая миграция	Домашняя прислуга, работники теневого сектора

Современный международный рынок труда характеризуется рядом устойчивых тенденций. Для высококвалифицированных работников ключевым критерием выбора работодателя остаётся размер заработной платы, однако всё большее значение приобретают условия труда, социальная безопасность, гибкий график и возможность удалённой занятости. Важным становится баланс между работой и отдыхом, поскольку частые переработки приводят к профессиональному выгоранию. Работники также ожидают внедрения концепции «разнообразия, равенства и инклюзивности» (DEI), предполагающей равные возможности и признание индивидуальных особенностей персонала [4].

Формирующийся рынок высококвалифицированной рабочей силы оказывает значительное влияние на демографические процессы и развитие человеческого капитала в развитых странах – импортёрах мигрантов. По прогнозам Еврокомиссии, в 2010-2030 гг. численность молодёжи в странах Европейского

союза (ЕС) сократится на 25 млн человек, а к 2050 г. население Италии уменьшится на 28%, Испании – на 24%. Германия, Франция, Англия и Италия ежегодно принимают около 230 тыс. трудовых иммигрантов, однако для сохранения численности населения им потребуется увеличить приток мигрантов до 700 тыс. человек в год, а для поддержания уровня экономически активного населения – до 1 млн человек ежегодно. По оценкам Международной организации труда (МОТ), без иммигрантов уровень европейских жизненных стандартов был бы значительно ниже [5].

Международные мигранты играют решающую роль в глобальной экономике, составив 4,7 процента всей рабочей силы в мире в 2022 году. Согласно докладу МОТ, в 2022 году 167,7 миллиона мигрантов входили в состав рабочей силы стран назначения. Из них 102,7 миллиона составляли мужчины и 64,9 миллиона – женщины (рис. 1). Это более чем на 30 миллионов больше, чем в 2013 году, причем рост наблюдался в основном в период с 2013 по 2019 год.

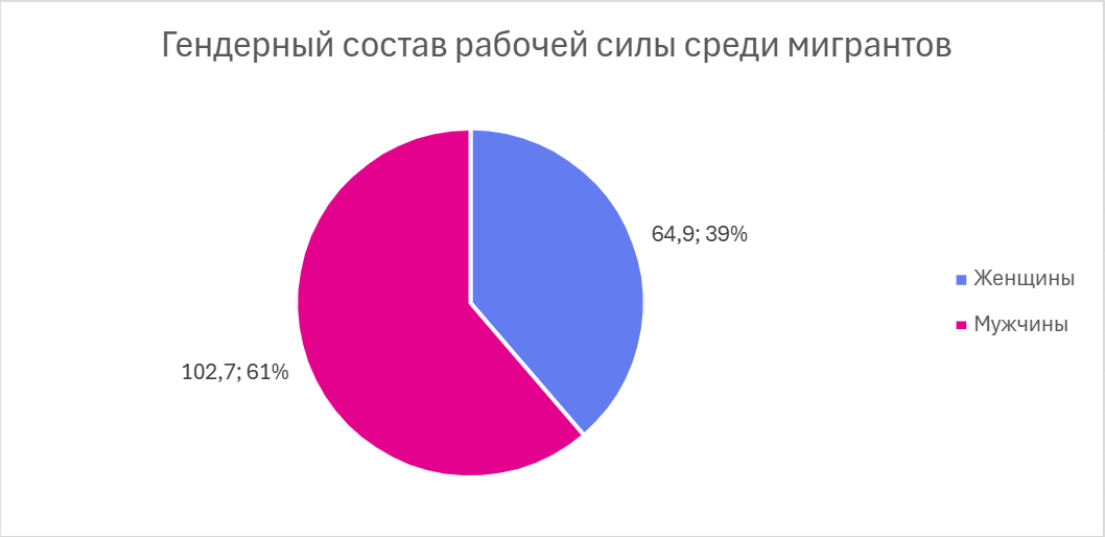


Рисунок 1 – Гендерный состав рабочей силы среди мигрантов [6]

Большинство трудящихся-мигрантов сосредоточено в странах с высоким уровнем дохода, на долю которых пришлось 68,4 процента от общего числа (114,7 миллиона), а 17,4 процента (29,2 миллиона) – в странах с уровнем дохода выше среднего. Распределение трудящихся-мигрантов по странам с разным уровнем дохода представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 – Распределение трудящихся-мигрантов по странам с разным уровнем дохода [6]

Современный мировой рынок труда в условиях глобализации характеризуется ростом масштабов международной трудовой миграции (80-130 млн человек в начале XXI века), разнонаправленностью миграционных потоков – из развивающихся стран в развитые, между развитыми и развивающимися государствами, а также «утечкой умов» высококвалифицированных специалистов, изменением структуры миграции с увеличением доли молодежи, женщин и детей, ростом этнического разнообразия, что нередко приводит к социальным конфликтам, увеличением сроков пребывания мигрантов за рубежом (в Европе –

более 10 лет, в Германии четверть иммигрантов живёт свыше 20 лет), формированием «черного» рынка труда, где в ЕС нелегально заняты 6-7 млн иностранцев при 18 млн безработных европейцев, а также становлением информационного общества, сопровождающимся интеллектуализацией труда, образования и экономики и переходом к экономике знаний [7].

Для современного рынка труда характерны такие проблемы, как повышение требований и создание барьеров для трудовых мигрантов, рост конкуренции между соискателями, дискриминация мигрантов и занижение уровня их оплаты по сравнению с местным населением, усиление влияния профсоюзов и активизация их действий в защиту интересов граждан страны при одновременном снижении их экономического и политического влияния в отношении мигрантов, нарушение трудовых и социальных прав работников и трудящихся мигрантов, использование детского труда в промышленности и сельском хозяйстве, гендерная дискриминация при найме, продвижении, увольнении и получении профессионального образования [8]. МОТ отмечает, что сокращение гендерных разрывов на 25% может принести мировой экономике дополнительно 5,8 трлн долларов и увеличить налоговые поступления. Существенной проблемой остаётся рост безработицы, особенно среди молодёжи. По данным МОТ, в мире около 81 млн молодых людей остаются безработными, а многие заняты на низкоквалифицированных рабочих местах.

Демографические факторы и их влияние на рынок труда представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Демографические факторы и их влияние на рынок труда

Демографический фактор	Проявление	Последствия для рынка труда
Старение населения в развитых странах	Увеличение доли пожилых людей, сокращение трудоспособного населения	Дефицит рабочей силы, рост спроса на мигрантов, нагрузка на социальные системы
Молодёжь в трудовых потоках развивающихся стран	Высокая доля молодых мигрантов, нестабильная занятость	Низкая оплата труда, ограниченные социальные гарантии, необходимость переподготовки
Гендерные изменения	Рост участия женщин в занятости, особенно в сфере услуг	Сокращение гендерных разрывов, новые возможности, но сохраняется дискриминация и неравенство

В контексте перечисленных проблем современного рынка труда особое внимание следует уделить динамике безработицы как одному из ключевых индикаторов социально-экономической нестабильности. Усиливающаяся конкуренция между соискателями, дискриминационные практики в отношении мигрантов и женщин, а также рост числа молодых людей, не имеющих доступа к достойной занятости, напрямую отражаются в статистике безработицы. График уровня безработицы с 2019 по 2025 годы представлен на рисунке 3.

Рисунок 3 – Уровень безработицы [9]

Резкий рост безработицы в 2020 году связан с последствиями глобального кризиса, вызванного пандемией COVID-19. Показатель превышает 8%, что свидетельствует о масштабных нарушениях в функционировании рынка труда. Начиная с 2021 года наблюдается постепенное снижение уровня безработицы и его стабилизация в пределах 5,5%, что может быть связано с восстановлением экономической активности и адаптацией к новым условиям. Однако важно учитывать, что среднее

значение рассчитано по 54 странам, и в реальности ситуация может значительно варьироваться в зависимости от национальных особенностей, политики в сфере занятости и миграции.

График, представленный на рисунке 4, иллюстрирует долгосрочные различия в уровне безработицы между взрослыми и молодыми работниками, а также между мужчинами и женщинами.

Рисунок 4 – Мировой уровень безработицы по возрасту и полу [9]

С 1991 года молодёжь стабильно сталкивается с более высоким уровнем безработицы, причём разрыв между молодыми мужчинами и женщинами остаётся минимальным, но устойчивым. Особенно заметен всплеск безработицы в 2021 году, связанный с глобальными экономическими потрясениями, после чего наблюдается постепенное снижение показателей.

Прогноз на 2026 год остаётся тревожным: уровень безработицы среди молодёжи (12,3-12,4%) более чем в два раза превышает показатель среди взрослых (3,7%), а общий уровень составляет 4,9%, что подтверждает необходимость целенаправленной политики в сфере занятости, ориентированной на поддержку молодых специалистов, устранение гендерных барьеров и создание равных условий доступа к рынку труда.

Структура занятости по основным видам деятельности, представленная на рисунке 5, позволяет оценить распределение рабочей силы в глобальном масштабе и выявить дисбалансы, которые напрямую связаны с описанными проблемами современного рынка труда.

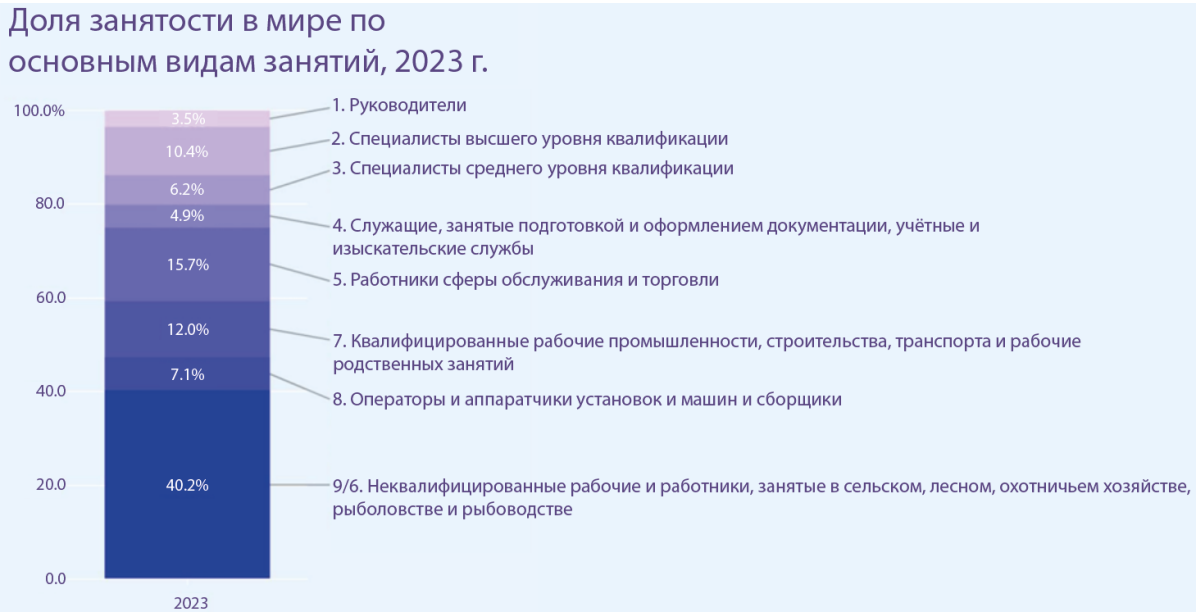


Рисунок 5 – Доля занятости в мире по основным видам занятий [10]

Наибольшую долю в мировой занятости составляют неквалифицированные рабочие – 40,2%. Это свидетельствует о сохраняющемся преобладании низкооплачиваемых и нестабильных форм занятости, особенно в развивающихся странах и секторах с низким уровнем автоматизации. Значительная доля также приходится на работников сферы обслуживания и торговли (15,7%), а также квалифицированных

рабочих промышленности, строительства и транспорта (12,0%). Перечисленные категории, как правило, подвержены рискам дискриминации, нарушения трудовых прав и нестабильности занятости.

В то же время специалисты высшего уровня квалификации составляют лишь 10,4% занятых, а руководители – всего 3,5%. Это указывает на ограниченный доступ к высококвалифицированным позициям, особенно для мигрантов, женщин и молодёжи, что усиливает социальное неравенство и закрепляет барьеры на рынке труда.

Перспективы развития международного рынка труда связаны с дальнейшей цифровизацией, формированием экономики знаний и изменением структуры занятости. Повышается спрос на высококвалифицированных специалистов, способных работать в условиях технологических преобразований. Глобальная конкуренция за таланты усиливается, что стимулирует страны разрабатывать программы привлечения квалифицированной рабочей силы и совершенствовать миграционную политику. Важным направлением становится обеспечение социальной защиты трудящихся мигрантов, снижение нелегальной занятости, развитие механизмов международного сотрудничества и гармонизация трудовых стандартов. Устойчивое развитие рынка труда требует комплексного регулирования, направленного на баланс интересов работников, работодателей и государства, а также на адаптацию национальных экономик к глобальным изменениям.

Список использованных источников:

1. Гелета, И. В. Взаимосвязь рынка труда и рынка образовательных услуг / И. В. Гелета // Региональная экономика: теория и практика : сб. науч. ст. / редкол.: Н. Э. Бабичева (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар : КубГУ, 2009. – 100 с.

2. Полонкоева, Ф. Я., Китиева, М. И., Орцханова, М. А. Международный рынок рабочей силы и тенденции его развития / Ф. Я. Полонкоева, М. И. Китиева, М. А. Орцханова // Коллоквиум : сб. науч. ст. / редкол.: Т. А. Худжакулов (гл. ред.) [и др.]. – Варшава : Коллоквиум, 2019. – 332 с.

3. Международный рынок труда: основные принципы и механизмы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sky.pro/wiki/profession/chto-takoe-mezhdunarodnyj-rynok-truda-osnovnye-principy-i-mehanizmy/.

4. Захаров, Д. К., Каштанова, Е. В. Рынок труда: современная ситуация и ближайшие перспективы / Д. К. Захаров, Е. В. Каштанова // Социальные технологии и процессы : сб. науч. ст. / редкол.: В. В. Строев (гл. ред.) [и др.]. – Москва : ГУУ, 2024. – 234 с.

5. Черевичко, Т. В. Глобализация и современная миграция трудовых ресурсов / Т. В. Черевичко // Экономика. Управление. Право : сб. науч. ст. / редкол.: Е. В. Огурцова (гл. ред.) [и др.]. – Саратов : СГУ, 2009. – 88 с.

6. Мировые мигранты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gclnk.com/CNxEsV36.

7. Мировой рынок труда в условиях глобализации: тенденции развития и проблемы регулирования : материалы 76-й научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета, Минск, 13-24 мая 2019 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: В. Г. Сафонов (пред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2019. – 866 с.

8. Ишханян, И., Ишханян, Г. Основные проблемы международного рынка труда: современное состояние и новые вызовы / И. Ишханян, Г. Ишханян // Социальные науки : сб. науч. ст. / редкол.: И. Г. Ишханян (гл. ред.) [и др.]. – Степанакерт : АрГУ, 2022. – 493 с.

9. World Employment and Social Outlook. Trends 2025 / International Labour Organization. – 2025. – 66 p.

10. World Employment and Social Outlook: May 2025 Update / International Labour Organization. – 2025. – 19 p.

UDC 331.5

STRUCTURE AND FEATURES OF THE MODERN INTERNATIONAL LABOR MARKET

Karniushkova M.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Zhilinskaya N.N. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. This article analyzes the structure and key features of the modern international labor market. It examines the main segments of the global labor market, trends in labor migration, and the impact of demographic changes and globalization processes on the distribution of labor resources. Particular attention is paid to employment issues, gender and age differences in unemployment rates, and factors shaping labor demand in the context of the transformation of the global economy. Statistical data from the International Labour Organization are presented, allowing for an assessment of the scale of migration flows, the structure of employment, and the long-term challenges facing the international labor market.

Keywords. International labor market, labor migration, employment, globalization, demographic factors, unemployment.

16. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В IT-БИЗНЕСЕ: ПИРАТСТВО, АВТОРСКОЕ ПРАВО И ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПО

Королёв Р.А. Козлов А.Е.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – кандидат экономических наук, доцент

В работе рассматриваются правовые механизмы защиты интеллектуальной собственности в IT-бизнесе Республики Беларусь с акцентом на программы для ЭВМ, пиратство и лицензионные договоры. Показано, что эффективная защита прав разработчиков опирается на Закон № 262-З «Об авторском праве и смежных правах», гражданско-правовую ответственность и современные модели лицензирования. Обосновывается роль ИС в устойчивости цифровой экономики.

Интеллектуальная собственность (ИС) в IT-бизнесе занимает центральное место, поскольку основной ценностью компаний становятся нематериальные активы — исходные коды, алгоритмы, базы данных, интерфейсы и иные результаты интеллектуальной деятельности. В Республике Беларусь отношения по созданию и использованию таких объектов регулируются, прежде всего, Гражданским кодексом и Законом № 262-З «Об авторском праве и смежных правах», согласно которому к объектам авторского права прямо отнесены программы для ЭВМ и базы данных. В условиях цифровизации экономики устойчивость IT-компаний зависит от того, насколько надежно обеспечено исключительное право разработчиков контролировать использование программного обеспечения и получать лицензионное вознаграждение [1].

Авторское право на компьютерную программу в белорусском праве возникает автоматически с момента её создания и не требует специальной регистрации, что соответствует общепринятому международному подходу. Охрана распространяется на все виды компьютерных программ, включая операционные системы, в любой форме выражения — как исходный текст, так и объектный код. При этом проектировочные материалы, созданные в ходе разработки, могут охраняться как самостоятельные объекты авторского права при наличии творческого характера. Автору или иному правообладателю принадлежит исключительное право разрешать установку, запуск и эксплуатацию программы, а также совершение иных действий, связанных с её использованием, что на практике означает необходимость наличия лицензии либо иного законного основания для любого применения программного обеспечения в бизнесе [2].

Проблема программного пиратства остаётся одним из самых серьёзных вызовов для IT-бизнеса, поскольку незаконное копирование, распространение и использование экземпляров программ без согласия правообладателя приводит к прямым экономическим потерям и подрывает доверие к цифровому рынку. Для коммерческих организаций характерны нарушения в виде установки программного обеспечения на большее количество рабочих мест, чем предусмотрено лицензией, использования программ после истечения срока действия договоров, а также применения заведомо контрафактных копий. В правоприменительной практике такие действия квалифицируются как нарушения авторских прав с возможностью привлечения виновных к гражданско-правовой, административной или уголовной ответственности в зависимости от размера причинённого ущерба и степени вины. С экономической точки зрения пиратство снижает инвестиционную привлекательность IT-сектора и формирует недобросовестную конкуренцию, поскольку компании, использующие нелегальное программное обеспечение, необоснованно сокращают издержки по сравнению с добросовестными участниками рынка [3].

Ключевым инструментом легального использования программного обеспечения в IT-бизнесе является лицензионный договор, посредством которого правообладатель предоставляет пользователю определённый объём прав на программу. В белорусской практике широкое распространение получили публичные лицензионные договоры, заключаемые в порядке присоединения, когда пользователь акцептует условия соглашения через интерфейс сайта или при установке программного обеспечения, что приравнивается к выражению согласия с условиями лицензии. Как правило, такие договоры предусматривают предоставление простой (неисключительной) лицензии, позволяющей правообладателю одновременно заключать аналогичные соглашения с неограниченным кругом лиц и гибко масштабировать бизнес-модели. Содержание лицензионного договора детализирует срок действия лицензии, территорию использования программы, количество допустимых установок, порядок обновления и технической поддержки, а также размер и порядок уплаты вознаграждения, что позволяет минимизировать споры между сторонами [4] [5].

Вопросы охраны ПО и лицензирования развиваются в работах кафедры менеджмента БГУИР, в частности д.э.н., проф. Т.Н. Беляцкой, которая подчёркивает важность комплаенса для IT-компаний в отслеживании использования ПО. Эффективная защита требует превентивных мер (договорная основа,

депонирование) и правоприменительной практики с электронными доказательствами. Гармонизация законодательства с международными стандартами — приоритет профильных кафедр БГУИР [6].

Правовые механизмы защиты прав правообладателей в случае нарушения включают комплекс гражданско-правовых, административных и уголовно-правовых средств, позволяющих реагировать на различные формы пиратства. В гражданско-правовом порядке правообладатель вправе требовать пресечения нарушений, возмещения убытков или взыскания компенсации, а также изъятия и уничтожения контрафактных экземпляров программного обеспечения. Административная ответственность применяется в случае незаконного использования объектов авторского права в предпринимательской деятельности и, как правило, выражается в штрафах для должностных лиц и организаций. Уголовная ответственность предусмотрена за наиболее опасные нарушения, связанные с крупным ущербом или систематическим характером противоправных действий, и может включать значительные штрафы и иные меры наказания, что служит важным сдерживающим фактором для потенциальных нарушителей [7].

В дополнение к комплексу мер по защите ИС в IT-секторе Республики Беларусь значительную роль играет Парк высоких технологий (ПВТ), созданный Декретом Президента № 12 от 22 сентября 2005 г. и действующий до 2049 г.. Резиденты ПВТ получают преференции, включая упрощенный порядок регистрации прав на ПО, налоговые льготы и защиту интеллектуальной собственности в рамках специального правового режима, что способствует экспорту услуг и привлечению инвестиций. В 2025 г. IT-отрасль Беларуси продемонстрировала устойчивый рост, с акцентом на разработку ПО и гармонизацию норм ИС с международными стандартами, что подтверждается обзорами Национального агентства инвестиций [8].

Дополнительной превентивной мерой выступает добровольная регистрация и депонирование компьютерных программ в Национальном центре интеллектуальной собственности (НЦИС). Это позволяет фиксировать авторство и дату создания, предоставляя удостоверение, которое учитывается в суде как доказательство, хотя регистрация не является обязательной. Депонирование включает подачу заявки с цифровой копией (исходный код, установочный файл), что особенно актуально для IT-компаний при спорах или передаче прав, минимизируя риски потери контроля над активами [2].

Хотя компьютерные программы сами по себе не патентуются в Беларуси, патентная защита доступна для технических изобретений, воплощенных в ПО, таких как алгоритмы, методы или интерфейсы, с сроком действия 20 лет. Заявка подается в НЦИС с детальным описанием, что усиливает охрану инноваций в IT-бизнесе, дополняя авторское право. В условиях цифровизации и трендов 2025–2026 гг., включая AI и периферийные вычисления, комбинация этих инструментов (авторское право, лицензии, депонирование, патенты) обеспечивает устойчивость компаний и снижает риски пиратства [2].

Таким образом, правовые основы защиты интеллектуальной собственности в IT-бизнесе Республики Беларусь формируют комплексную систему, сочетающую нормы Закона № 262-З, гражданско-правовые инструменты и развитые модели лицензионных соглашений, опираясь при этом на научные разработки в области цифрового права, выполняемые в том числе на профильных кафедрах БГУИР. Авторское право на программы для ЭВМ создаёт базу для охраны нематериальных активов, а лицензионные договоры обеспечивают их превращение в устойчивый источник дохода для разработчиков и правообладателей. Несмотря на сохраняющуюся проблему программного пиратства, сочетание превентивных мер, правоприменительной практики и экономически привлекательных легальных моделей использования программного обеспечения позволяет рассчитывать на дальнейшее снижение уровня нарушений и формирование цивилизованного и конкурентоспособного цифрового рынка. Для IT-компаний стратегически важно учитывать указанные правовые реалии при планировании бизнеса: своевременно оформлять права на результаты разработки, выстраивать систему внутреннего контроля за использованием программного обеспечения и активнее использовать доступные правовые механизмы защиты в случае нарушений.

Список использованных источников:

1. Закон Республики Беларусь от 17 мая 2011 г. № 262-З «Об авторском праве и смежных правах».

2. Об авторском праве и смежных правах: разъяснения и практика применения: электрон. ресурс. – Режим доступа: e-sud.by.

3. Чем грозит использование пиратского программного обеспечения в бизнесе: риски и ответственность: электрон. ресурс. – 2025.

4. Лицензионный договор об использовании компьютерной программы (публичная оферта): электрон. ресурс. – Режим доступа: newapex.by

5. Лицензионный договор на программное обеспечение для ЭВМ «TravelLine: Platform»: электрон. ресурс. – Режим доступа: travelline.by.

6. Беляцкая, Т.Н. Экономика информационного общества: учеб.-метод. пособие / Т.Н. Беляцкая. – Минск: БГУИР, 2016. – 200 с.

7. Интеллектуальная собственность: руководство для бизнеса / Международная торговая палата (ICC). – Париж, 2019.

8. Декрет Президента Республики Беларусь от 22 сентября 2005 г. № 12 «О Парке высоких технологий» (в ред. Указа № 102 от 12.04.2023). – Режим доступа: pravo.by.

УДК 347.78:004.8

17. ПРАВОВОЙ СТАТУС И ОХРАНОСПОСОБНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ, СОЗДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Панов Т. С. студент группы 334701, Лазарев В.А. студент группы 334701
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

Аннотация. В статье исследуются вопросы правового статуса и охраноспособности результатов интеллектуальной деятельности, созданных с использованием технологий искусственного интеллекта. Обосновывается актуальность проблемы в условиях цифровизации экономики Республики Беларусь и глобального распространения генеративных моделей. Проанализированы критерии признания произведений объектами авторского права с учетом степени человеческого участия в процессе создания результата. Рассмотрены подходы национального законодательства и зарубежной практики к определению субъекта авторства и распределению прав. Выявлены особенности применения институтов авторского и патентного права к результатам, сформированным при участии ИИ. Сформулированы выводы о необходимости фиксации творческого вклада человека и использования договорных механизмов для минимизации правовых рисков.

Ключевые слова. искусственный интеллект, интеллектуальная собственность, авторское право, охраноспособность, правовой статус, генеративные модели, цифровая экономика, результаты интеллектуальной деятельности.

Стремительное внедрение генеративных систем искусственного интеллекта (ИИ) в разработку программного обеспечения, маркетинг, дизайн [4], медиа- и образовательные продукты [5] актуализировало вопрос о правовом статусе и охраноспособности результатов, создаваемых при их использовании. Для Республики Беларусь данная проблематика имеет прикладное значение ввиду высокой доли IT-сектора и цифровых сервисов, а также вовлеченности креативных индустрий в производство контента для внутреннего рынка и экспорта. В глобальном контексте рост числа споров вокруг авторства, допустимости обучения моделей на охраняемых произведениях и распределения ответственности между разработчиком, пользователем и платформой усиливает риск правовой неопределенности для бизнеса и государства.

Цель исследования состоит в выявлении критериев охраноспособности результатов, полученных с применением ИИ, а также в формулировании подходов к определению их правового режима в зависимости от степени человеческого участия и характера объекта. В качестве методов исследования применяются сравнительно-правовой анализ (сопоставление подходов национального и зарубежного регулирования), формально-юридический метод (интерпретация норм авторского и патентного права), а также анализ практико-ориентированных кейсов использования генеративного ИИ в производственных цепочках.

Ключевая проблема заключается в том, что традиционные институты интеллектуальной собственности (ИС) исторически ориентированы на человеческое творческое начало, тогда как генеративные модели способны формировать тексты, изображения, музыку и программный код с высокой степенью автономности. В белорусском праве, как и в большинстве правопорядков, авторское право концептуально исходит из охраны результата творческой деятельности, связанной с личностью автора; при этом само по себе использование технических средств не исключает охраны, если сохраняется творческий вклад человека. Законодательство Республики Беларусь в сфере авторского права закрепляет общие критерии охраны произведения и не предусматривает признания ИИ субъектом авторства, что соответствует подходу профильных национальных институтов, подчеркивающих невозможность юридически признать ИИ автором [1], [2]. Аналогичные ориентиры прослеживаются и в зарубежной практике, где при отсутствии человеческого авторства результаты, созданные «исключительно ИИ», как правило, не получают охрану авторским правом.

Для квалификации результата как охраноспособного представляется продуктивным разделение ситуаций на три модели: ИИ как инструмент, ИИ как соавторский «усилитель» творческого процесса при значимом человеческом контроле, ИИ как автономный генератор. В первой модели пользователь задает цель, параметры, исходные материалы и осуществляет творческий отбор и переработку результата. Например, белорусская дизайн-студия может использовать генеративную модель для получения вариативных эскизов упаковки, после чего дизайнер вручную формирует финальную композицию, типографику и фирменные элементы. При таком сценарии итоговое произведение может отвечать критерию оригинальности и охраняться как результат творческого труда человека, а ИИ выступает аналогом графического редактора. Во второй модели человек сохраняет творческое руководство (prompts, итеративная корректировка, компоновка, редактирование, интеграция в более сложный объект), однако вклад ИИ становится существенным. Здесь возрастает значение доказуемости человеческого

вклада: фиксация итераций, версий, исходников, логов запросов, а также договорное закрепление прав на результаты в отношениях «работодатель—работник» и «заказчик—исполнитель». В третьей модели пользователь ограничивается общей установкой, а результат формируется без последующего творческого редактирования; в таком случае охрана авторским правом проблематична, поскольку отсутствует идентифицируемый человеческий вклад, отвечающий критериям творчества [2], [4].

Отдельного рассмотрения требует охраноспособность в патентном праве. ИИ может участвовать в поиске технических решений, оптимизации параметров или генерации вариантов конструкции, однако правовой режим изобретения традиционно связывает статус изобретателя с физическим лицом. В международных подходах закрепляется трактовка ИИ как инструмента, а не субъекта изобретательства; следовательно, ключевым становится установление того, кто осуществил «концепцию» технического решения и принял творческое решение, достаточное для признания изобретателем человека. Практический вывод для организаций (в том числе резидентов ПВТ) состоит в необходимости документировать вклад сотрудников в постановку задачи, интерпретацию результатов и принятие инженерных решений.

Существенный пласт рисков связан не только с охраной результата, но и с правомерностью использования входных данных и обучения моделей. Для ЕС характерно развитие комплексного регулирования ИИ, направленного на прозрачность и управление рисками, включая требования к отдельным категориям систем, что косвенно влияет на практики генеративного контента и комплаенс поставщиков [3]. На уровне корпоративного управления это трансформируется в необходимость соблюдения лицензионных режимов, оценку происхождения датасетов, а также внедрение процедур реагирования на претензии правообладателей.

С точки зрения распределения прав и обязанностей целесообразно комбинировать механизмы ИС и договорного регулирования. Если результат не достигает порога охраноспособности авторским правом, он может сохранять коммерческую ценность как ноу-хау (секрет производства) при соблюдении режима конфиденциальности, либо охраняться через товарные знаки и дизайн-элементы, закрепленные в брендинге. Для белорусских компаний, создающих маркетинговые материалы с применением генеративных моделей, критически важно заранее определять: кому принадлежат исключительные права на итоговый контент; допускается ли использование внешних моделей; кто несет риск нарушения прав третьих лиц; какие гарантии и ограничения распространяются на датасеты, шрифты, стоковые элементы и «стилизацию» под узнаваемые объекты.

Не менее существенным является вопрос о способах защиты коммерчески значимых результатов, которые не всегда достигают порога авторско-правовой охраны. В предпринимательской деятельности часть материалов, созданных при помощи ИИ, обладает ценностью не вследствие оригинальности как произведения, а благодаря своей практической полезности, скорости создания и интеграции в бизнес-процессы. В подобных случаях правовая защита может строиться на сочетании режимов коммерческой тайны, ноу-хау, договорных ограничений доступа и средств индивидуализации. Такой подход особенно актуален для маркетинговых сценариев, баз шаблонов, внутренних аналитических материалов и проектных наработок, созданных с участием ИИ.

Особое значение рассматриваемая проблема приобретает в трудовых и подрядных отношениях. Если работник создает тексты, дизайн-макеты, интерфейсы или программные решения с использованием ИИ в рамках служебного задания, работодателю важно заранее закрепить допустимые инструменты, порядок документирования генерации, правила передачи исключительных прав и запрет на загрузку конфиденциальной информации в открытые модели. Для отношений с внешними исполнителями целесообразно включать в договор условия о гарантии оригинальности результата, обязанность раскрывать использование ИИ, порядок проверки на заимствования и ответственность за возможные претензии третьих лиц. Такая детализация повышает правовую определенность и снижает вероятность споров о принадлежности результата.

Дополнительную сложность вносит договорный уровень регулирования. Условия использования генеративных платформ по-разному определяют режим прав на созданный результат: сервис может предоставлять пользователю широкие права на output, но одновременно ограничивать гарантии его юридической чистоты, сохранять возможность использования вводимых данных для обучения модели либо устанавливать специальные правила для коммерческого применения. Поэтому для организаций недостаточно исходить только из общих норм авторского права. Необходим также анализ пользовательских соглашений, лицензионных ограничений, условий обработки данных и распределения рисков между платформой и пользователем.

В практическом аспекте это означает, что для признания результата охраноспособным необходимо оценивать не только итоговый файл, но и сам процесс его создания. Если лицо ограничилось единичным общим запросом, а затем без изменений использовало полученный результат, доказать наличие творческого вклада значительно сложнее. Иная ситуация складывается при многоэтапной работе, когда пользователь варьирует запросы, корректирует структуру, исключает неудачные элементы, объединяет несколько фрагментов и придает результату завершенную форму. В таком случае именно последовательность интеллектуальных решений человека создает основания для признания произведения результатом творчества.

С теоретической точки зрения решающим критерием правовой охраны выступает не сам факт использования ИИ, а наличие индивидуализированного творческого выбора человека. Такой выбор может проявляться на стадиях постановки задачи, подбора исходных данных, выбора стиля, определения композиции, отбора из множества вариантов и последующей редакторской переработки. Следовательно, правовая охрана способна распространяться не на весь массив автоматически сгенерированного материала, а на те элементы результата, в которых выражен личный интеллектуальный вклад пользователя. Это особенно важно для текстов, визуального контента и программного кода, где конечный объект нередко формируется как результат последовательного соединения машинной генерации и человеческой доработки.

Таким образом, охраноспособность результатов, созданных с помощью ИИ, зависит от доказуемого творческого вклада человека, характера его интеллектуального участия и от того, интегрирован ли итоговый результат в более сложный объект, содержащий оригинальные элементы. Наиболее устойчивой представляется модель «ИИ как инструмент», при которой авторское право сохраняет традиционные критерии, а риски управляются через фиксацию процесса создания, внутренние комплаенс-политики и договорные конструкции. В условиях правовой неопределенности по «автономным» результатам ИИ рационально сочетать механизмы авторского, патентного и договорного права, а также использовать альтернативные способы защиты коммерчески значимых результатов. Такой подход снижает транзакционные издержки, повышает предсказуемость оборота прав и позволяет адаптировать правовое регулирование к новым технологическим практикам как в Беларуси, так и на внешних рынках [4].

Список использованных источников:

1. Закон Республики Беларусь от 17 мая 2011 г. № 262-З «Об авторском праве и смежных правах» (в ред. Закона Республики Беларусь от 9 января 2023 г. № 243-З).

2. Национальный центр интеллектуальной собственности (Республика Беларусь). «Как распределяются права при создании произведений с использованием искусственного интеллекта?» 02.05.2025.

3. European Commission. AI Act (Regulation (EU) 2024/1689) — Shaping Europe's digital future.

4. Беляцкая, Т. Н. Креативные технологии бизнеса : учеб.-метод. пособие / Т. Н. Беляцкая, В. С. Князькова, С. Л. Фещенко. – Минск : БГУИР, 2018. – 16 с.

5. Ермакова, Е. В. Экономическое образование в системе подготовки специалистов технических специальностей / Е. В. Ермакова // Высшее техническое образование : проблемы и пути развития = Engineering education: challendes and developments : материалы X Международной научно-методической конференции, Минск, 26 ноября 2020 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2020. – С. 1–4.

UDC 347.78:004.8

LEGAL STATUS AND PROTECTABILITY OF RESULTS CREATED USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Panov T.S., Lazarev V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ermakova E.V. – Candidate of Economic Sciences

Annotation. The article examines the legal status and protectability of intellectual results created using artificial intelligence technologies. The relevance of the problem is determined by the rapid development of generative AI systems and the digitalization of the economy. The paper analyzes the criteria for recognizing such results as objects of copyright depending on the degree of human participation in the creation process. Approaches of national legislation and foreign practice to determining authorship and distribution of rights are considered. The necessity of documenting the human creative contribution and using contractual mechanisms to reduce legal risks is substantiated.

Keywords. artificial intelligence, intellectual property, copyright, legal status, protectability, generative models, digital economy, intellectual results.

18. ТОКЕНИЗАЦИЯ РЕАЛЬНЫХ АКТИВОВ: НОВАЯ ЛИКВИДНОСТЬ И ИНВЕСТИЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В КОММЕРЦИИ

Миленкевич Д.В. Ленько А.Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – кандидат экономических наук, доцент

В работе рассматриваются концептуальные основы токенизации реальных активов как инновационного механизма трансформации традиционных форм собственности в цифровые финансовые инструменты. Проанализированы ключевые преимущества токенизации для повышения ликвидности недвижимости, произведений искусства, сырьевых товаров и иных материальных активов, а также новые инвестиционные модели, возникающие на стыке блокчейн-технологий и коммерческой деятельности. Показано, что токенизация позволяет снизить порог входа для инвесторов, обеспечить дробление прав собственности и создать прозрачную инфраструктуру вторичного обращения. Обосновывается, что внедрение токенизированных активов в коммерческий оборот требует совершенствования нормативно-правовой базы и формирования доверия со стороны участников рынка.

Цифровая трансформация экономики привела к появлению новых форм фиксации и обращения прав на материальные и нематериальные объекты. Одним из наиболее перспективных направлений является токенизация реальных активов (Real-World Assets, RWA) - процесс выпуска цифровых токенов, удостоверяющих права на базовый актив, существующий вне распределённого реестра. В условиях глобальной цифровизации коммерции токенизация открывает возможности для переосмысления традиционных инвестиционных моделей, обеспечивая ранее недоступную ликвидность для активов, которые в классическом понимании относились к низколиквидным или требующим значительных временных и транзакционных издержек для отчуждения. В Республике Беларусь, где нормативная база в сфере цифровых знаков (токенов) была заложена Декретом Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 г. № 8 «О развитии цифровой экономики», созданы предпосылки для интеграции токенизированных активов в легальный коммерческий оборот [1].

Понятие токенизации реальных активов базируется на технологической основе распределённых реестров (блокчейн), обеспечивающих неизменность записи о правах, прозрачность транзакций и возможность автоматизированного исполнения условий с использованием смарт-контрактов. В отличие от традиционных способов фиксации прав собственности (регистрация в государственных реестрах, нотариальное удостоверение), токенизация позволяет представить право на актив в виде цифрового токена, который может быть разделён на сколь угодно малые доли, передан по цепочке в любой юрисдикции и использован в качестве обеспечения обязательств. Такой подход качественно изменяет структуру ликвидности: недвижимость, которая ранее требовала длительного поиска покупателя и сложной процедуры регистрации перехода прав, при токенизации может быть реализована дробными частями на вторичном рынке цифровых активов, существенно сокращая сроки экспозиции и расширяя круг потенциальных инвесторов [2].

Ключевым экономическим эффектом токенизации реальных активов выступает демократизация доступа к инвестициям. Если традиционные инструменты (покупка здания, приобретение доли в уставном капитале, инвестиции в предметы искусства) требовали значительного объёма капитала, то токенизированные активы позволяют инвестору приобретать долю в объекте стоимостью от нескольких долларов. Это расширяет инвесторскую базу, вовлекая в коммерческий оборот средства розничных инвесторов, ранее не имевших возможности участвовать в подобных сделках. Кроме того, токенизация создаёт предпосылки для формирования новых инвестиционных моделей, включая синдицированное владение активами, автоматизированное распределение доходов от аренды или эксплуатации, а также создание составных индексов на базе пулов токенизированных активов, что позволяет диверсифицировать риски [3].

В коммерческой практике токенизация находит применение в различных сегментах. В сфере недвижимости проекты по выпуску токенов, обеспеченных коммерческой или жилой недвижимостью, позволяют привлекать финансирование на стадии строительства, предоставляя инвесторам долю в будущем доходе от продажи или аренды. В сегменте сырьевых товаров токенизация золота, нефти или сельскохозяйственной продукции упрощает расчёты и снижает издержки хранения и логистики. В сфере искусства и предметов коллекционирования токенизация решает проблему подтверждения подлинности и происхождения, одновременно создавая рынок для дробного владения дорогостоящими объектами. Для IT-компаний и коммерческих организаций, использующих объекты интеллектуальной собственности, перспективным направлением становится токенизация прав на программное обеспечение, патенты и лицензионные отчисления, что позволяет монетизировать нематериальные активы через механизмы цифровых финансов [4].

Правовое регулирование токенизации реальных активов в Республике Беларусь осуществляется в рамках Декрета № 8, который ввел понятия «токен», «криптоплатформа» и установил правовой режим для деятельности резидентов Парка высоких технологий (ПВТ) в сфере цифровых знаков. Согласно декрету, токены могут удостоверять имущественные права, в том числе права требования, а также иные

права, если это не противоречит законодательству. Однако вопросы признания токенизированных активов в качестве объектов вещных прав, порядка перехода прав на базовый актив при передаче токена и юрисдикционной привязки остаются предметом доктринальных дискуссий. Для развития рынка необходимо дальнейшее совершенствование гражданского законодательства, обеспечивающее синхронизацию цифрового оборота токенов с традиционными регистрационными системами (Единый государственный реестр недвижимости, регистрация залогов и т.д.) [5].

С технологической точки зрения инфраструктура токенизации включает в себя блокчейн-платформы (как публичные, так и разрешённые сети), смарт-контракты, реализующие логику выпуска, обращения и погашения токенов, а также оракулы (oracles) - механизмы, обеспечивающие поступление достоверных данных о состоянии базового актива в распределённый реестр. Надежность всей конструкции зависит от сочетания технических средств защиты информации и юридического обеспечения, исключающего разрыв между правами, зафиксированными в токене, и правами, признаваемыми в традиционной правовой системе. Для коммерческих организаций, рассматривающих токенизацию собственных активов, критически важно проработать как техническую архитектуру, так и договорную базу, включая условия эмиссии, права и обязанности держателей токенов, механизмы корпоративного управления пулом инвесторов [6].

Развитие токенизации реальных активов сталкивается с рядом вызовов, среди которых - отсутствие унифицированных международных стандартов, риск двойного учёта прав (в блокчейне и в государственном реестре), вопросы налогообложения операций с токенами, а также недостаточный уровень цифровой грамотности среди потенциальных инвесторов и участников коммерческого оборота. Вместе с тем, мировой опыт свидетельствует о последовательном росте капитализации рынка RWA, привлечении институциональных инвесторов и создании специализированных платформ, объединяющих эмитентов и инвесторов. В условиях цифровой экономики страны, обладающие развитой инфраструктурой ПВТ и гибким правовым полем, имеют конкурентное преимущество в формировании новых инвестиционных экосистем [7].

Таким образом, токенизация реальных активов представляет собой эволюционный шаг в развитии коммерческих отношений, позволяя преобразовать статичные формы капитала в ликвидные цифровые инструменты. Сочетание технологий распределённого реестра, смарт-контрактов и гибкого правового регулирования открывает возможности для создания новых инвестиционных моделей, снижения транзакционных издержек и расширения доступа к капиталу. Для коммерческого сектора стратегически значимым является понимание потенциала токенизации как инструмента структурирования бизнеса, позволяющего привлекать финансирование под залог реальных активов, повышать оборачиваемость капитала и предлагать инвесторам диверсифицированные инвестиционные продукты. Дальнейшее развитие данного направления требует системной работы по гармонизации законодательства, созданию отраслевых стандартов и формированию доверия к цифровым активам как к полноценному элементу современной экономики [6].

Список использованных источников:

1. *Декрет Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 г. № 8 «О развитии цифровой экономики».*
2. *Беляцкая, Т.Н. Экономика информационного общества: учеб.-метод. пособие / Т.Н. Беляцкая. – Минск: БГУИР, 2016.* – 200 с.
3. Семёнов, А.Ю., Котова, В.А. Токенизация финансовых активов: теория и практика в Республике Беларусь / Сборник «Тенденции экономического развития в XXI веке» / Материалы III Междунар. науч. конф., Минск, 1 марта 2021 г. – Минск: БГУ, 2021. – С. 481–484.
4. Батуро И.И. Токенизация недвижимости: перспективы развития / И.И. Батуро // Технологии цифровой экономики и инновации в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве : материалы научно-практич. конф. – Минск: БНТУ, 2023. – С. 4–8.
5. Вавилов, А.А. Использование токенизированных активов в банковской деятельности / А.А. Вавилов // Экономический анализ: теория и практика. – 2022. – № 12 (393). – С. 112–113.
6. Беляцкая, Т.Н. Электронная экономика: теория, методология, системный анализ / Т.Н. Беляцкая. – Минск: Право и экономика, 2017. – 284 с.
7. Беляцкая, Т.Н. Электронно-информационный компонент товара как основа функционирования организации в условиях ее цифровизации / Т.Н. Беляцкая // Инструменты стратегического менеджмента и маркетинга в обеспечении сбалансированного научно-технологического развития новой экономики России / Под ред. проф. В.Н. Парахиной, доц. О.А. Алексеевой. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2019. – 290 с.

УДК 342.736

19. ЦИФРОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УДОСТОВЕРЕНИЯ ЛИЧНОСТИ

Винник В. С., студент группы 334701, Калацей В.Е., студент группы 334701

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

Аннотация. В статье рассматриваются блокчейн-технологии как основа децентрализованной цифровой идентификации личности. Анализируется переход от централизованных моделей к концепции Self-Sovereign Identity, обеспечивающей пользователю контроль над персональными данными. Исследуются возможности применения таких решений в процедурах KYC и электронном правительстве. Особое внимание уделяется правовым аспектам использования блокчейна, включая защиту персональных данных, электронную подпись, автоматизацию волеизъявления и признание цифровых идентификаторов. Оцениваются международные подходы, в том числе eIDAS 2.0, а также перспективы совершенствования законодательства Республики Беларусь в сфере цифровой идентификации.

Ключевые слова. цифровая идентификация, блокчейн, Self-Sovereign Identity, SSI, персональные данные, электронная подпись, KYC, электронное правительство, eIDAS 2.0, децентрализованные идентификаторы.

В данной работе исследуется концепция децентрализованной цифровой идентификации на базе технологии распределенных реестров (блокчейн). Рассматривается переход от централизованных моделей управления данными к парадигме Self-Sovereign Identity (SSI), обеспечивающей пользователю полный контроль над своими атрибутами личности. Проанализированы правовые вызовы, связанные с применением блокчейна в процедурах KYC и электронного правительства, включая конфликты с законодательством о персональных данных и требованиями к электронной подписи [1]. Особое внимание уделено международному опыту (регламент eIDAS 2.0, инициативы в странах Азии и Ближнего Востока) и перспективам адаптации правового поля Республики Беларусь к новым формам цифрового волеизъявления.

Современная цифровая экономика требует принципиально нового уровня доверия при дистанционном взаимодействии субъектов [2], [3]. Традиционные методы идентификации, опирающиеся на централизованные базы данных государственных реестров или коммерческих провайдеров, всё чаще сталкиваются с проблемами безопасности, фрагментации и отсутствия реального контроля со стороны субъекта данных. Масштабные утечки персональных данных из крупных государственных и корпоративных систем в последние годы демонстрируют уязвимость архитектуры с единой точкой отказа. В условиях стремительной цифровизации общественных отношений актуализируется потребность в создании неизменяемой, защищенной и децентрализованной системы удостоверения личности. Блокчейн-технологии предлагают архитектурное решение, способное трансформировать цифровую идентичность из набора записей в чужих базах данных в автономный актив пользователя [4]. Более того, переход к децентрализованным моделям позволяет перераспределить экономические издержки на верификацию, исключив необходимость многократного прохождения процедур идентификации у каждого нового поставщика услуг.

Под цифровой идентификацией в широком смысле понимается совокупность электронных атрибутов, позволяющих однозначно определить физическое или юридическое лицо в информационном пространстве [5]. Традиционно эта процедура требует участия доверенной третьей стороны, которая верифицирует данные. Однако внедрение технологии распределенных реестров позволяет реализовать принципы децентрализации и неизменности без посредников. В такой системе идентификатор базируется на криптографических методах, где закрытый ключ служит инструментом волеизъявления, а открытый ключ — уникальным адресом в реестре [6]. Это исключает наличие единой точки отказа и делает процесс проверки подлинности прозрачным и защищенным от несанкционированных изменений.

С технической точки зрения инфраструктура децентрализованной идентификации строится на трех взаимосвязанных уровнях. Первый уровень — это реестр (блокчейн или иная распределенная система), выполняющий функцию механизма обнаружения и верификации. Второй уровень — это децентрализованные идентификаторы (DID), которые представляют собой глобально уникальные строки, не требующие централизованного регистратора. DID связываются с DID-документами, содержащими криптографические ключи и конечные точки для аутентификации. Третий уровень — это верифицируемые учетные данные (VC), которые представляют собой криптографически защищенные утверждения эмитента (государства, банка, образовательного учреждения) о субъекте. Такая архитектура позволяет реализовать модель SSI, где человек является единственным владельцем своих данных и самостоятельно решает, какой объем информации раскрывать конкретному контрагенту.

В рамках SSI реализуются принципы автономности (независимость от эмитента после получения данных) и минимизации данных. Важнейшим инструментом здесь выступают доказательства с нулевым

разглашением (Zero-Knowledge Proofs — ZKP), которые позволяют подтвердить определенный факт, например, достижение совершеннолетия или наличие активного банковского счета, не раскрывая при этом саму дату рождения, номер счета или иные избыточные персональные сведения. Это создает принципиально новый уровень конфиденциальности, недостижимый в рамках традиционной модели «запрос-ответ», где верификатор получает избыточную информацию.

Практическое применение блокчейн-идентификации охватывает критически важные секторы экономики. В банковской сфере использование распределенных реестров для процедур «Знай своего клиента» (KYC) позволяет радикально снизить операционные издержки. По оценкам аналитических агентств, совокупные затраты финансовых институтов на соблюдение KYC-требований ежегодно исчисляются миллиардами долларов. Единожды пройдя верификацию у одного доверенного эмитента (например, уполномоченного банка-агрегатора), пользователь получает цифровой токен (VC), который признается другими участниками сети. Это не только сокращает временные издержки для клиента, но и повышает точность данных за счет исключения человеческого фактора при многократном вводе информации.

В сфере электронного правительства блокчейн обеспечивает надежное хранение и мгновенную проверку дипломов, лицензий и актов гражданского состояния. Важно отметить, что технология позволяет перейти от модели «выгрузки данных» к модели «предъявления данных». Государственные органы, выступая в роли эмитентов, могут выпускать верифицируемые учетные данные в цифровой кошелек гражданина. Впоследствии гражданин предъявляет эти данные любой организации (банку, работодателю, нотариусу), которая может проверить их подлинность напрямую через распределенный реестр, не обращаясь к государственному органу. Это создает фундамент для трансграничного взаимодействия, где цифровой кошелек гражданина становится универсальным инструментом доступа к государственным и коммерческим услугам в любой юрисдикции, поддерживающей соответствующие стандарты [7].

Промышленный интернет вещей (IIoT) и логистика также выступают драйверами внедрения децентрализованной идентификации. В цепочках поставок цифровая идентичность позволяет отслеживать не только движение товаров, но и статус допуска персонала к работе с опасными объектами, автоматизируя процессы пропускного режима и соблюдения нормативных требований без участия централизованного оператора.

Развитие технологий опережает формирование нормативной базы, однако на международном уровне уже наметились четкие тренды. Регламент eIDAS 2.0 в Европейском союзе устанавливает стандарты для европейских цифровых кошельков (EU Digital Identity Wallet), закрепляя их юридическую силу наравне с физическими документами [8], [9]. Ключевым отличием eIDAS 2.0 от предыдущих версий является признание концепции «самостоятельного предъявления» атрибутов и обязательство государств-членов предоставить гражданам возможность использования таких кошельков для взаимодействия как с государственным, так и с частным сектором. ЕС легитимизирует использование доказательств с нулевым разглашением и устанавливает требования к взаимной совместимости (interoperability) национальных решений.

За пределами Европы показателен опыт стран Ближнего Востока и Азии. Объединенные Арабские Эмираты реализуют стратегию блокчейн-идентификации на уровне государственных сервисов, используя распределенные реестры для визового контроля и идентификации резидентов. В Сингапуре проект National Digital Identity (NDI) сочетает централизованную регистрацию биометрических данных с децентрализованным управлением ключами для коммерческих транзакций. В странах Латинской Америки (Аргентина, Бразилия) наблюдаются пилотные проекты по созданию суверенных идентификаторов для малообеспеченных слоев населения, не имеющих доступа к традиционным банковским услугам, что демонстрирует социальную функцию технологии.

Основной правовой вызов, единый для всех юрисдикций, заключается в обеспечении соответствия блокчейн-систем требованиям законодательства о защите персональных данных, таких как GDPR. Существует определенный парадокс между свойством неизменяемости блокчейна и «правом на забвение» [10]. Для решения этой коллизии современные архитектуры используют хранение данных «вне сети» (off-chain), фиксируя в самом реестре лишь криптографические доказательства (хэши) или ссылки на зашифрованные хранилища, что позволяет соблюдать правовые нормы без ущерба для целостности системы. Технические стандарты, разрабатываемые W3C (World Wide Web Consortium) для VC и DID, также ориентированы на обеспечение «композитности» данных, позволяя удалять персональные данные из off-chain хранилищ без нарушения структуры распределенного реестра.

В Республике Беларусь правовой фундамент цифровой идентификации составляют Закон «Об электронном документе и электронной цифровой подписи», Закон «О защите персональных данных», а также нормы Гражданского кодекса, регулирующие форму сделок. Текущая модель управления открытыми ключами (ГосСУОК) носит строго централизованный характер, основанный на иерархической инфраструктуре открытых ключей (PKI). Это создает определенные барьеры для интеграции децентрализованных систем [10].

Как отмечается в современных исследованиях, серьезным вызовом остается проблема автоматизации волеизъявления. Существующее законодательство в большинстве случаев требует явного, однозначного подтверждения намерений субъекта (принцип «собственноручности» в широком

смысле). В то время как блокчейн-агенты и смарт-контракты предполагают автономное совершение юридически значимых действий на основе заложенного алгоритма. Возникает вопрос о том, можно ли считать действие, инициированное закрытым ключом, хранящимся в цифровом кошельке, действием самого лица, учитывая отсутствие института «цифрового агента» в гражданском законодательстве.

Кроме того, сохраняются вопросы ответственности за действия программных представителей (смарт-контрактов) и необходимость адаптации норм о локализации данных к условиям глобальных распределенных систем. Законодательство о персональных данных устанавливает жесткие требования к хранению и обработке данных на серверах, находящихся на территории Республики Беларусь. Однако в публичных блокчейн-сетях валидаторы (узлы) могут находиться в разных юрисдикциях, что потенциально вступает в противоречие с принципом территориальности обработки данных. Решением здесь может выступать использование национальных (permissioned) блокчейн-сетей, контролируемых уполномоченными государственными органами, либо гибридных моделей, где в распределенном реестре циркулируют только нечувствительные данные (хэши).

Проведенный анализ позволяет утверждать, что цифровая идентификация на базе блокчейна является неизбежным этапом развития ИКТ-сферы. Критическая оценка текущего регулирования показывает, что жесткая привязка к централизованным удостоверяющим центрам ограничивает масштабируемость цифровых сервисов, особенно в сфере трансграничной торговли и международного сотрудничества. По нашему убеждению, будущее принадлежит гибридным моделям, где государство выступает гарантом первоначальной валидации личности (процесс онбординга), а блокчейн обеспечивает повседневный оборот этих данных в децентрализованной среде.

Правовое регулирование должно сместиться от контроля над хранением информации к установлению четких правил управления доступом и признания цифровых доказательств в судебной практике. Это потребует внесения изменений в гражданское и процессуальное законодательство в части: признания статуса децентрализованных идентификаторов (DID) как законного средства идентификации, равнозначного паспортным данным в рамках определенных правоотношений, легализации доказательств с нулевым разглашением (ZKP) как допустимого вида доказательств по гражданским и административным делам, введения понятия «цифровой кошелек» в правовое поле, определив режим хранения криптографических ключей и ответственность операторов кошельков за их сохранность, адаптации норм о смарт-контрактах, уточнив, что выполнение алгоритмического кода, активированного действиями сторон, порождает правовые последствия, аналогичные традиционному договору.

Особого внимания требует институт «цифрового наследования». В условиях SSI, где закрытый ключ является единственным инструментом доступа к цифровым активам и идентификационным данным, отсутствие механизмов передачи ключей наследникам может привести к утрате юридически значимой информации. Необходимо разработать правовые механизмы, позволяющие депонировать ключи у доверенных третьих лиц или устанавливать «цифровых наследников» в рамках нотариальных действий.

Внедрение блокчейн-технологий для удостоверения личности способно создать безопасную и эффективную среду для цифровой экономики. Такая среда базируется на криптографической защите, отсутствии единой точки отказа и возможности мгновенной верификации данных без участия посредников. Переход к модели суверенной идентичности (SSI) позволит минимизировать риски утечек персональных данных, которые в настоящее время происходят преимущественно из централизованных хранилищ, содержащих миллионы записей. В децентрализованной модели субъект данных хранит свои атрибуты локально в цифровом кошельке, а в распределенном реестре фиксируются лишь криптографические доказательства, что существенно снижает привлекательность таких систем для злоумышленников. Кроме того, SSI способствует снижению транзакционных издержек на верификацию: вместо многократного прохождения процедур KYC или предоставления нотариально заверенных копий документов участники оборота получают возможность однократной верификации у доверенного эмитента с последующим многократным использованием верифицируемых учетных данных. Наконец, данная модель возвращает пользователям реальный контроль над их цифровым следом, позволяя самостоятельно определять, какие именно атрибуты, в каком объеме и на какой срок предоставлять конкретным контрагентам, а также отзывать доступ к данным без необходимости обращаться к администратору базы данных.

Своевременная адаптация законодательства, учитывающая как неизменность распределенного реестра, так и необходимость соблюдения прав субъектов данных (включая право на забвение), позволит Республике Беларусь не только интегрироваться в глобальное цифровое пространство, но и занять лидирующие позиции в области безопасного управления идентификацией в рамках ЕАЭС и Союзного государства. Унификация подходов к децентрализованной идентификации на пространстве Евразийского экономического союза создаст основу для взаимного признания цифровых удостоверений, упростит трансграничную торговлю, миграционные процессы и доступ граждан к медицинским и образовательным услугам на территории стран-участниц. В рамках Союзного государства Беларуси и России гармонизация регулирования в этой сфере позволит сформировать общее цифровое пространство, где децентрализованные идентификаторы будут выполнять функцию единого удостоверения личности, признаваемого всеми государственными органами и хозяйствующими субъектами обеих стран. Реализация таких перспектив требует начала системной работы по приведению национального законодательства в соответствие с технологическими реалиями, включая создание экспериментальных

правовых режимов (регуляторных песочниц) для апробации SSI-решений, а также разработку национальной стратегии перехода к децентрализованной идентификации с четкими этапами, сроками и распределением ответственности между государственными органами.

Список использованных источников:

1. Об электронном документе и электронной цифровой подписи : Закон Респ. Беларусь, 28 дек. 2009 г., № 113-З : в ред. Закона Респ. Беларусь от 17.07.2023 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3871. – Дата доступа: 05.03.2026.

2. World Economic Forum. Reimagining Digital Identity: A Strategic Imperative [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.weforum.org/reports/reimagining-digital-identity-a-strategic-imperative. – Дата доступа: 05.03.2026.

3. Ермакова, Е.В. Государственное управление инновационной деятельностью // Право. Экономика. Социальное партнерство [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. Междунар. ун-т «МИТСО» ; редкол.: В. Ф. Ермолович [и др.]. – Минск : Междунар. ун-т «МИТСО», 2023. – С. 529–532. – Дата доступа: 09.03.2026.

4. Giannopoulou, A. Self-sovereign identity / A. Giannopoulou, F. Wang // Internet Policy Review. – 2021. – Vol. 10, № 2. [Electronic resource]. – Режим доступа: https://policyreview.info/articles/analysis/self-sovereign-identity. – Дата доступа: 08.03.2026.

5. Фещенко, С.Л. Норма идентификации в контексте цифровизации межгосударственных цепей поставок // Наука и инновации. – 2023. – № 3. – С. 59–64. – Дата доступа: 10.03.2026.

6. Mühle, A. A Survey on Self-Sovereign Identity in Communication Networks / A. Mühle, A. Grüner, T. Gayor, C. Meinel // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2018. – Vol. 20, № 3. – P. 1876-1909 – Дата доступа: 05.03.2026.

7. European Digital Identity Regulation (eIDAS 2.0) [Electronic resource]. – Режим доступа: https://commission.europa.eu/topics/digital-economy-and-society/european-digital-identity_en. – Дата доступа: 05.03.2026.

8. Deloitte. eIDAS 2.0: The digital identity revolution [Electronic resource]. – Режим доступа: https://www2.deloitte.com/lu/en/pages/financial-services/articles/eidas-2-0-digital-identity-revolution.html. – Дата доступа: 05.03.2026.

9. Фещенко, С.Л. Цифровизация межгосударственных цепей поставок: понятие идентификации в нормативных правовых актах государств – членов ЕАЭС (Беларуси, России и Казахстана) / С. Л. Фещенко // Научные труды Белорусского государственного экономического университета. – Минск : Колорград, 2023. – Вып. 16. – С. 469–476. – Дата доступа: 05.03.2026.

10. О персональных данных : Закон Респ. Беларусь, 7 мая 2021 г., № 99-З [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551. – Дата доступа: 07.03.2026.

UDC 342.736

DIGITAL IDENTIFICATION AND LEGAL ASPECTS OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES FOR IDENTITY VERIFICATION

Vinnik V.S., Kalatsei V.E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ermakova E.V. – Associate Professor of the Department of Management

Annotation. The article examines blockchain technologies as a foundation for decentralized digital identity. It analyzes the transition from centralized models to the Self-Sovereign Identity concept, which enables users to control their personal data. The paper explores the potential application of such solutions in KYC procedures and e-government. Particular attention is paid to the legal aspects of blockchain use, including personal data protection, electronic signature, automation of expression of will, and recognition of digital identifiers. International approaches, including eIDAS 2.0, as well as the prospects for improving the legislation of the Republic of Belarus in the field of digital identification, are also assessed.

Keywords. digital identification, blockchain, Self-Sovereign Identity, SSI, personal data, electronic signature, KYC, e-government, eIDAS 2.0, decentralized identifiers.

20. ВИРТУАЛЬНЫЕ ДЕНЬГИ: СУЩНОСТЬ, ЭВОЛЮЦИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ФИНАНСОВУЮ СИСТЕМУ

Езерский Е.И., Хвасько В.С., студенты гр. 334702
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук, доцент

В данной статье исследуется феномен виртуальных денег как продукта цифровой трансформации экономики. Определяются ключевые признаки и классификация виртуальных денег, проводится разграничение с понятиями электронных денег и цифровой валюты центральных банков. Прослежена эволюция от частных цифровых активов к институционализированным формам.

Глобальная финансовая система переживает период глубокой трансформации, движимой цифровизацией и технологическими инновациями. Одним из наиболее дискуссионных проявлений этой трансформации стало появление и распространение виртуальных денег – цифровых представлений стоимости, которые функционируют как средство обмена, расчетная единица и средство сбережения вне традиционной банковской системы. Актуальность исследования обусловлена растущим экономическим и социальным влиянием виртуальных денег, их проникновением в институциональную среду и неоднозначностью их восприятия в разл ичных экономических школах. Проблема исследования заключается в отсутствии консенсуса относительно их места в финансовой системе, что порождает дискуссии о финансовой стабильности и эффективности монетарной политики. Цель данной работы – комплексный анализ природы, эволюции и многогранного воздействия виртуальных денег на современные экономические институты [1].

Для понимания сущности виртуальных денег необходимо четкое терминологическое разграничение. Виртуальные деньги представляют собой цифровую форму стоимости, которая эмитируется и контролируется частными разработчиками, используется среди членов определенного виртуального сообщества и может функционировать как платежное средство. Европейский центральный банк в своих ранних определениях подчеркивал их необязательный для приема характер и отсутствие статуса законного платежного средства. Ключевыми признаками виртуальных денег являются их исключительно цифровая природа, отсутствие эмитента, обязанного к погашению (в отличие от электронных денег, которые являются цифровым представлением фиатных валют и гарантированы банком), использование криптографии и распределенных реестров (блокчейн) для обеспечения безопасности и децентрализованного консенсуса, а также программируемость – возможность встраивания условий выполнения операций через смарт-контракты. Важно различать виртуальные деньги, электронные деньги как цифровую запись о праве требования к фиатному эмитенту и цифровую валюту центрального банка (CBDC), которая представляет собой цифровую форму национальной валюты, эмитируемую государством [2].

Классификация виртуальных денег может быть проведена по нескольким основаниям. По связи с реальным миром выделяют замкнутые, используемые исключительно внутри конкретной экосистемы (игровые золотые монеты, бонусные баллы), и открытые, конвертируемые в фиатные валюты и применяемые для расчетов между независимыми сторонами (криптовалюты). По степени централизации различают децентрализованные системы, где управление осуществляется через протокол и отсутствует единый контролирующий орган (например, Bitcoin), и централизованные, выпускаемые и поддерживаемые частной компанией, часто привязанные к реальному активу (стейблкоины типа USDT). По функциональному назначению можно выделить криптовалюты-расчетные единицы (Bitcoin как «цифровое золото»), платформенные токены (Ethereum для питания смарт-контрактов), стейблкоины (стабильные монеты, привязанные к фиату), токены-активы (security tokens), представляющие цифровые права на реальные активы, и нефунгибельные токены (NFT), удостоверяющие право на уникальные цифровые объекты [3].

Эволюция виртуальных денег прошла несколько этапов. Период с 2009 по 2013 годы стал временем зарождения и нишевого существования, когда запуск Bitcoin Сатоши Накамото как proof-of-concept пиринговой электронной наличности сопровождался ассоциациями преимущественно с теневой экономикой. В 2014-2017 годах началась дифференциация и рост рынка: появились альткоины с новыми функциями, такие как Ethereum, первые стейблкоины, а также начала формироваться биржевая инфраструктура [4, 5]. Этап 2018-2020 годов характеризовался институционализацией и зарождением децентрализованных финансов (DeFi): пришли институциональные инвесторы, запустились фьючерсы на криптовалюты на традиционных биржах, и на блокчейне стали создаваться альтернативные финансовые протоколы для кредитования и стейкинга. Наконец, с 2021 года по настоящее время наблюдается эра регулирования и активного развития CBDC: резкий рост рынка и последующая коррекция, банкротства

крупных централизованных игроков подстегнули регуляторные инициативы, а государства параллельно начали тестировать собственные цифровые валюты как ответ на вызов частных виртуальных денег [5]. К 2026 году эра регулирования достигла пика: капитализация крипторынка превысила 3 трлн долларов (падение на 60% с пика 2021-го), подстегнув FATF "Travel Rule" для KYC и CBDC-пилоты в 20+ странах. В СНГ Беларусь лидирует с крипто-дружественным Парком высоких технологий (оборот >5 млрд BYN в 2025-м), Россия тестирует ЦФА и стейблкоины по 259-ФЗ. Тренды: layer-2 (Polygon) и RWA-токенизация (недвижимость на блокчейне), рынок до 10 трлн $ к 2030 (BCG) [6].

Влияние виртуальных денег на традиционную финансовую систему многогранно и проявляется на нескольких уровнях. В сфере платежных систем они предлагают возможность быстрых, дешевых и трансграничных переводов, бросая вызов устоявшимся системам вроде SWIFT, особенно в части скорости и стоимости транзакций. Что касается денежно-кредитной политики, хотя прямое влияние пока невелико из-за ограниченного масштаба рынка, потенциальные эффекты уже просматриваются: возможное снижение монополии центральных банков на эмиссию, ослабление трансмиссионного механизма процентных ставок и риск замещения национальной валюты в странах с высокой инфляцией, что получило название криптодоларизации. В контексте финансовой стабильности высокая волатильность криптоактивов и использование заемных средств в DeFi создают риски для инвесторов и могут генерировать потрясения, которые по своей природе напоминают традиционные финансовые кризисы, но развиваются с большей скоростью. Особенно ярко риски финансовой стабильности проявились в недавних событиях: крах FTX в ноябре 2022 года с потерей 8 миллиардов долларов клиентских средств привел к цепной реакции на традиционных рынках, вызвав падение Nasdaq на 5% и временное ужесточение ликвидности в банковском секторе США; аналогично, в 2025 году скандал с левериджем в DeFi-протоколах вроде Euler Finance спровоцировал "ликвидаторские каскады", убытки которых превысили 1 миллиард долларов и эхом отозвались в волатильности акций BlackRock's Bitcoin ETF. В России и Беларуси регуляторы отреагировали экспериментами с цифровым рублем и белорусским "цифровым купоном", вводя ограничения на криптообменники по закону № 259-ФЗ (2024), чтобы минимизировать "крипто-контагиозность". Эти инциденты подчеркивают, как волатильность виртуальных активов, усиленная алгоритмической торговлей и низкой ликвидностью на малых рынках, ускоряет кризисы по сравнению с 2008 годом, где subprime-ипотека распространялась месяцами, а здесь – часами через глобальные биржи. С другой стороны, виртуальные деньги обладают значительным потенциалом для повышения финансовой доступности, позволяя лицам без банковских счетов в развивающихся странах подключаться к глобальной экономике через обычный смартфон и доступ в интернет, минуя дорогостоящую банковскую инфраструктуру [7, 8].

В заключении следует отметить, что виртуальные деньги эволюционировали из технологического эксперимента в значимый, хотя и все еще рискованный, сегмент глобальной финансовой архитектуры. Их ключевые характеристики – децентрализация, программируемость и глобальность – создают как возможности для повышения эффективности платежей и создания новых финансовых инструментов, так и серьезные вызовы для регуляторов в сфере финансовой стабильности и защиты потребителей. Дальнейшая траектория развития виртуальных денег будет определяться не только технологическим прогрессом, но и их способностью интегрироваться в существующую финансовую систему. Современный тренд указывает на постепенное сближение мира традиционных финансов и криптоактивов, где они будут сосуществовать с классическими инструментами и государственными цифровыми валютами, формируя более сложную, диверсифицированную и конкурентную финансовую экосистему будущего [9].

Список использованных источников:

1. Bank for International Settlements. Annual Economic Report. Chapter III. CBDCs: an opportunity for the monetary system. Basel: BIS, 2021.

2. Степанов А. А. Криптовалюты и их влияние на трансформацию финансовых систем // Human Progress. 2024. № 11. С. 90–95.

3. Анисимова Е. В., Козлов А. В. Влияние цифровых валют центральных банков (CBDC) на денежно-кредитную систему // European Social Science Journal. 2024. № 2. С. 325–340.

4. Иванова О. П. Электронные деньги. Мировой опыт и опыт Республики Беларусь : монография. Минск : БГУ, 2025. 180 с.

5. Декрет Президента Республики Беларусь №8 “О развитии цифровой экономики” от 21 декабря 2017 года.

6. Петров С. Н. Развитие криптовалют и их влияние на финансовую стабильность // Управленческий учет. 2023. № 4. С. 45–58.

7. Пашуто, В. П. Методическое пособие по курсу «Внешнеэкономическая деятельность» для студентов экономических специальностей БГУИР, 2002.

8. Григорьев В. А. Классификация цифровых активов: стейблкоины, DeFi и NFT // Финансовый журнал. 2025. № 3. С. 112–125.

9. Национальный банк Республики Беларусь. Концепция цифрового рубля в Беларуси : аналитический доклад. Минск: НБРБ, 2024.

21. ЦИФРОВАЯ АРХЕОЛОГИЯ: КАК ИЗВЛЕЧЬ СКРЫТЫЕ СМЫСЛЫ БИЗНЕСА ИЗ ГОР DARK DATA

Сауткин С. И., Кузьмичев С. Э.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

Аннотация. Данная работа посвящена междисциплинарному исследованию инновационного подхода в управлении корпоративными знаниями – цифровой археологии. В статье детально анализируется феномен «тёмных данных» (Dark Data) не как побочного продукта цифровизации, а как ценного скрытого актива, обладающего потенциалом для долгосрочного развития компании. Исследованы методы интерпретации этих массивов через призму цифровой антропологии, обосновывая необходимость перехода от чисто технического анализа к социально-культурному осмыслению пользовательского опыта. В работе подробно рассмотрены экономические, репутационные и экологические риски избыточного накопления информации. Особое внимание уделено практическим возможностям монетизации «забытых» цифровых следов. Показано, что в условиях современной экономики внимания конкурентоспособность цифрового бизнеса определяется способностью трансформировать сухие метрики в глубокие человеческие смыслы, формирующие лояльность потребителя.

В современном экономическом дискурсе данные прочно утвердились в статусе «новой нефти», однако метафора требует существенного уточнения: подобно сырой нефти, данные бесполезны и даже токсичны без сложной системы очистки и переработки [1]. Сегодня большинство глобальных компаний сталкиваются с феноменом «цифрового ожирения» или информационной энтропии. По мере тотальной цифровизации бизнес-процессов объем генерируемой информации растет экспоненциально, обгоняя способности аналитических систем к её качественному осмыслению. В результате значительная часть накопленного капитала данных остается «мертвым грузом».

Для преодоления этого кризиса предлагается использование концепции цифровой археологии. Это не просто технический аудит, а междисциплинарный подход, который объединяет инструменты Data Science с гуманитарным пониманием человеческого поведения [2]. Цифровая археология позволяет рассматривать архивы не как склад мусора, а как исторические напластования действий, намерений и привычек пользователей.

Dark Data (тёмные данные) – это информационные активы, которые организация собирает, обрабатывает и сохраняет в ходе своей операционной деятельности, но не использует для аналитики, оптимизации или принятия управленческих решений. Согласно актуальным отчетам таких агентств, как IBM и Splunk, в «теневой» зоне находится до 55 –60% всей корпоративной информации. К этой категории относятся не только технические логи серверов, но и огромные пласты неструктурированной информации: записи звонков, которые никогда не прослушивались; старые версии проектной документации; брошенные корзины в интернет-магазинах; необработанные комментарии в социальных сетях. Эти данные накапливаются автоматически, создавая иллюзию «запаса на будущее», который на практике лишь поглощает ресурсы [3].

Проблема Dark Data перестала быть чисто технической и перешла в плоскость стратегической безопасности бизнеса по трем ключевым направлениям:

1. Экономические издержки и «налог на неэффективность». Поддержание огромных массивов неиспользуемой информации в облачных инфраструктурах (AWS, Azure, Google Cloud) формирует значительный объем операционных затрат (OPEX). Исследования показывают, что компании тратят до 30% своего IT-бюджета на «питание» данных, к которым никто не обращался более года. Это прямые потери, снижающие маржинальность бизнеса [4].

2. Риски безопасности и комплаенса. Тёмные данные представляют собой «черный ход» для киберпреступников. Забытые архивы часто содержат персональные данные клиентов или интеллектуальную собственность. Поскольку эти данные не мониторятся активно, их утечка может быть обнаружена слишком поздно, что ведет к катастрофическим штрафам (в рамках GDPR и национальных законодательств) и необратимой потере рыночного доверия [5].

3. Экологическая ответственность (ESG-повестка). Хранение бесполезных терабайтов требует работы тысяч серверов, потребляющих электроэнергию и требующих систем охлаждения. В 2026 году сокращение «цифрового углеродного следа» становится важным инструментом повышения инвестиционной привлекательности. Очистка Dark Data это самый быстрый путь к демонстрации экологической осознанности цифрового бизнеса [6].

Цифровая археология предлагает рассматривать Dark Data как «культурный слой» цифровой цивилизации. Здесь на первый план выходит цифровая антропология – дисциплина, изучающая, как технологии меняют человеческую природу и социальные связи. Она позволяет бизнесу перейти от анализа «пикселей» (поверхностных действий: кликов, свайпов, времени на сайте) к анализу смыслов (зачем и в каком состоянии человек совершил это действие).

Преимущества междисциплинарного синтеза для бизнеса:

1. Реконструкция истинных мотивов. Люди склонны искажать свои намерения в традиционных опросах (эффект социальной желательности). Однако «цифровые следы» в Dark Data не лгут. Анализ брошенных корзин или поисковых запросов в три часа ночи позволяет выявить реальные барьеры: страх перед будущим, потребность в безопасности или поиск утешения, а не просто желание купить товар.

2. Глубинная персонализация. Пока искусственный интеллект пытается предсказать следующую покупку на основе прошлых, антропологический анализ Dark Data помогает понять контекст жизни. Если клиент внезапно меняет паттерны взаимодействия с приложением, это может сигнализировать о переменах в его жизненном цикле (смена работы, рождение ребенка). Предложение «смысла поддержки» в этот момент создает эмоциональную связь, которую невозможно разорвать ценовой конкуренцией.

3. Конкуренция в экономике внимания. Сегодня бизнес борется не с конкурентом по нише, а с видеороликами в TikTok или сообщениями в мессенджерах. Цифровая археология позволяет найти моменты «когнитивного дефицита» пользователя – точки, где он теряет интерес, и предложить ему не рекламу, а значимый контекст, возвращающий его в экосистему бренда.

Процесс трансформации данных из пассива в актив требует системного подхода, состоящего из пяти этапов:

1. Глобальный аудит. Полная инвентаризация мест хранения информации, включая «теневые» IT-ресурсы и архивные сервера.

2. Интеллектуальная классификация. Отделение технического «мусора» от ценных поведенческих артефактов. На этом этапе определяются данные, имеющие «антропологический потенциал».

3. Смысловое моделирование. Группа аналитиков и гуманитарных специалистов выстраивает гипотезы: «О чем говорят эти данные в контексте человеческих потребностей?».

4. Этическая верификация. Оценка использования найденных инсайтов с точки зрения приватности и этики, чтобы не превратить заботу в преследование.

5. Бизнес-интеграция. Внедрение полученных знаний в маркетинговые стратегии, продуктовый дизайн и скрипты обслуживания клиентов.

Практический кейс**:** Крупный ритейлер бытовой техники, проанализировав Dark Data запросов в службу поддержки за последние 5 лет, обнаружил, что покупатели испытывают острый стресс при первичной настройке сложных устройств. Вместо очередной скидки на следующую покупку компания внедрила стратегию «смысла заботы»: превентивную отправку видеоинструкций и предложение бесплатного звонка эксперта в момент вероятного возникновения проблемы. Это не только снизило количество возвратов на 15%, но и радикально повысило индекс NPS (чистой лояльности) [7].

В контексте Республики Беларусь, учитывая высокую динамику развития Парка высоких технологий (ПВТ) и активную цифровизацию государственного сектора, вопрос работы с Dark Data приобретает стратегический масштаб. Белорусские предприятия, находясь в процессе перехода на импортонезависимые платформы, имеют уникальное «окно возможностей». Вместо механического переноса всех архивов (включая мусор) в новые системы, необходимо проводить качественную археологическую очистку. Это позволит заложить фундамент для аналитики нового поколения, основанной на глубоком понимании локального потребителя и специфики цифрового взаимодействия в регионе.

Цифровой бизнес будущего – это не гонка вооружений в области вычислительных мощностей, а битва за глубину понимания человеческой личности. Концепция цифровой археологии позволяет компаниям совершить качественный скачок: превратить обременительные расходы на хранение данных в неисчерпаемый стратегический ресурс. Тот, кто научится «раскапывать» истинные смыслы в своих цифровых архивах, получит ключ к созданию продуктов, которые станут органичной и ценной частью жизни потребителя.

Список использованных источников:

1. Dark Data: The hidden value in your organization and how to unlock it : report / IBM Corporation. – Armonk : IBM Press, 2020. – P. 32.

2. Digital Anthropology / edited by H. A. Horst, D. Miller. – London : Routledge, 2012. – P. 324.

3. Mayer-Schönberger, V. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think / V. Mayer-Schönberger, K. Cukier. – Boston : Houghton Mifflin Harcourt, 2013. – P. 256.

4. Kitchin, R. The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences / R. Kitchin. – London : SAGE Publications, 2014. – P. 240.

5. The Cost of Ignorance: Managing Dark Data Risks in 2026 : research report / Gartner Research. – Stamford : Gartner Inc., 2024. – P. 48.

6. Lean ICT: Towards Digital Sobriety : report / The Shift Project. – Paris : The Shift Project, 2019. – P. 82.

7. Головач, А. И. Использование Big Data для повышения лояльности клиентов = Predictive analytics in marketing / А. И. Головач, О. Н. Шкор // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : VIII Международная научно-практическая конференция : сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, Минск, 11–12 мая 2022 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2022. – С. 76–80.

22. ЗАЩИТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Стук Н.А., студент группы 334701,

Кохнюк К.А., студент группы 334702

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

Аннотация

В данном исследовании рассмотрены вопросы, связанные с защитой интеллектуальной собственности в сфере информационных технологий. Можно отметить, что интеллектуальная собственность является ценным активом для компаний и физических лиц. Она обеспечивает охрану новаторских идей, технических решений, брендов и результатов творчества. В работе обсуждается понятие интеллектуальной собственности, значимость в IT-сфере меры ее защиты.

В условиях стремительного технологического развития все более значимой становится роль интеллектуальной собственности. В связи с этим возрастает и необходимость ее защиты.

В бытовом плане интеллектуальную собственность можно понимать как «право творца на свои творения». С юридической точки зрения под этим термином подразумевается совокупность исключительных прав юридического или физического лица на результаты интеллектуальной деятельности человека и приравненные к ним средства индивидуализации. Они должны быть выражены в форме законченной объективной информации, обеспечивающей их восприятие и использование другими людьми. Благодаря таким правам авторы и правообладатели могут защищать свои идеи и распоряжаться ими в собственных интересах.

В сфере информационных технологий к интеллектуальной собственности можно отнести все творческие разработки, имеющие техническую или функциональную ценность. Сюда можно отнести исходный код программного обеспечения, алгоритмы, архитектуру программ, графические элементы интерфейсов, базы данных, а также различную техническую документацию. Основные проблемы, которые возникают при работе в IT-сфере, связаны с нарушением авторских прав, кражей данных, пиратством и плагиатом.

В последнее время все большее значение приобретает защита интеллектуальной собственности на программное обеспечение. Это связано с увеличением числа IT-проектов и стартапов, и, как следствие, увеличением объема общественных отношений в этой области. Это неизбежно приводит к недопониманиям, а зачастую и к конфликтам между участниками этих отношений.

В Республике Беларусь создана прекрасно функционирующая система защиты интеллектуальной собственности. Правовые механизмы охраны различают в зависимости от вида объекта. На сегодняшний день наиболее часто защищают авторские права, товарные знаки, патенты и лицензионные соглашения. Их регулирование в Республике Беларусь базируется на Гражданском кодексе (ГК РБ), в частности, на Разделе V «Интеллектуальная собственность» и другими нормативно-правовыми актами. Для более полного раскрытия темы рассмотрим каждый механизм отдельно.

Авторское право представляет собой совокупность норм гражданского права, регулирующая отношения, связанные с созданием и использованием произведений науки, литературы и искусства. Оно охраняет результаты творческой деятельности в любой форме – от письменной до электронной. Авторское право возникает автоматически с момента создания [1] . Нарушение прав автора включает в себя использование, воспроизведение, распространение, адаптацию, публичное представление охраняемого авторским правом произведения без согласия владельца авторских или смежных прав. Предоставление творцам исключительных прав, позволяющих им защищать свои творческие работы от неправомерного использования, дает возможность авторам получать экономическую выгоду, а обществу — возможность пользоваться результатами творческой деятельности.

В сфере информационных технологий авторское право распространяется на исходный и объектный код программного обеспечения, аудиовизуальное отображение (дизайн и оформление интерфейса), а также подготовительные материалы, необходимые разработчику в ходе работы. Программы для ЭВМ охраняются авторским правом наравне с произведениями литературы, при этом весь комплекс прав возникает по факту создания программы и не требует специальной регистрации. Исключительное право предоставляет правообладателю возможность самостоятельно определять условия копирования, изменения, распространения и продажи объекта интеллектуальной собственности: использование программы без согласия автора является нарушением его прав. Основная цель авторского права в IT-сфере состоит в том, чтобы стимулировать авторов к созданию новых произведений путём предоставления им имущественных прав, а также обеспечить обществу доступ к результатам творческой деятельности [2].

Патентное право представляет собой совокупность правовых норм, устанавливающих систему охраны прав на технические решения путем выдачи патента – исключительного права, предоставляемого

на изобретение. Патентообладатель имеет право использовать своё изобретение по своему усмотрению, и другие лица не могут применять его без разрешения владельца патента. В отличие от авторского права, патентное право необходимо регистрировать в Национальном центре интеллектуальной собственности (НЦИС) и удостоверяется патентом. Патентное право имеет сроки действия и распространяется сугубо на конкретной установленной территории.

Товарные знаки – уникальные обозначения, включающие в себя логотипы, слова, фразы или упаковки, предназначенные для отличия товаров или услуг одной компании от конкурентов. Регистрация товарного знака обеспечивает исключительное право на предмет, обеспечивая его защиту от незаконного использования. Как и патент, товарный знак подлежит обязательной регистрации в НЦИС.

Лицензионное соглашение представляет собой гражданско-правовой договор, по которому правообладатель предоставляет другой стороне право использования объекта интеллектуальной собственности на определенных условиях, сохраняя за собой право собственности. Лицензии позволяют регулировать порядок использования программного обеспечения, технологий, брендов и других объектов интеллектуальной собственности.

Еще одним важным механизмом защиты интеллектуальной собственности является коммерческая тайна – режим конфиденциальности информации, обеспечивающий конкурентное преимущество за счет сохранения в секрете технических (алгоритмы, код, архитектура) и коммерческих данных (баз данных клиентов). В отличие от патентов, коммерческая тайна не имеет фиксированного срока действия.

Важным аспектом защиты интеллектуальной собственности в сфере IT являются договорные инструменты. Соглашение о конфиденциальности (NDA) позволяет подробно оговорить, какие данные и разработки являются конфиденциальными и в каком порядке они могут раскрываться третьим лицам, что помогает предотвратить утечку информации и кражу идей. Подобные соглашения заключаются с сотрудниками, партнёрами и подрядчиками. Помимо юридических механизмов, широко применяются технические средства защиты: шифрование кода и использование защищённых платформ для разработки помогают предотвратить несанкционированный доступ и распространение исходного кода. При этом при разработке программной защиты стремятся достичь такого уровня сложности, чтобы затраты на её взлом превышали стоимость приобретения лицензионного продукта [3]. Одной из актуальных проблем защиты интеллектуальной собственности в IT-сфере является глобализация: разработки создаются и применяются в разных юрисдикциях, что существенно осложняет применение национального законодательства и требует обращения к нормам международного права [4].

При выборе механизма защиты не обязательно останавливаться на конкретном варианте, современные компании используют несколько способов, тем самым обеспечивая полную защиту своих технологий и изобретений. Это позволяет минимизировать риски, связанные с недостаточной защитой интеллектуальной собственности.

Таким образом, интеллектуальная собственность включает в себя целый ряд различных правовых гарантий для создаваемых объектов, таких как патенты, товарные знаки, авторские права, лицензионные соглашения и коммерческие тайны. В IT-отрасли сильная стратегия по защите интеллектуальной собственности способна обеспечить конкурентное преимущество на рынке, привлечь инвестиции и значительно повысить ее коммерческую ценность.

Список использованных источников:

1. Патентное право и авторское право: в чем отличия? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nris.ru/blog/patentnoe-pravo-i-avtorskoe-pravo-v-chem-otlichiya. – Дата доступа: 07.02.2026.

2. Интеллектуальная собственность в сфере IT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nris.ru/blog/intellektualnaya-sobstvennost-v-sfere-it/. – Дата доступа: 07.02.2026.

3. Секреты производства в IT: что можно защитить и как [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://1fbis.ru/blog/sekrety-proizvodstva-v-it-chto-mozhno-zashchitit-i-kak.html – Дата доступа: 07.02.2026.

4. Интеллектуальная собственность в ИТ: как защитить код и разработку? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://profpatent.ru/intellektualnaya-sobstvennost-v-it-kak-zashhitit-kod-i-razrabotku.html. – Дата доступа: 07.02.2026.

5. Интеллектуальная собственность в сфере информационных технологий: защита прав и проблема пиратства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/56529. – Дата доступа: 07.02.2026.

6. Защита прав интеллектуальной собственности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.wipo.int/ru/web/ip-enforcement – Дата доступа: 07.02.2026.

7. Кубышин, А.С. Международная торговля объектами интеллектуальной собственности и перспективы участия в ней Республики Беларусь [Электронный ресурс] : дипломная работа / А.С. Кубышин.

8. Турбан, Г.В. Международная торговля объектами интеллектуальной собственности: учебно-методическое пособие / Е.Н. Дудко, Г.В. Турбан, П.С. Замбрижицкая. Минск: РИВШ, 2020. – 92 с.

9. Гражданский кодекс Республики Беларусь от 7 декабря 1998 г. с изменениями по состоянию на 31 марта 2025 г. [Электронный ресурс] – Минск: Национальный центр законодательства и правовой информации Республики Беларусь, 2025 – Режим доступа: https://www.gstu.by/sites/default/files/files/resources/2025/06/grazhdanskiy_kodeks.pdf. – Дата доступа: 13.02.2026.

УДК 004.9:659.1

23. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ РЕКЛАМЫ: МИРОВОЙ ОПЫТ

Король А.В., студент гр.573904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н.Н. – канд. экон. наук

Аннотация. В статье рассматриваются институциональные основы регулирования цифровой рекламы в пяти юрисдикциях: Европейском союзе, США, Китае, России и Беларуси. Для каждого региона описаны ключевые регуляторные органы, действующее законодательство. Отдельное внимание уделяется этическим проблемам, связанным с внедрением искусственного интеллекта в цифровую рекламу, в частности, алгоритмической предвзятости и гиперперсонализации.

Ключевые слова. Цифровая реклама, правовое регулирование, GDPR, CCPA, DSA, DMA, PIPL, персональные данные, искусственный интеллект, антимонопольное законодательство, прозрачность, Закон «О Рекламе», Закон «О защите персональных данных».

Глобальный рынок цифровой рекламы стремительно растёт: мировые расходы на цифровую рекламу в 2026 году достигнут 713,4 млрд долларов США, что на 6,7 % больше, чем годом ранее [1].

По мере роста экосистемы онлайн-рекламы увеличиваются и опасения по поводу ее регулирования. В отличие от традиционных СМИ, онлайн-платформы функционируют в более изменчивой среде, что порождает ряд проблем: вопросы конфиденциальности и защиты персональных данных, распространение вводящей в заблуждение информации, а также возможность использования рекламных инструментов для дискриминации или манипулирования потребителями [2]. Одним из примеров проявления проблемы конфиденциальности в связи с недостаточным регулированием цифровой рекламы является происшествие с компанией Cambridge Analytica, которая с 2014 по 2018 год использовала данные 50 млн пользователей Facebook для таргетированной политической рекламы без согласия данных пользователей [3].

Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в процесс управления цифровой рекламой ведет к этическим проблемам. Модели ИИ, разработанные с использованием наборов данных, игнорирующих определенные демографические характеристики, создают несправедливые методы распределения рекламы, что порождает проблему алгоритмической предвзятости [2]. Это ситуация, когда алгоритм принимает решения насчет того, кому будет показана данная реклама на основе стереотипов, заложенных в данные, демографических данных или данных о расе пользователей. Например, реклама престижной работы чаще показывается мужчинам, чем женщинам, – не намеренно, а потому что система «научилась» этому на искажённых данных. Так, например, алгоритмы Facebook позволяли исключать из аудитории рекламы жилья людей по расовому признаку [4].

Другая проблема использования ИИ при работе с цифровой рекламой – гиперперсонализация: ИИ собирает огромное количество сведений о каждом пользователе – местоположение, покупки, интересы – и использует их для создания максимально подходящей для данного пользователя рекламы [2]. Это означает постоянную слежку за человеком в цифровом пространстве, нередко без его ведома, что серьёзно нарушает личную конфиденциальность. Для решения данных проблем необходимо осуществление государственного регулирования цифровой рекламы с помощью создания законов.

Целью данной работы является анализ институциональных основ развития цифровой рекламы через последовательное рассмотрение регуляторного опыта различных регионов мира (Европейский Союз, США, Китай, Беларусь и Россия).

Европейский Союз выступает примером ужесточения правил в сфере цифровой рекламы. Регуляторным органом в сфере цифровой рекламы является Европейский совет по защите данных EDPB (European Data Protection Board) – независимый орган Европейского союза, который следит за тем, чтобы компании по всей Европе соблюдали единые правила защиты личных данных граждан. Также в каждой стране ЕС есть свои национальные органы по защите данных, которые на местном уровне следят за тем, чтобы компании и организации правильно обращались с личными данными граждан и соблюдали законы о конфиденциальности.

Основной закон регулирования цифровой рекламы в ЕС является Общий регламент по защите данных – GDPR (General Data Protection Regulation). Данный закон применяется независимо от того, происходит ли обработка данных внутри ЕС или за его пределами, он действует для всех субъектов данных, проживающих в ЕС. GDPR распространяется как на контролеров данных, так и на обработчиков данных, то есть организации, определяющие цель сбора данных, а также те, которые обрабатывают данные от их имени, должны соблюдать этот регламент. Согласно принципам GDPR, персональные данные должны обрабатываться с четким информированием физических лиц о том, как используются их

данные; персональные данные должны быть точными и актуальными, с усилиями по оперативному исправлению неточностей; данные должны храниться не дольше, чем это необходимо для целей, для которых они обрабатываются; данные должны обрабатываться безопасно, чтобы предотвратить несанкционированный доступ, потерю или повреждение. Контролеры данных несут ответственность за соблюдение требований и должны продемонстрировать наличие соответствующих мер защиты данных [5]. За нарушение регламента предусмотрены штрафы до 4 % мирового годового оборота компании – так, в 2023 году Meta была оштрафована на рекордные 1,2 млрд евро за незаконную передачу данных пользователей в США [6].

Ключевую роль в ЕС также играют Закон о цифровых услугах – DSA (Digital Services Act) и Закон о цифровых рынках – DMA (Digital Markets Act). Согласно DSA, каждое рекламное объявление должно содержать чёткую маркировку с указанием рекламодателя и критериев, по которым оно было показано конкретному пользователю. Обычно это реализуется через кнопку «Почему я вижу эту рекламу?» рядом с объявлением. Закон полностью запрещает использование чувствительных персональных данных – сведений о расовой принадлежности, религиозных убеждениях, политических взглядах – в качестве параметров таргетинга, а показ персонализированной рекламы несовершеннолетним исключён полностью. Кроме того, крупные онлайн-площадки обязаны предлагать пользователям альтернативный вариант ленты – например, хронологический, а не сформированный алгоритмами на основе профиля. Хронологический порядок – это процесс отображения публикаций в ленте просто по времени: сначала самые свежие, потом более старые, без какого-либо вмешательства алгоритма, который обычно определяет самостоятельно, что интереснее видеть данному пользователю. Также, согласно DSA, крупные онлайн-платформы должны вести публичные реестры рекламы, где любой может узнать данные о рекламодателе, критериях отбора аудитории и охвате объявления [7].

DMA также устанавливает критерии для крупнейших цифровых платформ. Эти организации обязаны придерживаться следующих правил:

– предоставлять справедливый доступ к услугам сторонних компаний;

– предоставлять рекламодателям и издателям данные, необходимые для оценки эффективности их рекламы;

– запрещено использовать данные, собранные на их платформах, для собственных рекламных услуг, если они не предоставляются и другим рекламодателям;

– запрещён обмен пользовательскими данными между собственными сервисами без специального согласия пользователя [8].

Закон нашел широкое применение на практике. Например, в 2024 году Европейская комиссия возбудила расследования против Alphabet, Apple, Meta и Amazon – каждой грозит штраф до 10 % годового оборота, а при повторных нарушениях – до 20 % [9]. Каждая из компаний использовала своё доминирующее положение для продвижения собственных продуктов и ограничения конкуренции: Google и Amazon искусственно поднимали свои сервисы в результатах поиска, Apple блокировала сторонние магазины приложений, а Meta вынуждала пользователей платить за отказ от использования инструментов гиперперсонализации.

В сравнении с европейской, модель регулирования цифровой рекламы в США менее жесткая, так как регулирование осуществляется в основном на уровне отдельных штатов. Основной федеральный орган регулирования цифровой рекламы в США – Федеральная торговая комиссия – FTC (Federal Trade Commission) – это независимый государственный орган США, который защищает потребителей от недобросовестных и мошеннических практик со стороны компаний, в том числе следит за честностью рекламы и соблюдением правил защиты личных данных.

На федеральном уровне действует только Закон о защите конфиденциальности детей в Интернете – COPPA (Children's Online Privacy Protection Act), запрещающий сайтам и онлайн-сервисам собирать личные данные детей до 13 лет без явного письменного согласия их родителей [10].

На уровне штатов наиболее влиятельным является калифорнийское законодательство: Закон о защите конфиденциальности потребителей – CCPA (California Consumer Privacy Act) и дополняющий его Закон о правах на конфиденциальность – CPRA (California Privacy Rights Act). CCPA не кодифицирует основные принципы защиты данных таким же структурированным образом, как GDPR, но он воплощает в себе несколько основных ценностей, в частности [5]:

1 Прозрачность: потребители имеют право знать, какие персональные данные собираются, для каких целей и с кем они передаются.

2 Контроль: физические лица могут запрашивать доступ к своим данным, требовать их удаления (с ограничениями) и отказаться от продажи своей информации.

3 Недискриминация: предприятиям запрещено дискриминировать потребителей, которые реализуют свои права на неприкосновенность частной жизни.

CPRA – это расширенная версия CCPA: в 2020 году калифорнийцы проголосовали за принятие CPRA, который усилил и дополнил CCPA, введя новые права для потребителей и создав отдельный надзорный орган – Калифорнийское агентство по защите конфиденциальности.

К 2024 году аналогичные законы приняты в 19 штатах [11]. В 2025 году на основании данных законов суд признал Google виновным в монополизации рынка цифровых рекламных технологий [12]. В феврале

2026 года компания Disney на основании нарушения CRPA и CCPA была оштрафована на рекордные 2,75 млн долларов за то, что не выполняла запросы пользователей на отказ от продажи их личных данных: даже если человек отказывался от слежки на одном устройстве, его данные продолжали передаваться рекламодателям через другие сервисы и устройства компании [13].

Китай реализует модель жесткого государственного регулирования цифровой рекламы. Основные органы регулирования цифровой рекламы в Китае – Администрация киберпространства Китая – CAC (Cyberspace Administration of China) – это главный государственный орган, который регулирует Интернет и цифровую среду в Китае. Еще один орган регулирования – Министерство промышленности и информационных технологий Китая – MIIT (Ministry of Industry and Information Technology) – государственный орган, который регулирует телекоммуникации, интернет-индустрию и технологический сектор страны, устанавливая технические стандарты и правила для цифровых компаний.

Основные законы, регулирующие цифровую рекламу в Китае – Закон о кибербезопасности (Cybersecurity Law of the People's Republic of China) и Закон о защите персональных данных – PIPL (Personal Information Protection Law) устанавливают строгие правила работы с данными пользователей: компании обязаны хранить данные китайских граждан на серверах внутри страны, получать явное согласие пользователя перед сбором его личной информации, а для передачи данных за рубеж – проходить обязательную государственную проверку [14]. Самый яркий пример практической реализации этих законов – в 2022 году Администрация киберпространства Китая (CAC) оштрафовала крупнейший китайский сервис заказа такси DiDi Chuxing на 8,02 млрд юаней (около 1,2 млрд долларов) за незаконный и избыточный сбор личных данных пользователей и водителей, а также за непрозрачное информирование пользователей о том, как обрабатываются их данные [15].

Временные административные меры по интернет-рекламе – китайский нормативный акт, принятый в 2023 году, устанавливает конкретные правила для цифровой рекламы: каждое объявление должно быть чётко обозначено как реклама, запрещено вводить пользователей в заблуждение ложной информацией, а платформы обязаны хранить все данные о рекламодателях и размещённых объявлениях в течение трёх лет и предоставлять их властям по запросу. Особое внимание уделяется контролю за алгоритмическими рекомендациями: платформы обязаны вести учет и раскрывать принципы ранжирования рекламного контента. Такой подход обеспечивает высокий уровень государственного надзора, но создает значительные административные нагрузки для бизнеса [14]. Также в 2022 году Китай первым в мире принял Закон об алгоритмических рекомендациях (Provisions on the Management of Algorithmic Recommendations), гарантирующий пользователям право отказаться от персонализации [16].

Модель регулирования цифровой рекламы в Беларуси – умеренно жёсткая: государство с 2024 года усиливает контроль над отраслью. В Беларуси регулированием цифровой рекламы занимаются два основных органа: Министерство антимонопольного регулирования и торговли (МАРТ) – контролирует рекламную деятельность, ведёт Реестр рекламораспространителей и следит за соблюдением Закона о рекламе, а также Министерство информации – отвечает за государственную политику в сфере СМИ и распространения информации, в том числе в Интернете. В Республике Беларусь регулирование цифровой рекламы базируется на двух ключевых законах. Закон «О защите персональных данных» устанавливает принципы обработки личной информации, например: компании обязаны получать явное согласие пользователя перед сбором его данных, обеспечивать их защиту от несанкционированного доступа и предоставлять гражданам право на получение, исправление и удаление своих данных [17]. Закон «О рекламе» определяет общие требования к содержанию рекламных материалов: запрещает недостоверную, скрытую и вводящую в заблуждение рекламу, устанавливает особые ограничения для отдельных категорий товаров – алкоголя, табака, лекарственных средств – и регулирует способы её распространения. Ключевым нововведением стали поправки января 2024 года: все онлайн-площадки обязаны пройти регистрацию в государственном Реестре рекламораспространителей, который ведёт Министерство антимонопольного регулирования и торговли (МАРТ), а индивидуальным предпринимателям запрещено размещать рекламу третьих лиц – это существенно сужает круг участников рынка и усиливает государственный контроль над отраслью [18].

Россия также движется по пути усиления государственного регулирования цифровой рекламы. Основной орган регулирования цифровой рекламы в России – Федеральная антимонопольная служба (ФАС). Закон «О рекламе» определяет общие требования к содержанию и запрещает ненадлежащую рекламу. Ключевым институциональным нововведением с 2022 года стало создание Единого реестра интернет-рекламы (ЕРИР), в который через операторов рекламных данных передается информация обо всех размещенных в интернете объявлениях. В отличие от ЕС, где рекламные хранилища ведутся самими платформами в рамках саморегулирования, в России реестр является государственным и закрытым для общего доступа. Все площадки, размещающие рекламу онлайн, обязаны регистрироваться в Реестре рекламораспространителей. На конец 2024 года в реестре зарегистрировано свыше 1,3 млн рекламодателей [19]. Также введено требование обязательной маркировки каждого рекламного объявления уникальным цифровым кодом – токеном «erid» (External Register ID). Этот код присваивается специальными уполномоченными организациями – операторами рекламных данных – до того, как реклама появится в интернете, и отображается непосредственно в объявлении в формате «erid: [код]», что позволяет государству отследить каждое рекламное размещение [20].

Проведённый сравнительный анализ институциональных основ регулирования цифровой рекламы в ЕС, США, Китае, России и Беларуси позволяет выявить как общие черты, так и принципиальные различия между региональными моделями.

Общим для всех рассмотренных юрисдикций является признание необходимости регулирования цифровой рекламы: каждая из них требует маркировки рекламных объявлений, запрещает вводящую в заблуждение информацию и устанавливает ограничения на сбор персональных данных.

Различия носят принципиальный характер и касаются прежде всего степени государственного вмешательства. ЕС реализует наиболее комплексную и превентивную модель: GDPR, DSA и DMA формируют единую правовую среду с жёсткими санкциями и акцентом на правах пользователя. США, напротив, придерживаются фрагментарной модели с преобладанием регулирования на уровне штатов без единого федерального закона о защите данных. Китай выстраивает модель жёсткого государственного контроля, при которой данные граждан хранятся внутри страны, а государство имеет прямой доступ к рекламной информации. Россия движется в схожем направлении: ЕРИР и обязательная маркировка через токены «erid» обеспечивают централизованный государственный надзор, закрытый для широкой общественности, в отличие от открытых реестров ЕС. Беларусь находится на начальном этапе формирования регуляторной системы, постепенно усиливая контроль через регистрацию участников рынка.

Таким образом, прослеживается глобальная тенденция к ужесточению регулирования цифровой рекламы, однако её вектор определяется политическими приоритетами каждой юрисдикции.

Список использованных источников:

1. World Bank Open Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://data.worldbank.org/ – Дата доступа: 05.02.2026.

2. The Rise of AI in Digital Advertising: Trends, Challenges, and Future Directions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/389691867_The_Rise_of_AI_in_Digital_Advertising_Trends_Challenges_and_Future_Directions – Дата доступа: 05.02.2026.

3. Revealed: 50 million Facebook profiles harvested for Cambridge Analytica in major data breach [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.theguardian.com/news/2018/mar/17/cambridge-analytica-facebook-influence-us-election – Дата доступа: 05.02.2026.

4. Facebook Lets Advertisers Exclude Users by Race [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.propublica.org/article/facebook-lets-advertisers-exclude-users-by-race – Дата доступа: 05.02.2026.

5. Digital Privacy in the Age of Surveillance: A Comparative Study of GDPR and CCPA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://journal.canadian-ots.ca/index.php/ots/article/view/95/74 – Дата доступа: 05.02.2026.

6. Data Protection Commission announces conclusion of inquiry into Meta Ireland [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dataprotection.ie/en/news-media/press-releases/Data-Protection-Commission-announces-conclusion-of-inquiry-into-Meta-Ireland – Дата доступа: 05.02.2026.

7. What is the Digital Services Act? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-services-act – Дата доступа: 05.02.2026.

8. The Digital Markets Act [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://digital-markets-act.ec.europa.eu/index_en – Дата доступа: 05.02.2026.

9. Commission opens non-compliance investigations against Alphabet, Apple and Meta under the Digital Markets Act [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_1689 – Дата доступа: 05.02.2026.

10. Children's Online Privacy Protection Rule [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ftc.gov/legal-library/browse/rules/childrens-online-privacy-protection-rule-coppa – Дата доступа: 05.02.2026.

11. US State Privacy Legislation Tracker [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iapp.org/resources/article/us-state-privacy-legislation-tracker – Дата доступа: 05.02.2026.

12. Department of Justice Prevails in Landmark Antitrust Case Against Google [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.justice.gov/opa/pr/department-justice-prevails-landmark-antitrust-case-against-google – Дата доступа: 05.02.2026.

13. «Disney заплатит более 2,7 млн долларов за нарушения правил стриминга» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://adindex.ru/news/media/2026/02/13/342418.phtml – Дата доступа: 05.02.2026.

14. World Bulletin of Management and Law [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://scholarexpress.net/index.php/wbml/article/view/3548 – Дата доступа: 05.02.2026.

15. China fines Didi more than $1 billion for breaking data security laws [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cnbc.com/2022/07/21/china-fines-didi-more-than-1-billion-for-breaking-data-security-laws.html – Дата доступа: 05.02.2026.

16. Translation: Internet Information Service Algorithmic Recommendation Management Provisions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://digichina.stanford.edu/work/translation-internet-information-service-algorithmic-recommendation-management-provisions-effective-march-1-2022/ – Дата доступа: 05.02.2026.

17. Закон «О защите персональных данных» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/H12100099_1620939600.pdf – Дата доступа: 05.02.2026.

18. Закон «О рекламе» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=h10700225 – Дата доступа: 05.02.2025.

19. «Роскомнадзор впервые раскрыл объем «белой» интернет-рекламы в 2024 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vedomosti.ru/media/articles/2025/06/20/1118738-roskomnadzor-raskril-obem – Дата доступа: 05.02.2025.

20. Федеральный закон «О рекламе» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58968/ – Дата доступа: 05.02.2026.

UDC 004.9:659.1

INSTITUTIONAL FRAMEWORK FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL ADVERTISING: GLOBAL EXPERIENCE

Korol A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Zhilinskaya N.N. – PhD in Economics

Annotation. This article examines the institutional framework for digital advertising regulation in five jurisdictions: the European Union, the United States, China, Russia, and Belarus. Key regulatory bodies and current legislation are described for each region. Special attention is given to the ethical issues associated with the implementation of artificial intelligence in digital advertising, particularly algorithmic bias and hyper-personalization.

Keywords. Digital advertising, legal regulation, GDPR, CCPA, DSA, DMA, PIPL, personal data, artificial intelligence, antitrust legislation, transparency, Advertising Law, Personal Data Protection Law.

24. СТРАТЕГИИ ПОСТРОЕНИЯ ИКТ-БИЗНЕСА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Юхник Н.В., Кавелич М.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

Аннотация. Исследованы стратегии ИКТ-бизнеса в Беларуси в условиях цифровой трансформации. Обоснована роль ПВТ как институциональной основы. Проанализированы нововведения законодательства и стратегические ориентиры госпрограммы «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 гг. Сформулированы ключевые факторы успеха компаний: адаптация к регуляторным изменениям, использование инфраструктуры ПВТ и импортозамещение.

В условиях глобальной цифровой трансформации и формирования экономики данных, Республика Беларусь демонстрирует последовательный курс на построение инновационной модели развития. Сегодня ИКТ-сектор является не просто драйвером экономики, но и ключевым элементом обеспечения технологического суверенитета страны. Доклад посвящен анализу актуальных условий ведения ИКТ-бизнеса в Беларуси, нововведениям в законодательстве и стратегическим ориентирам, заданным государственными программами на период до 2030 года [1].

Фундаментом успеха ИКТ-сектора остается Парк высоких технологий (ПВТ). Резидентство в ПВТ (Декрет № 12) предоставляет уникальный налоговый и правовой режим для разработки инновационных продуктов на глобальный рынок. Сегодня перед парком стоят задачи адаптации к новым вызовам, включая импортозамещение и подготовку кадров. Модель ПВТ стала ориентиром для технопарков в СНГ, что подтверждает ее конкурентоспособность.

Ключевым событием января 2026 года стало подписание Указа Президента Республики Беларусь от 15.01.2026 № 19 «О криптобанках и отдельных вопросах контроля в сфере цифровых знаков (токенов)». Этот документ выводит Беларусь в число пионеров в области интеграции традиционных финансов и цифровых активов. Согласно Указу № 19, в стране вводится институт криптобанков. Это акционерные общества, являющиеся резидентами ПВТ, которые получают право совмещать банковские операции с операциями с токенами.

Государственное планирование: программа «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 годы. Стратегическим ориентиром для отрасли является Государственная программа «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 годы, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.12.2025 № 793 [2].

Документ концентрируется на трех ключевых направлениях:

1) Экономика данных - превращение данных в стратегический ресурс. Для бизнеса это означает рост спроса на решения в области Big Data и искусственного интеллекта.

2) Цифровое государство - переход к модели «нулевой бюрократии» и «государства в кармане». Здесь открывается широкое поле для ГЧП-проектов и разработки сервисов для граждан.

3) Цифровой суверенитет - формирование независимых систем ПО. Это прямое указание на необходимость развития отечественных платформенных решений и продуктов, способных заместить зарубежные аналоги.

В текущих геополитических условиях ИКТ-бизнес должен учитывать особенности налогового администрирования в отношении недружественных государств [3]. Постановлением № 164 (продлено до 31.12.2026) для таких стран установлена ставка налога на доходы по дивидендам от резидентов ПВТ в размере 25% вместо льготных 5% по Декрету № 12. Выплата дивидендов свыше 20 000 базовых величин требует разрешения исполкома, но для резидентов ПВТ снято требование о привязке к объему прямых иностранных инвестиций.

Таким образом, построение ИКТ-бизнеса в Беларуси сегодня требует от менеджмента глубокого понимания быстро меняющегося законодательства. Ключевыми факторами успеха являются:

1. Использование инфраструктуры ПВТ как «регулятивной песочницы».
2. Мониторинг новых ниш, создаваемых Указом о криптобанках.
3. Ориентация на продуктовую стратегию в рамках программ импортозамещения.
4. Тщательное планирование трансграничных финансовых потоков с учетом требований.

Список использованных источников:

1..Постановление Совета Министров Респ Беларусь, 30 дек. 2025 г., № 793 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by. – Дата доступа: 20.02.2026.

2..Указ президента о криптобанках и токенах (№ 19 от 15.01.2026) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belnovosti.by . Дата доступа: 18.02.2026.

3..Парк высоких технологий. Интервью с А. Рябовой [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ibmedia.by . Дата доступа: 10.03.2025.

25. ПРИМЕНЕНИЕ ИИ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

Феденков К.К., Минов И.Е.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

Данная работа раскрывает стратегию внедрения искусственного интеллекта в медицину Республики Беларусь на 2026–2030 годы. Показаны ключевые направления разработок в контексте формирования нормативно-правовой и инфраструктурной основы цифрового суверенитета в здравоохранении.

Государственная программа «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 годы закрепляет приоритетное развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) в медицине, биотехнологиях и фармакологии, опираясь на уже достигнутые в данных сферах результаты. К числу таких достижений относятся компьютерный скрининг и молекулярное моделирование для поиска новых лекарственных средств, а также интеллектуальная обработка больших массивов генетических данных для ранней диагностики тяжелых заболеваний [1]. Это не только повышает эффективность выявления патологий на бессимптомных стадиях, но и существенно оптимизирует финансовые затраты системы здравоохранения.

В области реабилитации практическое применение получили «умные» биометрические костюмы от резидентов Парка высоких технологий (ПВТ), позволяющие осуществлять объективный контроль восстановительных процессов с использованием алгоритмов машинного обучения. Параллельно на базе Института повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения БГМУ совместно с резидентами ПВТ созданы и апробированы ИИ-модели для выявления легочных и онкологических заболеваний, реализованные с применением фреймворков машинного обучения и компьютерного зрения (TensorFlow, OpenCV). Практическое внедрение подобных аппаратно-программных комплексов позволяет снизить рутинную нагрузку на врачей и минимизировать риск диагностических ошибок.

На период 2026–2030 годов программа предусматривает создание национальной платформы управления жизненным циклом ИИ-моделей. Разработка поручена ОАО «Гипросвязь» и РУП «Центр цифрового развития» [1]. Планируется создание отечественного программного обеспечения для запуска моделей компьютерного зрения без обращения к зарубежным серверам, что обеспечит технологическую независимость медицинских решений. Одновременно с этим Министерство связи и информатизации совместно с РУП «Национальный центр электронных услуг» формирует систему сбора, обезличивания и хранения данных для обучения нейросетей, создавая базу для масштабирования сервисов [1]. Особое внимание при этом уделяется алгоритмам кибербезопасности, что гарантирует надежную защиту врачебной тайны при работе с чувствительной информацией пациентов.

Дополнительным направлением на 2026–2027 годы выступает формирование национального корпуса данных и языковых технологий для корректной работы больших языковых моделей с учетом законодательства и традиций Беларуси (под эгидой ОАО «Гипросвязь»). В свою очередь, Концепция обеспечения суверенитета Республики Беларусь в сфере цифрового развития до 2030 года предусматривает создание реестра доверенного отечественного ПО, включая медицинские ИИ-решения [2].

Базовой платформой для интеграции создаваемых ИИ-сервисов в практику медицинских учреждений выступает Централизованная информационная система здравоохранения (ЦИСЗ) [3]. В перспективе до 2030 года планируется расширение ее функционала за счет внедрения интеллектуальных алгоритмов поддержки принятия врачебных решений, что позволит вывести применение искусственного интеллекта в белорусской медицине на системный уровень [1, 3]. Подобный комплексный подход в конечном итоге ускорит переход отечественного здравоохранения к предиктивной и персонализированной медицине.

Таким образом, Беларусь последовательно переходит от точечных разработок в области медицинского ИИ к формированию целостной экосистемы, объединяющей национальные платформы управления данными, отечественное программное обеспечение и инфраструктурные решения, что создает условия для устойчивого цифрового суверенитета в сфере здравоохранения.

Список использованных источников:

1. Государственная программа «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 годы / Совет Министров Республики Беларусь. – Минск, 2026. – 39 с.

2. Концепция обеспечения суверенитета Республики Беларусь в сфере цифрового развития до 2030 года / Совет Министров Республики Беларусь. – Минск, 2026. – 15 с.

3. На пороге глобальных перемен (E-Health) [Электронный ресурс] / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Режим доступа: https://minzdrav.gov.by/ru/novoe-na-sayte/na-poroge-globalnykh-peremen-e-health/. – Дата доступа: 20.03.2026.

УДК 004.8:34(476)

26. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ И ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Тимофеюк В.К., студент гр. 350504, Долгая А.С., студент гр. 361402

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук, доцент, доцент каф. Менеджмента

Аннотация. В статье рассмотрены экономические и правовые аспекты внедрения искусственного интеллекта в цифровые платформы в Республике Беларусь. Показано и обосновано, что искусственный интеллект целесообразно рассматривать не изолированно, а как один из инструментов развития электронной экономики и платформенных бизнес-моделей. Одновременно установлено, что для Беларуси ключевое значение имеют институциональные условия: развитие ИКТ-инфраструктуры, человеческого капитала, механизмов защиты данных, нормативного регулирования цифровых транзакций и информационной безопасности.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, цифровые платформы, электронная экономика, правовое регулирование, Республика Беларусь, информационная безопасность, цифровой разрыв, ИКТ.

Введение. Внедрение искусственного интеллекта в цифровые платформы является одним из наиболее заметных направлений современной цифровой трансформации. Платформы уже не ограничиваются функцией посредничества между продавцом и покупателем либо поставщиком и потребителем услуги. Они становятся инфраструктурой постоянного сбора, обработки и интерпретации данных, а ИИ выступает инструментом автоматизированного ранжирования, прогнозирования, персонализации, контроля рисков и оптимизации транзакций. В белорусских условиях такой процесс следует анализировать через более широкую категорию электронной экономики, поскольку именно она задает институциональный и хозяйственный контекст для внедрения платформенных и интеллектуальных технологий. В существующих работах по данной теме подчеркивается, что электронная экономика представляет собой совокупность экономических отношений в области производства, распределения, обмена и конечного потребления материальных ценностей, имеющих разную степень электронно-информационного компонента, формируемых и реализуемых в ИКТ-среде с целью воспроизводства капитала и повышения качества жизни. Этот эффект может быть достигнут в результате применения новейших ИКТ, к которым прежде всего относятся: искусственный интеллект, блокчейн, смарт-контракты, промышленный и бытовой IoT, дополненная реальность и дополненный человек [1].

Для темы цифровых платформ особенно важен экосистемный подход. В научных статьях схожей тематики экосистема электронной экономики определяется как совокупность распределенных и автоматизированных (в разной степени) социотехнических подсистем, взаимосвязанных инфокоммуникациями, экономическими законами и законами управления [2]. Такая постановка вопроса позволяет рассматривать цифровую платформу не только как программный продукт, но и как пространство экономических отношений, где алгоритмическое управление уже изначально связано с правом. Именно поэтому проблема внедрения ИИ в платформы является не только технологической, но и экономико-правовой.

Актуальность темы для Республики Беларусь определяется несколькими обстоятельствами. Во-первых, государственная политика в сфере цифровизации была институционально оформлена через Государственную программу развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы, а затем получила развитие в Декрете Президента Республики Беларусь № 8 от 21 декабря 2017 г. «О развитии цифровой экономики» [3]. Во-вторых, по мере роста платформенной экономики усиливается значение регулирования персональных данных, цифровых транзакций, информационной безопасности и ответственности за использование интеллектуальных систем. В-третьих, в 2025–2026 гг. на официальных правовых ресурсах Беларуси уже обсуждались разработка законодательной основы, концепции правового регулирования и стандартов в области искусственного интеллекта, что показывает переход от общего регулирования цифровой экономики к более специализированной повестке ИИ [4].

Основная часть. Для академически корректного анализа необходимо различать понятия ИКТ-сектора, электронной экономики, электронного бизнеса и цифровой платформы. В работах о макроэкономических условиях формирования электронной экономики отмечают, что электронная экономика не тождественна ИКТ-сектору. ИКТ создают инфраструктурные условия для формирования электронной экономики, а конвергенция ИКТ с иными отраслевыми технологиями приводит к созданию новой отрасли — электронного бизнеса [5]. Это различие принципиально: цифровая платформа не сводится к инфраструктуре связи или вычислительным мощностям, а является формой организации электронного бизнеса, основанной на данных, сетевом взаимодействии и алгоритмах обработки информации.

В некоторых работах искусственный интеллект включают в число технологий, которые сокращают длительность производственных, сервисных и коммерческих циклов, снижают издержки управления и уменьшают потребность во входных ресурсах [1]. Для платформенной экономики это означает, что ИИ становится механизмом ускорения рынка. Алгоритмы рекомендаций, интеллектуальная маршрутизация заявок, автоматическое выявление мошеннических операций, динамическое ценообразование и обработка пользовательского поведения позволяют платформам перераспределять ресурсы с меньшими затратами времени и труда. Следовательно, экономический эффект ИИ должен оцениваться не только как рост точности вычислений, но и как снижение транзакционных издержек платформенного взаимодействия.

При этом внедрение ИИ невозможно рассматривать вне интеллектуального потенциала общества. Авторы научных работ определяют интеллектуальную составляющую электронной экономики как «знания, способности и навыки населения», а также систему их приобретения, хранения и передачи [6]. Такое определение особенно важно для платформ, поскольку ИИ создает ценность только там, где имеется достаточный уровень цифровой грамотности, пользовательской активности, квалифицированной разработки и доверия к электронной среде. Следовательно, предмет экономического регулирования здесь шире поддержки IT-бизнеса: он включает воспроизводство человеческого капитала, образовательную политику и институциональные условия формирования компетенций.

Отдельное значение имеет проблема цифрового разрыва. Исследователями установлено, что максимальный разрыв между странами зафиксирован именно по способности решать задачи с использованием современных технологий [2]. Это положение непосредственно относится к внедрению ИИ в цифровые платформы. Если пользователи, сотрудники организаций и государственные институты обладают различным уровнем цифровых и ИКТ-компетенций, то платформа перестает быть средством расширения доступа и начинает воспроизводить существующее неравенство. В результате экономическая эффективность платформы для одних групп может сочетаться с фактическим исключением других групп из цифрового обмена.

Экономическая логика внедрения ИИ в платформы состоит в расширении масштабируемости и повышении качества координации между участниками рынка. Платформа получает возможность автоматизировать рутинные операции, быстрее сопоставлять спрос и предложение, прогнозировать поведение пользователей и сокращать издержки поиска, отбора и контроля. В статьях подчеркивается, что электронная экономика характеризуется «сокращением времени и расстояния при осуществлении экономических отношений» [1]. Для платформ это означает переход от обычного цифрового сервиса к системе почти мгновенного принятия решений, где конкурентоспособность определяется скоростью обработки информации и точностью алгоритмов.

Вместе с тем ИИ требует накопления специфического цифрового капитала. Ссылаясь на подход McKinsey, известно, что цифровой капитал включает как традиционные активы — серверы, маршрутизаторы, порталы, базовое программное обеспечение, — так и нематериальные активы: уникальные разработки, модели монетизации, данные о поведении пользователей, аналитические возможности и организационную среду, побуждающую потребление цифровых товаров и услуг [6]. Для цифровых платформ это особенно важно, поскольку алгоритмы ИИ работают не сами по себе, а в сочетании с инфраструктурой хранения данных, качественными датасетами, устойчивыми бизнес-процессами и правомочным доступом к информации. Иначе говоря, экономическая отдача от ИИ возникает только при сочетании технологических, организационных и институциональных ресурсов.

Белорусская специфика состоит в том, что формирование электронной экономики происходит на фоне догоняющего развития. В статьях о макроэкономических условиях указывается, что Беларусь относится к странам с доходом выше среднего, однако отставание от экономик с высоким уровнем дохода по ВВП на душу населения и по ряду структурных параметров сохраняется, а качественный скачок требует опережающего развития [5]. Для темы ИИ в платформах это означает следующее: чистое копирование зарубежных моделей недостаточно. Экономическая политика должна быть нацелена не просто на цифровизацию отдельных процессов, а на формирование собственных условий роста — ИКТ-капитала, инфраструктуры доступа, исследовательской базы, платформенной предпринимательской активности и механизмов коммерциализации разработок.

Дополнительным экономическим ограничением выступает состояние образования и научно-исследовательской сферы. В статье об интеллектуальной составляющей экосистемы электронной экономики сделан вывод о резком сокращении государственных расходов на образование относительно общих расходов государства и о снижении численности исследователей технического профиля в Беларуси за 2010–2015 гг. Авторы научных работ предупреждают, что такой тренд в условиях растущей дигитализации может привести к негативным последствиям [7]. Для внедрения ИИ в платформы это означает дефицит кадрового и исследовательского обеспечения. Следовательно, экономическое регулирование должно включать не только поддержку стартапов и платформенных компаний, но и инвестиции в подготовку разработчиков, аналитиков данных, специалистов по безопасности и правовому сопровождению цифровых сервисов.

Правовое регулирование внедрения ИИ в платформы в Беларуси складывается поэтапно. На раннем этапе нормативный контур задавался общими актами о цифровой экономике. Государственная

программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы ставила целью совершенствование условий, способствующих трансформации сфер человеческой деятельности под воздействием ИКТ, формированию цифровой экономики и развитию электронного правительства. В исследованиях указано, что в основе формирования цифровой экономики страны должно лежать «надежное и безопасное взаимодействие» участников коммерческих транзакций [3]. Это важно для платформенного бизнеса: его правовая устойчивость строится на доверии к цифровой среде, а значит — на предсказуемости режимов идентификации, хранения данных, заключения сделок и реагирования на инциденты.

Системообразующим актом стал Декрет Президента Республики Беларусь № 8 от 21 декабря 2017 г. «О развитии цифровой экономики». Официальный портал Президента указывает, что данный документ создал условия для развития IT-отрасли и дал стране конкурентные преимущества в создании цифровой экономики XXI века. Для рассматриваемой темы значение Декрета состоит в том, что он расширил нормативное пространство для цифрового бизнеса, электронных сделок, развития ПВТ и апробации новых технологических моделей [8]. Хотя Декрет не является специальным законом об искусственном интеллекте, он сформировал базовую правовую среду, внутри которой платформенные решения на основе ИИ получили возможность институционального роста.

Следующий уровень регулирования связан с защитой данных и прав пользователей. Закон Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З «О защите персональных данных» направлен на защиту персональных данных, прав и свобод физических лиц при их обработке. Для цифровых платформ это имеет принципиальное значение, поскольку алгоритмы ИИ обычно используют большие массивы пользовательской информации: данные о транзакциях, предпочтениях, маршрутах, запросах, поведенческих паттернах [9]. Следовательно, экономическая выгода платформы от машинного обучения должна соотноситься с правовыми пределами сбора, хранения, анализа и передачи данных. В белорусских условиях это означает, что внедрение ИИ неизбежно входит в зону регулирования персональных данных, даже если сам ИИ как технология пока регулируется преимущественно косвенно.

С точки зрения актуального состояния правовой политики важен и более новый контекст. В 2025 г. на правовом портале Беларуси сообщалось о разработке законодательной основы и концепции правового регулирования искусственного интеллекта, а также о подготовке стандартов в этой области. Эти сообщения показывают, что в стране формируется отдельная нормативная повестка ИИ, выходящая за пределы прежнего общего регулирования цифровой экономики [4]. Следовательно, для цифровых платформ ближайшая перспектива связана не только с общими нормами о цифровизации, но и с возможным появлением более специализированных требований к прозрачности, безопасности, стандартам применения и терминологии систем искусственного интеллекта.

Переход к ИИ-управляемым платформам усиливает зависимость рынка от защищенности цифровой среды. Защита и конфиденциальность данных являются основой дальнейшего развития всех подсистем электронной экономики [3]. Это положение имеет прямое значение для платформ, поскольку нарушение безопасности здесь влечет не только технический ущерб, но и правовые, репутационные и экономические последствия: потерю доверия, снижение активности пользователей, рост транзакционных издержек, претензии субъектов данных и контрагентов.

Эмпирические результаты исследований специалистов показывают, что более половины респондентов считали свой уровень знаний и навыков в области информационной безопасности недостаточным, а минимальная доля правильных ответов пришлась на блок, связанный с безопасностью в сети Интернет [3]. Кроме того, более высокие результаты чаще демонстрировали молодые респонденты и респонденты с более высоким уровнем образования. Эти данные важны для платформ, внедряющих ИИ, поскольку слабая цифровая грамотность пользователей повышает вероятность фишинга, неправомерного раскрытия данных, нарушения правил идентификации и иных инцидентов, которые снижают экономическую эффективность цифровой среды и требуют ужесточения правовых механизмов защиты.

Отдельный аспект — страхование киберрисков. В исследованиях от 2018 г. количество выявленных в Беларуси преступлений против информационной безопасности выросло на 48 % по сравнению с 2017 г., а по несанкционированному доступу к компьютерной информации — на 97,4 %. Авторы отмечали, что в тот момент «в Республике Беларусь на данный момент времени не существует нормативно-правовой базы» в области страхования таких рисков [6]. Для платформенной экономики это наблюдение сохраняет методологическую ценность: по мере роста ИИ-платформ возникает потребность не только в технической защите, но и в правовых и финансовых механизмах распределения ущерба, включая страхование цифровых инцидентов, ответственность операторов платформ и стандарты реагирования на утечки данных.

Проведенный анализ позволяет утверждать, что регулирование ИИ в цифровых платформах в Беларуси должно строиться на междисциплинарной основе. Во-первых, экономическая политика должна поддерживать инфраструктурные условия развития: ИКТ-капитал, доступ к вычислительным ресурсам, качественные датасеты, интеграцию науки, образования и бизнеса. Во-вторых, необходима системная работа по сокращению цифрового разрыва. Если, как показывают исследования кафедры менеджмента БГУИР, наибольший межстрановой разрыв наблюдается именно по технологическим навыкам, то широкое

внедрение ИИ без параллельной образовательной политики будет усиливать структурное неравенство, а не снижать его. В-третьих, правовое регулирование должно обеспечивать баланс между стимулированием инноваций и защитой прав участников цифрового обмена.

С учетом белорусской правовой среды целесообразно выделить несколько опорных направлений. Первое — развитие норм, связанных с обработкой данных, платформенной ответственностью и прозрачностью алгоритмических решений. Второе — усиление регулирования информационной безопасности, включая стандарты защиты данных, внутренние политики платформ и механизмы аудита цифровых рисков. Третье — институционализация требований к ИИ, которая уже намечена в публичной правовой повестке 2025–2026 гг. Четвертое — развитие человеческого капитала, поскольку без подготовки пользователей и специалистов платформенная экономика не сможет устойчиво масштабировать ИИ-инструменты. Иначе говоря, экономическая результативность ИИ-платформ в Беларуси в значительной степени зависит от того, насколько последовательно будет выстроена связка «инфраструктура — компетенции — доверие — право».

Заключение. Искусственный интеллект в цифровых платформах следует рассматривать как частный, но стратегически значимый механизм развития электронной экономики. Публикации белорусских исследователей по данной тематике показывают, что электронная экономика представляет собой сложную техно-социальную систему, где экономические отношения, алгоритмы взаимодействия и правовые нормы образуют единое пространство. В такой системе ИИ повышает скорость и точность координации, но одновременно усиливает зависимость от качества данных, цифровой инфраструктуры, человеческого капитала и механизмов правовой защиты.

Для Республики Беларусь ключевой задачей является переход от общей цифровой политики к более зрелой модели регулирования ИИ-платформ. Базовые акты цифровой экономики уже сформированы; действует правовое регулирование персональных данных; в официальной правовой повестке появились сигналы о разработке специальных подходов к регулированию искусственного интеллекта. Однако сами исследования белорусских авторов убеждают, что этого недостаточно без системной работы по снижению цифрового разрыва, повышению информационной грамотности, развитию научно-исследовательской базы и укреплению безопасности цифровых транзакций. Поэтому экономическое и правовое регулирование внедрения ИИ в цифровые платформы должно пониматься как единая задача национального развития, а не как набор разрозненных технологических инициатив.

Список использованных источников:

1. *Беляцкая, Т.Н. Управление электронной экономикой // Наука и инновации. – 2018. – № 5. – С. 49–55.*
2. *Беляцкая, Т.Н., Князькова, В.С. Экосистема электронной экономики: цифровой разрыв и ИКТ-навыки // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2018. – Т. 8. – № 1. – С. 6–14.*
3. *Князькова, В.С. Оценка уровня знаний и навыков населения Республики Беларусь в сфере информационной безопасности в условиях перехода к электронной экономике // Цифровая трансформация. – 2018. – № 3(4). – С. 34–45.*
4. *Право.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblastiprava/2025/september/90188. – Дата доступа: 10.03.2026.*
5. *Беляцкая, Т.Н. Формирование электронной экономики Беларуси: макроэкономические условия // Наука и инновации. – 2018. – № 12. – С. 49–55.*
6. *Князькова, В.С. Методика исследования интеллектуальной составляющей электронной экономики // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2(3). – С. 19–28.*
7. *Беляцкая, Т.Н., Князькова, В.С. Экосистема электронной экономики: интеллектуальная составляющая // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 2. Гісторыя. Эканоміка. Права. – 2018. – № 1. – С. 76–84.*
8. *Декрет Президента Республики Беларусь № 8 от 21 декабря 2017 г. «О развитии цифровой экономики» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://president.gov.by/ru/documents/dekret-8-ot-21-dekabrja-2017-g-17716. – Дата доступа: 10.03.2026.*
9. *Закон Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З «О защите персональных данных» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12100099. – Дата доступа: 10.03.2026.*

UDC 004.8:34(476)

ECONOMIC AND LEGAL REGULATION OF THE IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIGITAL PLATFORMS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Timofeuk V.K., Dolgaya A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ermakova E.V. – PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management

Annotation. The article examines the economic and legal aspects of introducing artificial intelligence into digital platforms in the Republic of Belarus. It shows and substantiates that artificial intelligence should not be considered in isolation, but as one of the tools for developing the digital economy and platform business models. At the same time, it is established that institutional conditions are of key importance for Belarus: the development of ICT infrastructure, human capital, data protection mechanisms, regulatory regulation of digital transactions, and information security.

Keywords. Artificial intelligence, digital platforms, digital economy, legal regulation, Republic of Belarus, information security, digital divide, ICT.

УДК 347.78:004.8

27. ПРАВОВОЙ СТАТУС ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕСА

Белан Е.В. студент группы 334701
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

Аннотация. В статье исследуются вопросы правового статуса и охраноспособности результатов интеллектуальной деятельности, созданных с использованием технологий искусственного интеллекта. Обосновывается актуальность проблемы в условиях цифровизации экономики Республики Беларусь и глобального распространения генеративных моделей. Проанализированы критерии признания произведений объектами авторского права с учетом степени человеческого участия в процессе создания результата. Рассмотрены подходы национального законодательства и зарубежной практики к определению субъекта авторства и распределению прав. Выявлены особенности применения институтов авторского и патентного права к результатам, сформированным при участии ИИ. Сформулированы выводы о необходимости фиксации творческого вклада человека и использования договорных механизмов для минимизации правовых рисков.

Ключевые слова. искусственный интеллект, интеллектуальная собственность, авторское право, охраноспособность, правовой статус, генеративные модели, цифровая экономика, результаты интеллектуальной деятельности.

Стремительное развитие цифровых технологий и внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в предпринимательскую деятельность, включая автоматизацию бизнес-процессов, маркетинг, анализ данных и клиентский сервис [5], а также цифровые платформы и онлайн-услуги [6], актуализировало вопрос о правовом статусе индивидуального предпринимателя в условиях цифровизации бизнеса. Для Республики Беларусь данная проблематика имеет прикладное значение ввиду значительной роли малого бизнеса в экономике, а также активного развития IT-сектора и цифровых сервисов. В глобальном контексте расширение применения ИИ в коммерческой деятельности усиливает вопросы распределения ответственности, соблюдения правовых норм и адаптации законодательства к новым формам ведения бизнеса.

Цель исследования состоит в анализе правового статуса индивидуального предпринимателя в Республике Беларусь в условиях цифровой экономики, а также в выявлении роли искусственного интеллекта в трансформации предпринимательской деятельности. В качестве методов исследования применяются сравнительно-правовой анализ (сопоставление национального регулирования с зарубежной практикой цифрового бизнеса), формально-юридический метод (интерпретация норм гражданского и предпринимательского права), а также анализ практико-ориентированных кейсов использования ИИ в деятельности индивидуальных предпринимателей.

Ключевая проблема заключается в том, что правовой статус индивидуального предпринимателя исторически сформирован в рамках традиционной экономики и не в полной мере учитывает цифровую трансформацию бизнеса. В белорусском праве индивидуальный предприниматель рассматривается как физическое лицо, осуществляющее хозяйственную деятельность без образования юридического лица и несущее ответственность по своим обязательствам всем принадлежащим ему имуществом. При этом действующее законодательство закрепляет общие принципы ведения предпринимательской деятельности, но не содержит специальных норм, регулирующих использование технологий искусственного интеллекта. В то же время применение цифровых инструментов не освобождает предпринимателя от ответственности, что соответствует подходу национального законодательства, согласно которому субъектом прав и обязанностей остаётся человек [1], [2].

Для анализа влияния ИИ на предпринимательскую деятельность представляется целесообразным выделить три модели его использования: ИИ как инструмент, ИИ как средство поддержки принятия решений и ИИ как элемент частичной автоматизации бизнеса. В первой модели индивидуальный предприниматель использует ИИ для выполнения вспомогательных функций (ведение бухгалтерии, генерация рекламного контента, обработка заказов), при этом сохраняется полный контроль со стороны человека. В данном случае ИИ выступает аналогом программного обеспечения, а правовой статус ИП не изменяется. Во второй модели ИИ применяется для анализа данных, прогнозирования спроса и оптимизации процессов, что повышает эффективность бизнеса, однако требует оценки достоверности результатов и их правовых последствий. В третьей модели отдельные функции бизнеса (например, взаимодействие с клиентами через чат-боты или автоматические системы продаж) выполняются с минимальным участием человека, что вызывает вопросы распределения ответственности за действия таких систем [2], [4].

Отдельного рассмотрения требует вопрос ответственности индивидуального предпринимателя при использовании ИИ. Поскольку ИП действует от собственного имени, именно он несёт юридическую

ответственность за результаты своей деятельности, включая последствия использования цифровых технологий. Это означает, что ошибки алгоритмов, некорректная обработка данных или нарушение прав потребителей не освобождают предпринимателя от ответственности. Практический вывод для субъектов хозяйствования заключается в необходимости контроля за использованием ИИ, а также документирования процессов принятия решений и выбора используемых технологий.

Существенный пласт рисков связан с обработкой персональных данных и информационной безопасностью. Использование ИИ в бизнесе предполагает работу с большими объёмами данных, включая информацию о клиентах, что требует соблюдения законодательства о защите персональных данных. Для Республики Беларусь характерно развитие нормативной базы в данной сфере, однако предпринимателям необходимо самостоятельно обеспечивать соответствие своей деятельности установленным требованиям и внедрять меры по защите информации.

Важным направлением правового регулирования становится также вопрос использования цифровых платформ и онлайн-сервисов в деятельности индивидуальных предпринимателей. Современный бизнес всё чаще осуществляется через маркетплейсы, социальные сети и специализированные цифровые экосистемы, что расширяет возможности предпринимателей, но одновременно накладывает дополнительные юридические обязательства. Индивидуальные предприниматели должны учитывать условия пользовательских соглашений платформ, правила обработки данных и особенности налогообложения электронной коммерции. В этой связи возникает необходимость более чёткого регулирования цифровых форм взаимодействия между предпринимателями, платформами и потребителями.

Дополнительного внимания требует проблема юридической квалификации результатов деятельности, полученных с использованием искусственного интеллекта в предпринимательской практике. Речь идёт о создании маркетинговых материалов, текстов, визуального контента и других цифровых продуктов, которые используются в коммерческой деятельности. В таких случаях возникает вопрос принадлежности прав на результаты, а также допустимости использования сгенерированного контента. В условиях отсутствия специального регулирования предприниматели должны самостоятельно определять правовой режим таких результатов, в том числе через договорные механизмы и внутренние политики использования ИИ, что повышает значимость правовой грамотности субъектов малого бизнеса.

Важным аспектом является также проблема использования внешних ИИ-сервисов и платформ, предоставляющих доступ к генеративным моделям. Индивидуальные предприниматели зачастую используют сторонние решения, не всегда полностью понимая условия их лицензирования и ограничения. Это может привести к ситуациям, когда результаты деятельности оказываются обременены правами третьих лиц или имеют ограничения на коммерческое использование. В этой связи особое значение приобретает анализ пользовательских соглашений и условий предоставления сервисов ИИ перед их внедрением в бизнес-процессы.

Кроме того, следует учитывать трансграничный характер цифровой предпринимательской деятельности. Использование ИИ часто связано с обработкой данных и взаимодействием с сервисами, расположенными за пределами Республики Беларусь. Это создаёт дополнительные юридические сложности, включая вопросы применимого права, юрисдикции и соблюдения международных стандартов защиты данных. Для индивидуальных предпринимателей это означает необходимость учитывать не только национальное, но и международное правовое регулирование.

Отдельного внимания заслуживает влияние искусственного интеллекта на конкурентную среду. Предприниматели, активно внедряющие ИИ, получают значительные преимущества за счёт автоматизации, скорости обработки информации и точности аналитики. В то же время это может привести к неравномерности условий ведения бизнеса, особенно для субъектов, не имеющих доступа к современным технологиям. В этой связи возникает вопрос обеспечения справедливой конкуренции и недопущения злоупотреблений при использовании цифровых инструментов.

Не менее важной является проблема этических аспектов применения искусственного интеллекта в предпринимательской деятельности. Использование алгоритмов может затрагивать вопросы недискриминации, прозрачности принятия решений и добросовестности взаимодействия с клиентами. Индивидуальные предприниматели должны учитывать не только юридические, но и этические требования, поскольку нарушение данных принципов может негативно сказаться на репутации бизнеса и доверии со стороны потребителей.

Также следует отметить необходимость повышения уровня цифровой и правовой грамотности индивидуальных предпринимателей. Эффективное использование ИИ требует понимания как технических возможностей, так и правовых последствий его применения. В условиях быстрого развития технологий предприниматели должны адаптироваться к новым инструментам, осваивать их функционал и учитывать связанные с ними риски. Это становится важным фактором успешной предпринимательской деятельности в цифровой экономике.

Дополнительно актуальной является проблема стандартизации и регулирования использования искусственного интеллекта на государственном уровне. Разработка единых подходов к применению ИИ в бизнесе, а также создание рекомендаций и методических материалов для предпринимателей может способствовать снижению правовой неопределённости. В перспективе это позволит обеспечить более

предсказуемое и безопасное использование технологий, а также стимулировать развитие инновационной предпринимательской деятельности.

Важным направлением развития предпринимательской деятельности является интеграция искусственного интеллекта в процессы управления бизнесом. Современные системы позволяют автоматизировать планирование, финансовый учёт и анализ эффективности деятельности, что значительно повышает управляемость бизнеса. Для индивидуальных предпринимателей это особенно актуально, поскольку позволяет компенсировать ограниченность ресурсов и повышать эффективность без привлечения дополнительного персонала.

Кроме того, внедрение искусственного интеллекта способствует развитию новых бизнес-моделей, основанных на цифровых технологиях. Индивидуальные предприниматели получают возможность создавать онлайн-сервисы, платформенные решения и автоматизированные продукты, которые ранее требовали значительных ресурсов. Это расширяет спектр предпринимательской деятельности и открывает новые ниши на рынке, включая цифровые услуги и электронную коммерцию.

Следует также учитывать влияние искусственного интеллекта на структуру занятости и организацию труда в малом бизнесе. Автоматизация отдельных процессов может приводить к снижению потребности в ручном труде, одновременно повышая требования к квалификации предпринимателя и его навыкам работы с цифровыми технологиями. В этих условиях возрастает значение непрерывного обучения и адаптации к изменениям, происходящим в экономике.

В перспективе дальнейшее развитие искусственного интеллекта будет способствовать углублению цифровизации предпринимательской деятельности и формированию новых стандартов ведения бизнеса. Это требует не только совершенствования правового регулирования, но и формирования устойчивой инфраструктуры поддержки предпринимателей, включая образовательные программы, консультационные сервисы и цифровые инструменты. Такой подход позволит обеспечить эффективное внедрение инноваций и устойчивое развитие предпринимательства в современных условиях.

Кроме того, использование искусственного интеллекта в предпринимательской деятельности связано с необходимостью обеспечения прозрачности и объяснимости принимаемых решений. Алгоритмы, используемые для анализа данных и взаимодействия с клиентами, могут оказывать значительное влияние на коммерческие результаты и репутацию бизнеса. В связи с этим предпринимателям важно не только использовать эффективные цифровые инструменты, но и понимать принципы их работы, а также учитывать возможные риски, связанные с ошибками алгоритмов или некорректной интерпретацией данных. Это особенно актуально в условиях роста требований к добросовестности бизнеса и защиты прав потребителей.

С точки зрения развития цифровой экономики применение искусственного интеллекта способствует повышению конкурентоспособности индивидуальных предпринимателей. ИИ позволяет снижать издержки, автоматизировать процессы, улучшать качество обслуживания и быстрее адаптироваться к изменениям рынка. Однако отсутствие детализированного правового регулирования в сфере использования ИИ создаёт определённую правовую неопределённость, что требует дальнейшего совершенствования законодательства и разработки рекомендаций для бизнеса [3].

С точки зрения распределения прав и обязанностей целесообразно использовать комплексный подход, включающий нормы предпринимательского права и договорное регулирование. Индивидуальные предприниматели, использующие ИИ в своей деятельности, должны заранее определять условия использования цифровых инструментов, распределение ответственности, а также учитывать возможные риски нарушения прав третьих лиц. Особенно это актуально для онлайн-бизнеса, маркетинга и работы с цифровым контентом.

Таким образом, правовой статус индивидуального предпринимателя в Республике Беларусь сохраняет свои базовые характеристики, однако в условиях цифровизации бизнеса и внедрения технологий искусственного интеллекта требует адаптации к новым современным экономическим реалиям и условиям функционирования рынка. Использование ИИ в предпринимательской деятельности приводит к усложнению правовых отношений, включая вопросы ответственности, обработки данных и взаимодействия с цифровыми сервисами. Наиболее устойчивой представляется модель использования ИИ как инструмента, при которой сохраняется ключевая роль предпринимателя в принятии решений и его полная юридическая ответственность за результаты деятельности. В условиях развития современной цифровой экономики важным становится формирование эффективной правовой среды, обеспечивающей баланс между инновациями и защитой прав участников экономических отношений. Это способствует устойчивому развитию бизнеса и повышению его конкурентоспособности как в Республике Беларусь, так и на международном уровне [4], а также стимулирует дальнейшее развитие цифровых технологий.

Список использованных источников:

1..Закон Республики Беларусь от 17 мая 2011 г. № 262-З «Об авторском праве и смежных правах» (в ред. Закона Республики Беларусь от 9 января 2023 г. № 243-З).

2..Национальный центр интеллектуальной собственности (Республика Беларусь). «Как распределяются права при создании произведений с использованием искусственного интеллекта?» 02.05.2025.

3..European Commission. AI Act (Regulation (EU) 2024/1689) — Shaping Europe's digital future.

4..Крамзюк, Д.В. Стратегический менеджмент в E-COMMERCE / Д.В. Крамзюк // Актуальные вопросы экономики и информационных технологий : материалы 61-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2025 апреля 2025 г., Минск, Беларусь. – Минск : БГУИР, 2025. – С. 568–570.

5. Беляцкая, Т. Н. Креативные технологии бизнеса : учеб.-метод. пособие / Т. Н. Беляцкая, В. С. Князькова, С. Л. Фещенко. – Минск : БГУИР, 2018. – 116 с.

6. Ермакова, Е. В. Экономическое образование в системе подготовки специалистов технических специальностей / Е. В. Ермакова // Высшее техническое образование : проблемы и пути развития = Engineering education: challendes and developments : материалы X Международной научно-методической конференции, Минск, 26 ноября 2020 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2020. – С. 59–62.

UDC 347.78:004.8

LEGAL STATUS OF AN INDIVIDUAL ENTREPRENEUR IN THE REPUBLIC OF BELARUS: THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BUSINESS DIGITALIZATION

Belan Y.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ermakova E.V. – Candidate of Economic Sciences

Annotation. The article examines the legal status and protectability of intellectual results created using artificial intelligence technologies. The relevance of the problem is determined by the rapid development of generative AI systems and the digitalization of the economy. The paper analyzes the criteria for recognizing such results as objects of copyright depending on the degree of human participation in the creation process. Approaches of national legislation and foreign practice to determining authorship and distribution of rights are considered. The necessity of documenting the human creative contribution and using contractual mechanisms to reduce legal risks is substantiated.

Keywords. artificial intelligence, intellectual property, copyright, legal status, protectability, generative models, digital economy, intellectual results.

28. НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ «СЕРЫХ» ТОКЕНОВ В БЕЛАРУСИ: АНАЛИЗ УКАЗА № 166 И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДОХОДНОСТИ

Улицкая Н.С., Дмитриева К.В., студенты гр.350502

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. эконом. наук, доцент

Рассмотрены правовые основы регулирования операций физических лиц с цифровыми знаками (токенами) в Республике Беларусь. Описаны разрешенные виды деятельности, условия осуществления операций через резидентов Парка высоких технологий, а также признаки деятельности, признаваемой незаконной. Проанализирован порядок налогообложения доходов, полученных от операций с токенами, включая дифференциацию налоговых ставок в зависимости от правомерности осуществляемой деятельности и особенности исчисления налоговой базы.

Деятельность физических лиц по осуществлению операций с цифровыми знаками (токенами) регулируется нормами Декрета Президента Республики Беларусь от 21.12.2017 № 8 «О развитии цифровой экономики» [1] и Указа Президента Республики Беларусь от 17.09.2024 № 367 «Об обращении цифровых знаков (токенов) [2]». Указанными законодательными актами определено понятие «токен» и установлены разрешенные для осуществления операции, а также определены признаки деятельности с токенами, которая является незаконной и (или) запрещается.

Цифровой знак (токен) – запись в реестре блоков транзакций (блокчейне), иной распределенной информационной системе, которая удостоверяет наличие у владельца цифрового знака (токена) прав на объекты гражданских прав и (или) является криптовалютой (п. 12 приложения 1 к Декрету № 8).

В настоящее время физические лица вправе владеть токенами, совершать их майнинг, хранить в виртуальных кошельках, обменивать на иные токены, приобретать, отчуждать за белорусские рубли, иностранную валюту, электронные деньги, а также дарить и завещать без привлечения иных физлиц. Операции по приобретению, отчуждению токенов за деньги (в том числе электронные) разрешено совершать только через резидентов Парка высоких технологий.

С 01.01.2025 исчисление и уплата подоходного налога в отношении доходов от совершения операций с токенами регламентируются ст. 202-1 Налогового кодекса Республики Беларусь (далее – НК) [3]. Не подлежат налогообложению доходы, полученные: по операциям с токенами, совершенным через резидентов ПВТ; по операциям с токенами, созданными резидентами и (или) через резидентов ПВТ; от деятельности по майнингу; от обмена токенов на иные токены, за исключением доходов, полученных в рамках незаконной и (или) запрещенной деятельности; в виде наследства токенов; в результате дарения токенов от лиц, состоящих в отношениях близкого родства или свойства; в результате дарения токенов от иных физических лиц (не являющихся близкими родственниками или лицами, состоящими в отношениях свойства) в размере в совокупности с иными полученными в дар в течение календарного года доходами, не превышающем предел, установленный п. 22 ст. 208 НК (в 2025 году такой предел составляет 11 516 руб.).

С 01.01.2026 освобождаются от обложения подоходным налогом проценты и (или) иные доходы, предусмотренные документами о создании и размещении токенов организаторами ICO: если в соответствии с условиями создания и размещения токенов срок их обращения (размещения) составляет более одного года и в течение одного года с даты начала их размещения организатором ICO не могут осуществляться их досрочное погашение и выкуп (ч. 2 подп. 2.1 ст. 202-1 НК); в пределах суммы дохода, не превышающего доход, определенный на уровне ставки рефинансирования Нацбанка, действующей на дату начала размещения токенов, увеличенной на 5 процентных пунктов, по токенам, размещаемым в белорусских рублях, и 12% годовых по токенам, размещаемым в иностранной валюте (ч. 3 подп. 2.1 ст. 202-1 НК). Такой порядок налогообложения применяется в отношении токенов, созданных с 01.01.2026 (ч. 4 подп. 2.1 ст. 202-1 НК).

Доходы в результате разрешенных операций с токенами, полученные от зарубежных торговых площадок, иностранных организаций, иностранных индивидуальных предпринимателей, иных физических лиц, подлежат налогообложению по ставке в размере 13% на основании налоговой декларации, представляемой в налоговый орган.

Незаконны и запрещены: деятельность, основанная на оказании иным лицам содействия в совершении операций с токенами; операции с токенами на зарубежных площадках, в иных сервисах, расчеты в которых осуществляются путем перечисления денег организациям или лицам, не являющимся резидентами ПВТ, получения денег от них, а также напрямую между физлицами. Законодательством установлена ответственность физических лиц за осуществление незаконной предпринимательской деятельности, включая незаконную деятельность с токенами, в виде штрафа с конфискацией до 100% дохода, полученного в результате такой деятельности, либо без конфискации.

Вместе с тем доходы от данной деятельности, в отношении которых не применена конфискация, не освобождаются от налогообложения. Доходы от незаконных и запрещенных операций с токенами (например, от продажи токенов за денежные средства на иностранных криптоплатформах физическим лицом, находящимся в момент продажи на территории Республики Беларусь, либо с использованием счетов в белорусском банке) подлежат налогообложению по ставке в размере 26% (подп. 7.4, 7.5 п. 7 ст. 214 НК).

В целях обеспечения системного регулирования вопроса налогообложения доходов по операциям с токенами при осуществлении деятельности, которая в соответствии с законодательными актами является незаконной и (или) запрещается, принят Указ Президента Республики Беларусь от 23.04.2025 № 166 «О налогообложении доходов, полученных от осуществления операций с цифровыми знаками (токенами)» [4], согласно которому определение подлежащего налогообложению дохода от незаконных операций с токенами производится с учетом коэффициента доходности от операций с токенами, ежегодно определяемого Министерством по налогам и сборам.

Рассчитывать коэффициент должен Секретариат ПВТ на основании сведений о курсах покупки и продажи операторами криптоплатформ и (или) операторами обмена криптовалют, являющимися резидентами ПВТ, трех видов токенов, в отношении которых за истекший календарный год ими совершено наибольшее количество сделок купли-продажи. Под сделками купли-продажи понимаются сделки по покупке и продаже токенов за белорусские рубли, иностранную валюту, электронные деньги, совершаемые операторами от своего имени и за свой счет.

Согласно постановлению Министерства по налогам и сборам Республики Беларусь от 17.06.2025 № 32 [5], вступившему в силу с 27.06.2025, коэффициент доходности от операций с цифровыми токенами на 2025 год установлен в размере 0,0570. Аналогичным постановлением от 18.02.2026 № 8 [6] установлен коэффициент доходности от операций с цифровыми знаками (токенами) на 1 января 2026 г. в размере 0,0367.

Налоговая база подоходного налога с физических лиц по доходам, полученным по операциям с токенами при осуществлении деятельности, которая в соответствии с законодательными актами является незаконной и (или) запрещается, определяется как произведение установленного в рамках ведения административного процесса и отраженного в постановлении о привлечении к административной ответственности дохода и установленного коэффициента доходности.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21.05.2025 № 280 «Об определении курсов цифровых знаков (токенов)» [7] установлен порядок определения среднего курса цифровых знаков (токенов) для исчисления подоходного налога с физических лиц по доходам, полученным в натуральной форме в виде токенов.

Курс токенов определяется на каждый календарный день налогового периода (года) на основании сведений, предоставляемых резидентами ПВТ в государственное учреждение Секретариат Наблюдательного совета ПВТ.

В отношении токена, курс которого не определен секретариатом Наблюдательного совета ПВТ на дату получения дохода ввиду отсутствия оборота этого токена на указанную дату у операторов, применяется минимальный курс такого токена, установленный в налоговом периоде.

В отношении токена, курс которого не определен секретариатом Наблюдательного совета ПВТ на протяжении всего налогового периода ввиду отсутствия оборота такого токена у операторов, курс определяется на дату получения дохода на основании сведений о курсах соответствующих токенов, размещенных на платформах «КоинМаркетКап» [8] и «КоинГеко» [9] (наименьший из них).

Стоимость токенов, созданных через организаторов ICO, определяется на основании документов об их создании и размещении.

Список использованных источников:

1. О развитии цифровой экономики: Декрет Президента Респ. Беларусь от 21 дек. 2017 г. № 8 : в ред. от 17 сент. 2024 г. // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 20.03.2026).

2. Об обращении цифровых знаков (токенов) : Указ Президента Респ. Беларусь от 17 сент. 2024 г. № 367 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 20.03.2026).

3. Налоговый кодекс Республики Беларусь (Особенная часть) : 29 дек. 2009 г. № 71-З : принят Палатой представителей 11 дек. 2009 г.: одобр. Советом Респ. 18 дек. 2009 г. // ЭТАЛОН : информ.-правовая система (дата обращения: 20.03.2026).

4. О налогообложении доходов, полученных от осуществления операций с цифровыми знаками (токенами): Указ Президента Респ. Беларусь от 23 апр. 2025 г. № 166 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2003. – № 4. – 2/920.

5. Об установлении коэффициента доходности от операций с цифровыми токенами на 2025 год: постановление М-ва по налогам и сборам Респ. Беларусь от 17 июня 2025 г. № 32 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 20.03.2026).

6. Об установлении коэффициента доходности от операций с цифровыми знаками (токенами) на 1 января 2026 г.: постановление М-ва по налогам и сборам Респ. Беларусь от 18 февр. 2026 г. № 8 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 20.03.2026).

7. Об определении курсов цифровых знаков (токенов): постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 21 мая 2025 г. № 280 // ЭТАЛОН : информ.-правовая система (дата обращения: 20.03.2026).

8. CoinMarketCap : [сайт]. – URL: https://coinmarketcap.com (дата обращения: 20.03.2026).

9. CoinGecko : [сайт]. – URL: https://www.coingecko.com (дата обращения: 20.03.2026).

29. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДХОДОВ К НАЛОГООБЛОЖЕНИЮ ЭКСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Ковшук Кирилл Игоревич
Минский государственный финансово-экономический колледж
г. Минск, Республика Беларусь

Тюхай Юлия Федоровна

Работа посвящена теме необходимости существования нулевой ставки НДС и вопросам эффективного применения данной ставки НДС. В работе рассмотрена история становления существующих в мире и в Республике Беларусь современных налогов с продаж. Уделено внимание обоснованности нулевой ставки НДС. Также раскрываются подходы, как не потерять право на неё применение при нынешних санкционных ограничениях и каким образом организовать её учёт.

В начале XX века во многих странах основным косвенным налогом был налог с оборота. Он взымался с полной стоимости товара или услуги при каждом цикле продажи, что создавало "каскадный эффект". Это вело к увеличению фискальной нагрузки. Рассмотрим пример: производство деревянной мебели и налог с оборота, установленный в размере 10%. Два варианта: семейная мастерская по производству деревянной мебели с цепочкой производства: лесопилка → пилорама → мастерская — три звена и фабричное производство, где появляются оптовые и розничные продавцы — пять звеньев. Посчитаем фискальную нагрузку по отношению к добавленной стоимости каждого звена. Для этого воспользуемся следующей формулой по нахождению кумулятивного эффекта:

$$T_i = (1 + r)^{n-i+1} - 1, \quad (1)$$

где T_i – фискальная нагрузка на сгенерированную i-ым звеном производственной цепочки добавленную стоимость;

r – ставка налога с оборота;

n – количество звеньев в производственной цепочке;

i – номер звена в производственной цепочке.

Подставив необходимые значения, мы сможем определить, в каком объеме мы обложили добавленные стоимости на разных звеньях (таблица 1).

Таблица 1 – Наглядная демонстрация каскадного эффекта на двух приведенных примерах.

№ звена производственной цепочки (i)	Семейная мастерская, % (n=3)	Фабричное производство, % (n=5)
1	33,1	61,1
2	21,0	46,4
3	10,0	33,1
4	-	21,0
5	-	10,0

Мы видим, что при увеличении числа звеньев, добавленные стоимости облагаются большее число раз, и соответственно растет фискальная нагрузка.

Поэтому начали выдвигаться различные идеи по его замене. Так в США в 1921 годы появился первый налог с продаж в штате Западная Вирджиния. Он имел ограниченный характер охватывая лишь некоторые виды товаров. Позже появился общий налог с продаж, он был введен в американском штате Миссисипи и распространился на другие штаты. Этот налог решал проблему "каскадного эффекта", т.к. обязанность уплаты возникает лишь в момент продажи конечному потребителю. Товары в США стоили дешевле, чем в Европе, и американским компаниям было легче конкурировать между собой. В Европе в свою очередь налог с оборота способствовал к вертикальной интеграции компаний, чтобы уместить весь производственный цикл в одной компании и минимизировать налоги.

В Европе родился другой более распространенные на сегодняшний день налог - налог на добавленную стоимость (НДС). НДС был впервые предложен немецким промышленником Георгом Вильгельмом фон Сименсом в 1918 году. Однако родоначальником применения НДС стал французский финансист и бюрократ Морис Лоре. Работая в налоговой администрации, Морис Лоре детально разработал и внедрил НДС. Закон об НДС был принят во Франции 10 апреля 1954 года. С 1958 года расширен на крупные предприятия, а в последующем был введен повсеместно. Суть налога заключалась в следующем: налог уплачивался лишь с добавленной стоимости, сгенерированной предприятием на каждом звене цепочки или, иначе говоря, разницы между ценой приобретения материалов, работ услуг и ценой реализации произведенных товаров, работ, услуг.

Существует одна особенность при применении НДС. Она возникает при экспорте в другую страну. Так при экспорте у принимающей стороны не появляется налоговый вычет и соответственно, она будет вынуждена оплатить НДС со всей стоимости товара, с которого исчислен НДС в стране экспортере. Для решения данной проблемы используется принцип страны назначения. Он подразумевает, что НДС должен взиматься, только в той стране, где завершается производственная цепочка. Поэтому возникает необходимость возврата НДС в стране экспортере. Для это применяется ставка НДС 0%. Возьмем за пример товар с ценой без НДС 200 рублей (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение ставок 0 и 20 процентов.

Показатель	С применением ставки 0 %	С применением ставки 20 %
Цена реализации без НДС, р.	200	200
НДС исчисленный в РБ, р.	0	40
Цена реализации с НДС, р.	200	240
НДС на ввоз в иной стране по ставке 20%, р.	40	48
Итоговая цена покупателю, р.	240	288

Как мы видим, нам удалось избежать двойного налогообложения и уменьшить итоговую цену на товар на 48 рублей. Этот пример наглядно иллюстрирует необходимость нулевой ставки.

В Республике Беларусь НДС берет свое начало в 1991 году. На ранних стадиях ставка 0% не была явно выделена, но существовали льготы при экспорте и социально значимых операциях. Основная ставка со временем стабилизировалась на уровне 20%. Появилась ставка 10% для социально значимых товаров. Со временем подписаны межправительственные соглашения для избежания двойного налогообложения, что заложило основу для нулевой ставки при вывозе за пределы Беларуси. Это стимулировало экспорт в условиях экономической интеграции. С принятием Налогового кодекса РБ (Особенная часть) был систематизирован НДС. Ставка 0 % стала ключевой для экспорта [1].

В Республике Беларусь по состоянию на 2026 год облагаются по ставке 0% реализация товаров, размещенных под таможенной процедурой экспорта или вывезенных в государства члены ЕАЭС без таможенного оформлении, работы/услуги, выполняемые для иностранных заказчиков или связанным с экспортом, а также международные пассажирские и грузовые перевозки и транспортно-экспедиционные услуги связанные с ними. Требуется документальное подтверждение вывоза в течение 180 дней с даты отгрузки. В зависимости от объекта налогообложения это: копия контракта, таможенная декларация (или ее реестр), транспортные/товаросопроводительные документы (CMR-накладная с отметкой в графе 24 о получении груза, коносамент и т.д.), заявление о ввозе товаров и уплате косвенных налогов (с отметкой налогового органа страны-получателя), акт выполненных работ/услуг, документы об оплате.

С применением ставки 0% процентов при международных перевозках может возникнуть препятствие, связанное с документальным оформлением перевозки в страны ЕС, когда происходит перецепка или перегрузка, а именно в CMR. Необходимо, чтобы была оформлена единая CMR с указанием конечного пункта назначения груза. Случаи, если сформировано нескольких CMR - одной до границы (перецепки/перегрузки), а другой после, перевозка не будет считаться международной и будет рассматриваться как самостоятельные перевозки внутри страны и не подпадать под ставку 0%.

С применением нулевой ставки возникает необходимость разделения входящего НДС на обороты по ставке 0% и на обороты по ставке 20% в общем случае. Законодательством Республики Беларусь предусмотрено 2 метода распределения налоговых вычетов: метод удельного веса и метод раздельного учета. Выбор метода важен т.к. предприятием в случае со ставкой 20% возможно применения вычета только в пределах исчисленного НДС. В тоже время для ставки 0% данное ограничение не действует и предприятие может вычесть его в полном объёме.

Определить, какой из методов распределения НДС использовать, можно исходя из параметров: доля расходов с входящим НДС на товар по ставке НДС 0% и доля оборотов по соответствующей ставке. Для определения метода распределения нужно сравнить эти доли. Если доля расходов превышает долю оборотов, то выгоден раздельный метод для денежного потока, в противном случае удельный метод окажется эффективнее. Важно понимать, что выбор метода не влияет на прибыль организации, т.к. лишь позволяет быстрее применить налоговый вычет и как следствие положительно сказывается на денежном потоке организации.

Список использованных источников:

1. Налоговый кодекс Республики Беларусь (Особенная часть) [Электронный ресурс]: 29 декабря 2009 г. № 71-З., принят Палатой Представителей 11 декабря 2009 года: одобрен Советом Республики 18 декабря 2009 года: с изменениями и дополнениями: в редакции 01.01.2026 года // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk0900071. – Дата доступа: 24.02.26.

30. ПРИМЕНЕНИЕ AGILE И DEVOPS МЕТОДОЛОГИЙ В ЦИФРОВОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ

Бондарь Д.А., Гайкович А.И., студенты гр. 374003

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Горностай Л.Ч. – ст. преподаватель каф. менеджмента

В условиях цифровой трансформации бизнеса классические модели управления уступают место гибким методологиям, способным обеспечить высокую скорость адаптации к изменениям. Ключевое место имеют принципы применения Agile и DevOps в системе цифрового менеджмента. Особое внимание уделяется синергии данных подходов, их влиянию на организационную культуру и операционную эффективность. Анализируются проблемы внедрения, роль человеческого фактора, а также перспективы развития в направлении DevSecOps.

Ключевые слова: Agile, DevOps, цифровой менеджмент, гибкие методологии, DevSecOps, непрерывная интеграция (CI/CD), управление проектами, цифровая трансформация.

Современный цифровой менеджмент требует от организаций не просто внедрения технологий, но и коренной перестройки бизнес-процессов. В условиях неопределенности и высокой скорости изменений классические модели управления уступают место гибким методологиям. Agile и DevOps становятся фундаментом для создания адаптивных систем управления, способных оперативно реагировать на вызовы рынка. Интеграция этих подходов позволяет синхронизировать стратегические цели бизнеса с процессами разработки и эксплуатации цифровых продуктов, что критически важно для сохранения конкурентоспособности [1].

Agile-методология смещает фокус с жесткого следования плану на удовлетворение потребностей заказчика через итеративную поставку продукта. В цифровом менеджменте это выражается в способности быстро проверять гипотезы и минимизировать риски: команды работают короткими спринтами, что позволяет получать обратную связь от пользователей на ранних этапах. Такой подход снижает издержки от разработки невостребованного функционала и повышает ценность конечного продукта для потребителя [2].

Если Agile определяет «что» создавать, то DevOps отвечает за «как» доставлять это в эксплуатацию. Внедрение DevOps-практик (непрерывная интеграция, поставка и автоматизация развертывания) устраняет разрыв между разработчиками и IT-инфраструктурой. Для цифрового менеджмента это означает повышение стабильности систем, сокращение времени простоев и возможность выпускать обновления с высокой частотой без потери качества. Автоматизация рутинных операций позволяет командам сосредоточиться на улучшении продукта, а не на решении технических проблем [3].

Понимание этих различий особенно важно, так как путаница в ролях и зонах ответственности часто приводит к внутренним конфликтам и снижению эффективности. Чтобы систематизировать эти знания, обратимся к сравнительной таблице (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение методологий Agile и DevOps

Аспект	Agile	DevOps
Область фокуса	Процесс разработки программного обеспечения и управление проектами.	Интеграция разработки и эксплуатации для улучшения жизненного цикла ПО.
Структура команды	Кросс-функциональные команды с такими ролями, как Scrum-мастер, Владелец продукта и участники команды.	Кросс-функциональные команды с такими ролями, как DevOps-инженер, инженер по надежности сайта (SRE) и системные администраторы.
Ключевые принципы	Итеративная разработка, инкрементальная поставка, гибкость, сотрудничество с заказчиком, реакция на изменения.	Непрерывная интеграция, непрерывная доставка, автоматизированное тестирование, инфраструктура как код, мониторинг.
Методологии	Scrum, Kanban, Экстремальное программирование (XP), Lean и др.	Непрерывная интеграция/Непрерывное развертывание (CI/CD), Инфраструктура как код (IaC), Мониторинг и логирование.
Цикл итерации	Короткие циклы разработки (спринты) с регулярной обратной связью.	Непрерывное и частое развертывание с автоматизированным тестированием и мониторингом.
Вовлеченность заказчика	Регулярное взаимодействие и обратная связь с заказчиками или заинтересованными сторонами.	Менее прямое вовлечение заказчика, фокус на операционной эффективности и обратной связи от систем мониторинга.

Таблица наглядно демонстрирует распределение ролей: если в Agile ключевым стейкхолдером является заказчик (Product Owner), требующий реализации функций, то в DevOps главным «заказчиком» становится сама IT-система и её операционная стабильность (мониторинг, логи). Менеджер цифрового продукта должен выступать «клеем» между этими двумя мирами, переводя требования бизнеса на язык, понятный для автоматизированных конвейеров поставки.

Agile и DevOps – это не взаимоисключающие, а взаимодополняющие концепции. Agile обеспечивает управленческую гибкость и прозрачность процессов, а DevOps предоставляет техническую инфраструктуру для реализации этой гибкости. Их совместное применение создает единый конвейер создания ценности (value stream), где идеи быстро превращаются в работающий цифровой сервис. Такая синергия позволяет компаниям не только ускорять вывод продуктов на рынок (time-to-market), но и повышать уровень инновационности за счет культуры экспериментов [4].

Успех внедрения Agile и DevOps зависит не столько от инструментов, сколько от изменения менталитета сотрудников и руководства. Переход к гибким методологиям требует отказа от иерархических структур в пользу кросс-функциональных, самоорганизующихся команд. Цифровой менеджмент должен быть направлен на создание среды доверия и психологической безопасности, где ошибки воспринимаются как возможность для обучения [5].

С ростом числа киберугроз в цифровом менеджменте возникает потребность во встраивании безопасности во все этапы жизненного цикла продукта. Эволюция DevOps в DevSecOps подразумевает принцип «shift-left», когда контроль безопасности смещается на ранние этапы разработки. Автоматизированное сканирование кода, управление уязвимостями и соответствие стандартам становятся неотъемлемой частью CI/CD-конвейера. Такой подход позволяет обеспечивать безопасность цифровых активов без замедления темпов разработки, что особенно актуально для финансового сектора и критической инфраструктуры [6].

Эмпирические данные подтверждают, что зрелое применение Agile и DevOps ведет к измеримым бизнес-результатам: сокращению времени восстановления после сбоев, уменьшению количества дефектов и росту удовлетворенности клиентов. Для цифрового менеджмента важно внедрение метрик (например, DORA), позволяющих объективно оценивать эффективность команд и процессов. В будущем развитие методологий будет связано с масштабированием гибких практик на уровне целых организаций (Scaling Agile) и усилением роли ИИ для предиктивной аналитики в управлении релизами [7].

Таким образом, проведенный анализ позволяет утверждать, что интеграция Agile и DevOps является не просто технологическим трендом, а необходимым условием выживания компаний в эпоху цифровой экономики. Agile обеспечивает стратегическую гибкость и ориентацию на клиента, в то время как DevOps создает технический фундамент для надежной и быстрой реализации этой стратегии. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на изучение применения метрик DORA и интеграции искусственного интеллекта в CI/CD-конвейеры.

Список использованных источников:

1. Котлер Ф., Картаджайя Х., Сетьяван А. Маркетинг 5.0. Технологии следующего поколения. — М.: Альпина Паблишер, 2021. — 320 с.

2. Кон М. Scrum: Гибкое управление продуктом и бизнесом. — М.: Эксмо, 2021. — 480 с.

3. Ким Дж., Бер К., Спаффорд К. Руководство по DevOps. Как настроить эффективную работу в IT. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2021. — 464 с.

4. Форсгрен Н., Хаммар М., Ульвант Х. DevOps на практике: Работа с облачными, корпоративными и кластерными системами. — СПб.: Питер, 2021. — 320 с.

5. Ригби Д., Сазерленд Д., Такеучи Х. Секреты Agile. Почему гибкое управление работает // Harvard Business Review Россия. — 2016.

6. Шарки К. DevSecOps. Безопасная разработка и автоматизация. — М.: ДМК Пресс, 2023. — 350 с.

7. Киселевский О.С., Харитон Е.О. Преподавание гибких методов управления проектами и гибкие методы преподавания // Инженерное образование в цифровом обществе: материалы Междунар. науч.-метод. конф. — Минск: БГУИР, 2024. – Ч. 2. — С. 358-363.

УДК 004:336.717

31. РАЗРАБОТКА ФИНТЕХ-РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГРУППОВЫХ ТРАНЗАКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ БЫТОВЫХ ПЛАТЕЖЕЙ

Згирская Д.Д., студент гр. 353502, Кашко А.А., студент гр.353502

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Насонова И.В. – канд. экономич. наук

Аннотация. В работе рассматривается концепт мобильного приложения для организации групповых покупок и сбора средств. Анализируется рынок финтех-услуг, проводится SWOT-анализ проекта и описываются механизмы финансовых транзакций. Выявлены перспективы интеграции социальной механики в традиционные банковские процессы для повышения финансовой грамотности и лояльности молодежной аудитории.

Ключевые слова. Финтех, электронный бизнес, цифровые инновации, групповые платежи, социальный краудфандинг, мобильная разработка.

Цифровая трансформация финансового сектора привела к появлению развитых финтех-экосистем [1], однако сегмент коллективных платежей до сих пор остается недостаточно проработанным. В условиях роста популярности социальной коммерции всё чаще совершаются покупки не в одиночку, а в группах [2]. Актуальность данного исследования обусловлена противоречием между высокой востребованностью совместных трат и отсутствием специализированных инструментов для их комфортного управления.

Существующие решения, такие как банковские переводы или функции сбора в приложениях, решают задачу лишь частично [3], ограничиваясь ролью цифровой копилки без социального контекста. Мессенджеры, в свою очередь, обеспечивают коммуникацию, но не интегрированы с платежными сервисами, что создает разрыв между обсуждением и оплатой. Таким образом, формируется спрос на продукт, объединяющий финансовые инструменты и социальные механики в едином интерфейсе. Данная работа направлена на концептуальную проработку такой платформы и оценку её экономической целесообразности.

Для подтверждения гипотез было проведено анкетирование среди целевой аудитории (преимущественно студентов). Анализ данных показал следующие результаты:

1 Более 50% респондентов совершают групповые покупки или совместные сборы денег не реже одного раза в месяц (рисунок 1).

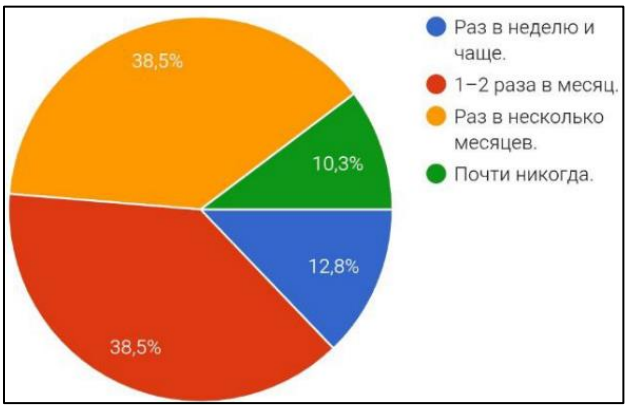


Рисунок 1 – Круговая диаграмма, отражающая частоту совместных покупок респондентов

2 Основными проблемами, возникающими при совместных покупках, являются: необходимость ручных расчетов – 30%; сложность контроля того, кто уже сдал деньги – 35%; и дискомфорт от напоминаний должникам – 67% (рисунок 2).

Важным открытием стало то, что 80% опрошенных готовы платить небольшую комиссию сервису (в пределах 2-3%), если это избавит их от необходимости совершать ручные переводы и расчеты. Пользователям психологически проще согласиться с процентом, который автоматически удерживается внутри платежа, чем переводить дополнительную сумму сверху.

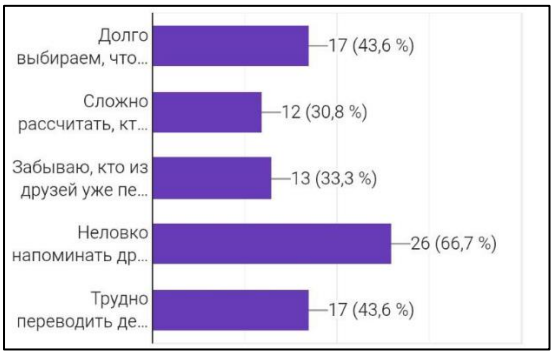


Рисунок 2 – Столбчатая диаграмма, отражающая основные проблемы у респондентов при общих сборах денежных средств

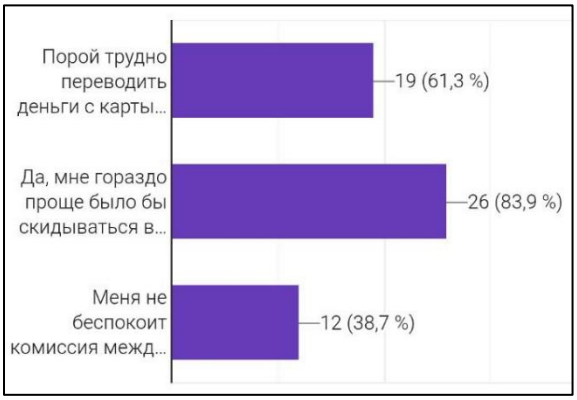


Рисунок 3 – Столбчатая диаграмма, отражающая отношение респондентов к комиссии при переводе денежных средств

Для реализации данной концепции в рамках исследования была спроектирована архитектура программного решения, ориентированная на прямое взаимодействие пользователя с финансовыми инструментами.

Архитектура приложения построена по модульному принципу, обеспечивающему прямое взаимодействие между социальными функциями и финансовыми транзакциями. Взаимодействие с системой строго регламентировано и разделено на несколько функциональных этапов.

Доступ к функционалу платформы открывается после прохождения процедуры верификации (рисунок 4). Программный интерфейс предполагает два сценария: создание новой учетной записи и авторизацию в существующем аккаунте. Это гарантирует безопасность транзакций и персонализацию финансовых потоков.

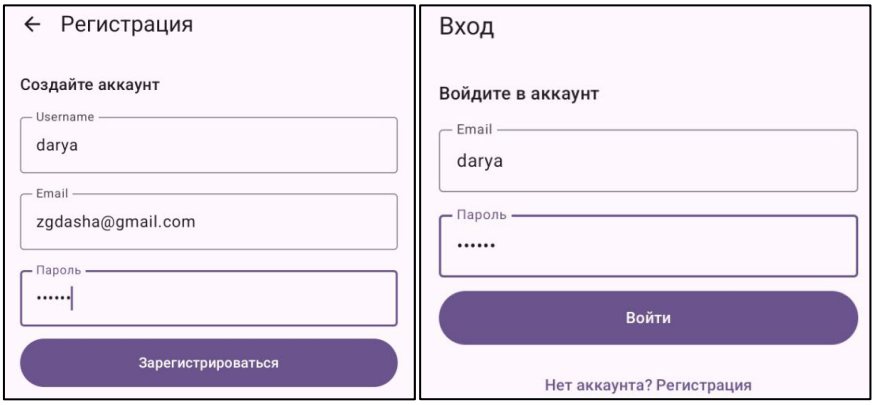


Рисунок 4 – Интерфейс модулей аутентификации и авторизации пользователя

После успешного входа пользователю отображается центральный интерфейс управления (рисунок 5), выполняющий роль информационного узла, который содержит ленту активных сборов, экран детальной информации и управление событиями.

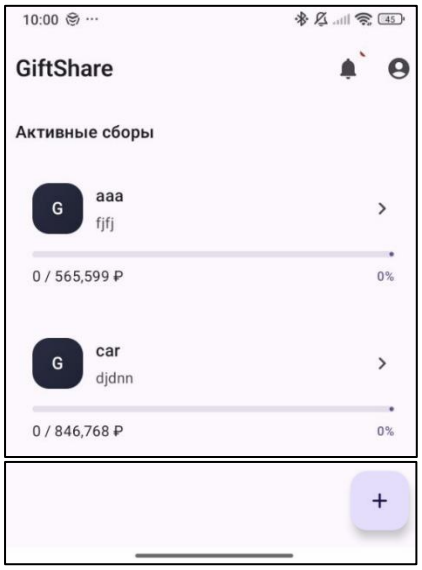


Рисунок 5 – Главное экранное окно системы в режиме навигационного узла

Лента активных сборов визуализирует текущие сборы, в которых участвует пользователь: для каждого объекта отображается краткое описание, индикатор выполнения, а также числовые значения (объем уже собранных средств и целевой показатель). Данные элементы являются активными гиперссылками.

При переходе по ссылке конкретного сбора открывается экран детальной информации. В нем реализован функционал управления участниками (возможность приглашения новых пользователей или гостей), а также визуальный мониторинг статуса оплат. Список участников дополнен графическими индикаторами, подтверждающими факт завершения транзакции конкретным пользователем (рисунок 6).

В нижней правой части экрана интегрировано управление событиями, инициирующее создание нового группового платежного события.

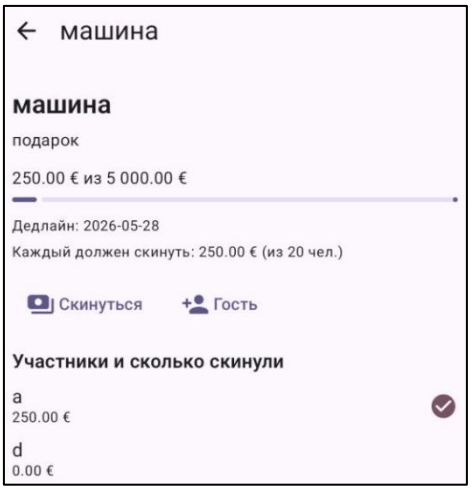


Рисунок 6 – Интерфейс управления коллективным сбором и мониторинга статуса участников

Верхняя панель навигации обеспечивает быстрый доступ к вспомогательным сервисам системы. Центр уведомлений служит основным каналом коммуникации. Здесь отображаются входящие запросы на участие в коллективных сборах с возможностью их оперативного принятия или отклонения. Профиль пользователя агрегирует персональную информацию (имя, настраиваемый аватар) и финансовую статистику. Функционал профиля позволяет осуществлять пополнение баланса системы через привязанные инструменты, отслеживать накопленные бонусные баллы, мониторить суммарный объем личных вложений в сборы за весь период активности, производить безопасный выход из системы.

Ключевым инженерным решением является автоматизация процесса удержания сервисного сбора. В отличие от традиционных банковских сервисов, где комиссия часто выносится в отдельный платеж, в проектируемой системе процент заложен в логику транзакции. Это значительно упрощает распределение средств для конечного пользователя: ему не требуется рассчитывать дополнительные издержки вручную,

так как система автоматически вычисляет итоговую сумму сбора с учетом операционных затрат платформы.

Для определения жизнеспособности проектируемого финтех-решения был проведен SWOT-анализ (рисунок 7), который позволяет систематизировать информацию о внутренних свойствах продукта и внешних факторах среды [4].

Рисунок 7 – SWOT-анализ предлагаемого проекта

Были рассмотрены экономические показатели, которые рассчитаны на основе средних по рынку значений для финтех-стартапов. Разработка бизнес-плана для мобильного сервиса коллективных платежей должна учитывать специфику цифрового продукта: отсутствие затрат на физическую инфраструктуру, но повышенные инвестиции в безопасность данных и привлечение пользователей.

Представленный ниже анализ базируется на результатах опроса, подтвердившего готовность 80% респондентов к использованию автоматизированных систем с удержанием комиссии. Таблица 1 детализирует структуру затрат, необходимых для разработки, запуска и поддержки платформы. Важно отметить разделение затрат на капитальные (проектирование архитектуры, разработка MVP) и текущие (эксплуатация серверов, маркетинг, поддержка безопасности). Особое внимание уделяется интеграции платежных шлюзов и API, которые необходимы для обеспечения работы финансовых транзакций.

Таблица 1 – Статьи расходов для предлагаемого финтех-приложения в год, тыс. бел. руб

Статья расходов	В год (эксплуатация)	При запуске проекта (начальная стоимость)
Аренда облачных серверов и СУБД	5	5
Разработка приложения (MVP)	-	15
Поддержка безопасности и шифрования	5	5
Персонал (разработка, DevOps, Support)	96	96
Маркетинг и привлечение (CAC)	24	10
Банковский эквайринг и лицензии API	10	5
Итого	140	136

Прогнозируемые экономические показатели, представленные в таблице 2, рассчитаны исходя из транзакционной модели монетизации. Учитывая данные анкетирования о частоте групповых покупок, средний чек одного сбора принят за 100 бел. руб. при комиссии сервиса в 3%. При выходе на плановую мощность в 200 транзакций в день, проект демонстрирует высокую устойчивость. Высокий показатель ROI (190% за пять лет) свидетельствует о потенциальной инвестиционной привлекательности продукта [5].

Таблица 2 – Экономические показатели для предлагаемого финтех-приложения.

Экономический показатель	Значение
Средний доход с одной транзакции	3 бел. руб.
Чистая прибыль за 5 лет	259 тыс. бел. руб.
ROI за пять лет	190%
Чистая стоимость реализации (NRV) за пять лет	100 тыс. бел. руб.
Внутренняя норма доходности (IRR) за пять лет	50%
Срок окупаемости	1,7 года

Положительное значение NRV (100 тыс. бел. руб.) подтверждает экономическую целесообразность проекта [5], а IRR (50%) указывает на высокую доходность вложений [6]. Срок окупаемости в 1,7 года является оптимальным для финтех-сектора, где основная фаза роста наступает после формирования устойчивой базы лояльных пользователей [7].

Разработанный концепт приложения для оптимизации групповых платежей представляет собой инновационный подход к управлению личными финансами. Ориентация на молодежную аудиторию, выявленная в ходе анкетирования, в сочетании с психологически комфортной незаметной комиссией, создает предпосылки для высокой рентабельности. Анализ рынка подтвердил дефицит инструментов, объединяющих социальное взаимодействие (обсуждение, списки участников) с прямым финансовым действием, что минимизирует конкурентное давление со стороны традиционных банковских приложений.

Результаты опроса подтвердили, что для пользователей важна автоматизация (зеленые индикаторы оплаты, прогресс-бары), так как это снимает этический барьер «напоминания о долге». Это позволяет прогнозировать стабильный объем транзакций. Стратегия постепенного масштабирования, включая возможности интеграции с маркетплейсами и B2B-сектором, станет дополнительным фактором роста прибыли. Таким образом, сочетание технологической новизны, учета психологических особенностей потребителей и выверенной финансовой стратегии создает фундамент для успешной реализации проекта. Предварительные расчеты подтверждают вероятность быстрой окупаемости и долгосрочной устойчивости финтех-решения.

Список использованных источников:

1. Банкаўскі веснік. Экосистема финтеха Республики Беларусь: основные участники и особенности развития // № 10/699. – 2021. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.nbrb.by/bv/pdf/articles/10905.pdf (дата обращения 10.03.2026).

2. Deloitte Center for Financial Services. In-app payments should take social commerce to the next level. – 2024. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/financial-services/in-app-payments (дата обращения 10.03.2026).

3. FUTUREBY. БанкИТ-2024: официально и откровенно. – 2024. – [Электронный ресурс]. – URL: https://futureby.info/bankit-2024 (дата обращения 10.03.2026).

4. Puyt R.W. et al. The origins of SWOT analysis // Long Range Planning. – 2023. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024630123000110 (дата обращения 10.03.2026).

5. Гайд по ключевым финпоказателям стартапов // noboring-finance.ru. – 2025. – [Электронный ресурс]. – URL: https://noboring-finance.ru/gazeta/gajd-po-klyuchevym (дата обращения 10.03.2026).

6. Внутренняя норма рентабельности, IRR // get-investor.ru. – [Электронный ресурс]. – URL: https://get-investor.ru/irr (дата обращения 10.03.2026).

7. Как рассчитать окупаемость бизнес проекта // get-investor.ru. – [Электронный ресурс]. – URL: https://get-investor.ru/raschet-okupaemosti-proekta (дата обращения 10.03.2026).

UDC 004:336.717

DEVELOPING A FINTECH SOLUTION TO OPTIMIZING GROUP TRANSACTIONS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF HOUSEHOLD PAYMENTS

Zgirskaya D.D., Kashko A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nasonova I.V. – PhD in Economics

Annotation. This paper examines the concept of a mobile app for organizing group purchases and fundraising. It analyzes the fintech services market, conducts a SWOT analysis of the project, and describes the financial transaction mechanisms. It also identifies opportunities for integrating social mechanics into traditional banking processes to improve financial literacy and loyalty among young people.

Keywords. Fintech, e-business, digital innovation, group payments, social crowdfunding, mobile development.

32. ТРАНСФОРМАЦИЯ ТЕОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ГИГ-ЭКОНОМИКИ (ФРИЛАНСА)

Литвинович М.О., студентка гр. 573904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н.Н. – канд. экон. наук, доцент

В работе анализируется трансформация теории человеческого капитала под влиянием цифровой экономики и гиг-экономики (фриланса). Классическая модель, основанная на образовании и стаже, дополняется цифровыми и репутационными компонентами. Рассматривается роль платформ и алгоритмического управления в оценке и монетизации человеческого капитала фрилансеров. Обосновывается необходимость поддержки непрерывного обучения и цифровых навыков для устойчивого развития человеческого капитала.

Цифровая экономика радикально меняет логику формирования и использования человеческого капитала, смещая акцент с формального образования и стажа к динамическим цифровым компетенциям, способности к самообучению и гибкой занятости. Параллельно развивается гиг-экономика, основанная на краткосрочных проектах и фрилансе, что усиливает индивидуализацию карьерных траекторий и повышает значение нематериальных активов — знаний, навыков, репутации и цифровых портфолио работников. В этих условиях классическая трактовка человеческого капитала как совокупности инвестиций в образование и здоровье нуждается в переосмыслении с учетом платформенной занятости, удаленной работы и автоматизации.

Классическая теория человеческого капитала (Т. Шульц, Г. Беккер) рассматривала образование, профессиональное обучение и здоровье как инвестиции, увеличивающие продуктивность индивида и его доходы, при этом ключевыми параметрами выступали длительность обучения и формальные квалификационные уровни. В цифровой экономике добавляется измерение «цифрового человеческого капитала», включающее ИКТ-грамотность, способность работать с большими данными, онлайн-коммуникацией и цифровыми платформами. Исследования показывают, что именно сочетание общих и специализированных цифровых навыков становится фактором конкурентоспособности фирм и регионов, влияя на инновационную активность и производительность труда. Современные подходы также подчеркивают важность «социально-цифрового» измерения человеческого капитала — сетевого капитала, цифровой репутации и участия в онлайн-сообществах профессиональной практики.

Цифровая трансформация изменяет механизмы накопления и обесценивания человеческого капитала. Жизненный цикл компетенций сокращается: технологии и инструменты обновляются быстрее, что требует непрерывного образования (lifelong learning) и регулярного апгрейда навыков. По данным глобальных обзоров по управлению человеческим капиталом, значительная доля работников ежегодно нуждается в рескиллинге или апскиллинг-программах, связанных с внедрением ИИ, автоматизации и удаленных форм взаимодействия. Это смещает акцент с разового вступления в систему образования к многоцикловой модели инвестиций в человеческий капитал, где важную роль играют онлайн-курсы, микро-сертификация и корпоративные цифровые академии.

Гиг-экономика представляет собой совокупность трудовых отношений, основанных на краткосрочных заданиях, проектных контрактах и работе через цифровые платформы, где работники зачастую имеют статус самозанятых или индивидуальных предпринимателей [1]. Для фрилансеров человеческий капитал становится основным, а порой единственным активом: именно набор навыков, портфолио выполненных проектов, рейтинги и отзывы клиентов определяют их доход и устойчивость занятости. В отличие от традиционной занятости, здесь отсутствует жесткая привязка к работодателю и должности, а человеческий капитал монетизируется через множество параллельных контрактов и клиентов.

Такая модель порождает как новые возможности, так и риски. С одной стороны, гиг-экономика стимулирует диверсификацию компетенций, развитие предпринимательских и кросс-функциональных навыков, поскольку фрилансер вынужден совмещать роли исполнителя, менеджера проектов, маркетолога и финансового аналитика. С другой стороны, возрастает фрагментарность и нестабильность доходов, ограничен доступ к традиционным системам социального страхования и корпоративным программам обучения, что может приводить к недоинвестированию в человеческий капитал определенных групп работников. Исследования отмечают, что часть фрилансеров вынужденно включается в гиг-экономику вследствие структурных изменений на рынке труда и автоматизации, что усиливает неоднородность качества человеческого капитала в этом сегментес [2].

Цифровые платформы (маркетплейсы фриланса, краудсорсинговые сервисы, агрегаторы услуг) выполняют функцию посредников, соединяющих спрос и предложение человеческого капитала в режиме реального времени. Они формируют новые механизмы оценки компетенций через рейтинговые системы, алгоритмы рекомендаций и автоматизированный матчинг заказов и исполнителей, что существенно влияет на структуру доходов и занятости фрилансеров. Алгоритмическое управление распределением

заданий повышает значимость репутационных показателей и цифрового следа работника, превращая их в часть расширенного человеческого капитала.

При этом возникает проблема информационной асимметрии и ограниченной прозрачности алгоритмов, которые могут приводить к неравномерному доступу к высокодоходным задачам и усилению сегментации внутри сообщества фрилансеров. Цифровые платформы также аккумулируют данные о поведении исполнителей, их продуктивности, сроках выполнения задач, что создает основу для более точного, но и более контролируемого управления человеческим капиталом на уровне экосистем. Развитие ИИ-инструментов прогнозирования спроса на навыки и автоматической оценки портфолио усиливает тенденцию к «оцифровке» человеческого капитала и его интеграции в аналитические модели платформ и компаний.

В условиях гиг-экономики структура человеческого капитала работника усложняется и включает несколько уровней: базовые когнитивные навыки, профессиональные компетенции, цифровые навыки, предпринимательские способности, soft skills и репутационный капитал. Для фрилансеров особенно важны гибридные компетенции на стыке ИКТ, предметной области и управления проектами, поскольку именно они обеспечивают устойчивый поток заказов и возможность выхода на более высокие ценовые сегменты. Эмпирические исследования показывают, что наличие развитых цифровых навыков (работа с онлайн-инструментами, коммуникация в распределенных командах, управление собственной цифровой идентичностью) напрямую коррелирует с доходами и экспортной ориентацией фриланс-услуг.

Измерение человеческого капитала в этой среде выходит за пределы традиционных индикаторов уровня образования и стажа. К ним добавляются количественные показатели активности на платформах (число успешно завершенных проектов, средний рейтинг, доля повторных клиентов), участие в онлайн-курсах и полученные цифровые сертификаты, а также метрики вовлеченности в профессиональные сообщества. Таким образом, формируется новая система метрик, где человеческий капитал отражается через совокупность данных в цифровой среде, что требует развития соответствующих аналитических инструментов и методик оценки.

В теоретическом плане трансформация, обусловленная цифровой и гиг-экономикой, требует расширения модели человеческого капитала за счет включения цифровых, репутационных и платформенных компонентов, а также учета динамичности и многоканальности инвестиций в компетенции. Практически это означает необходимость переориентации образовательной политики и корпоративных стратегий на поддержание непрерывного обучения, развитие цифровых навыков и формирование у работников способности самостоятельно управлять своей карьерой в условиях проектной занятости. Важным становится создание институциональных механизмов, которые обеспечат фрилансерам доступ к программам обучения, социальной защите и финансовым инструментам, уменьшая риски недоинвестирования в их человеческий капитал [3].

Для бизнеса развитие гиг-экономики открывает возможности гибкого привлечения высококвалифицированных специалистов, оптимизации затрат и ускорения цифровых инноваций, однако одновременно ставит задачу построения экосистем, поддерживающих долгосрочное развитие человеческого капитала вне рамок классического штата. В результате человеческий капитал перестает быть исключительно внутренним ресурсом организации и превращается в распределенный актив, управляющийся через сеть контрактов, платформ и сообществ, что меняет принципы стратегического управления и требует новых моделей партнерства между компаниями, фрилансерами и государством.

Таким образом, теория человеческого капитала в условиях цифровой экономики и развития гиг-экономики претерпевает качественную трансформацию, переходя от статической модели «образование – стаж – доход» к динамической концепции цифрового, репутационного и сетевого капитала работника. Гиг-экономика и фриланс усиливают индивидуальную ответственность за формирование и монетизацию человеческого капитала, при этом цифровые платформы становятся ключевыми институтами его оценки и координации. Для обеспечения устойчивого развития требуется адаптация образовательной, социальной и экономической политики, направленная на поддержку непрерывного развития человеческого капитала, снижение рисков сегментации, консолидацию усилий государства, бизнеса, образовательных организаций и самих работников для формирования устойчивой экосистемы развития человеческого капитала в условиях цифровой и гиг-экономики.

Список использованных источников:

1. Гиг-экономика: что это такое и каковы её цели? / А.А. Иванов // Экономика труда. – 2024. – № 3. – С. 15–22.

2. AI and the Gig Economy: How AI is reshaping freelance and contract work / M. Brown [et al.] // Digital Economy Review. – 2023. – P. 78–92.

3. Цифровая трансформация как этап совершенствования человеческого капитала / И.В. Петрова [и др.] // Вестник цифровой экономики. – 2021. – № 2. – С. 33–41.

УДК 338.31

33. СИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ HR-ОТДЕЛА

Худницкий А.В., студент гр.353502, Шауро Е.А., студент гр.353502
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Насонова И.В. – кандидат экономических наук

Аннотация. В работе рассматривается концепт внедрения корпоративной RAG-системы (Retrieval-Augmented Generation) на базе локальных нейросетевых моделей для автоматизации работы HR-отделов. Анализируется проблема высокой нагрузки на HR-специалистов рутинными запросами сотрудников. Проводится SWOT-анализ и оценка экономической эффективности проекта. Предложена архитектура On-Premise решения с интеграцией базы знаний, встроенными метриками качества и дашбордами бизнес-аналитики. Акцент сделан на информационную безопасность и окупаемость технологии.

Ключевые слова. RAG-система, локальные LLM, искусственный интеллект, HR-менеджмент, корпоративные базы знаний, Notion, автоматизация бизнес-процессов, чат-бот, векторные базы данных.

Искусственный интеллект как научное направление существует уже достаточно давно: концепции машинного обучения и первые нейросети начали зарождаться еще во второй половине прошлого века, а первый виртуальный собеседник (чат-бот ELIZA) был разработан в 1966 году [1]. В конце 2022 – начале 2023 года сфера обрела большую популярность и перешла в фазу ускоренного роста с появлением третьей модели ChatGPT компании OpenAI [2]. Секрет этого прорыва заключался не в создании принципиально новых алгоритмов, а в успешной упаковке сложной языковой модели в интуитивно понятный формат диалогового окна, что устранило технические барьеры и демократизировало доступ к ИИ, позволив взаимодействовать с ним миллионам обычных пользователей.

Сегодня искусственный интеллект используется практически везде, став неотъемлемой частью технологического стека большинства компаний. По данным глобальных исследований, в 2023 году 92% компаний планировали увеличить свои инвестиции в искусственный интеллект в ближайшие три года [3]. Форматы использования ИИ вышли далеко за пределы базовых чат-ботов: сегодня современный рынок активно применяет генераторы программного кода, инструменты для создания изображений, предиктивную аналитику, а также специализированные решения для медицины, логистики и HR.

На фоне повсеместного внедрения больших языковых моделей (LLM) особую нишу заняли системы дополненной генерации (Retrieval-Augmented Generation, или RAG), которые решают ключевые ограничения базовых нейросетей.

RAG-архитектура объединяет два основных компонента, а именно механизм информационного поиска (как правило, векторные базы данных, хранящие информацию в виде эмбеддингов) и саму генеративную языковую модель. При поступлении запроса система сначала извлекает наиболее релевантные фрагменты текста из внешней базы знаний, а затем передает их LLM для формирования ответа. Кроме того, RAG решает проблему зависимости от статичных обучающих данных, так как жестко привязывает ответы нейросети к проверенным внешним источникам и позволяет предоставлять пользователю ссылки на конкретные документы для верификации. Благодаря RAG компании способны быстро разворачивать корпоративные базы знаний и службы поддержки, способные генерировать безошибочные ответы со специфичной для конкретного бизнеса информацией.

Именно в свете высокой актуальности и востребованности подобных решений, главной целью настоящей статьи и представляемого в рамках конференции проекта является разработка концепта локальной корпоративной RAG-системы. Данное решение направлено на комплексную оптимизацию работы HR-отделов, так как оно призвано автоматизировать рутинные процессы консультирования сотрудников, вывести взаимодействие с внутренней документацией на качественно новый уровень и при этом гарантировать абсолютную информационную безопасность данных компании.

Смотря на конкурентов и особенности внедрения RAG-систем, видно, как корпоративный бизнес меняет подходы к созданию ИИ-инструментов. Главный стратегический вопрос, стоящий перед бизнесом сегодня – это дилемма «Build vs. Buy», что означает создавать систему внутри силами собственного IT-отдела или покупать готовый внешний продукт с рынка.

Согласно масштабному исследованию венчурного фонда Menlo Ventures [4], соотношение «Build vs. Buy» на корпоративном рынке ИИ полностью перевернулось за период 2024 - 2025 годов: если в 2024 году 47% решений разрабатывались внутри компаний, а оставшиеся 53% закупались, то в следующем году лишь 24% RAG-систем создавались силами внутренних IT-отделов, в то время как 76% внедрений представляли собой покупку готовых платформ и SaaS-приложений.

Приведенная статистика обусловлена серьезными барьерами, с которыми сталкивается бизнес при попытке самостоятельной разработки RAG-архитектуры. Ниже отмечены основные из них.

1 Финансовые и временные затраты. По оценкам Gartner и Dimensional Research [5], создание качественной in-house RAG-системы «с нуля» обходится предприятиям в сумму от 750 000 до 1 000 000

долларов США. При этом у 88% компаний уходит более 6 месяцев только на запуск первого рабочего прототипа.

2 Дефицит кадров. Около 51% бизнеса испытывают острую нехватку AI-специалистов [6], а поддержка локальной распределенной системы требует выделенной команды из Data-инженеров и ML-разработчиков.

3 Проблема масштабирования. Исследования показывают, что 61% компаний, разрабатывающих RAG самостоятельно, сталкиваются с критическими проблемами точности («галлюцинациями»), и менее 10% проектов успешно выходят из стадии Proof of Concept в полноценное использование.

Поэтому, внешние B2B-продукты захватили рынок благодаря высокой скорости развертывания (дни вместо месяцев) и наличию готовых коннекторов к популярным CRM и ERP системам.

Однако для HR-отделов использование коммерческих облачных SaaS-решений создает критический риск утечки персональных и корпоративных данных, например NDA, штатных расписаний, заработных плат, а стоимость enterprise-лицензий остается высокой. В качестве альтернативы, объединяющей безопасность разработки и скорость внедрения готовых продуктов, в рамках данного исследования был разработан рабочий прототип полностью локальной корпоративной RAG-системы [7].

Техническая архитектура прототипа базируется на open-source компонентах и библиотеке оркестрации LangChain. В качестве базы знаний используется рабочее пространство Notion, откуда HR-документация и регламенты бесшовно выгружаются через API. Для высокоточного извлечения информации реализован гибридный поиск, объединяющий векторную базу данных FAISS и лексический алгоритм BM25. За генерацию итоговых ответов несет ответственность локально развернутая большая языковая модель Ollama. Это означает, что вся обработка текстов происходит строго на серверах компании, гарантируя 100% конфиденциальность данных.

Особое внимание в проекте уделено пользовательскому опыту. Взаимодействие сотрудников с ИИ-ассистентом реализовано через популярный мессенджер Telegram [8]. Такая интеграция обеспечивает максимальное удобство, потому как сотрудникам не требуется осваивать новый софт или устанавливать сторонние приложения, а сам чат-бот предоставляет интуитивно понятный интерфейс с поддержкой сохранения контекста диалога и кнопками для быстрой оценки качества ответа, что проиллюстрировано на рисунке 1. Дополнительно в систему встроен программный модуль метрик, который программно проверяет каждый ответ на достоверность и полноту.

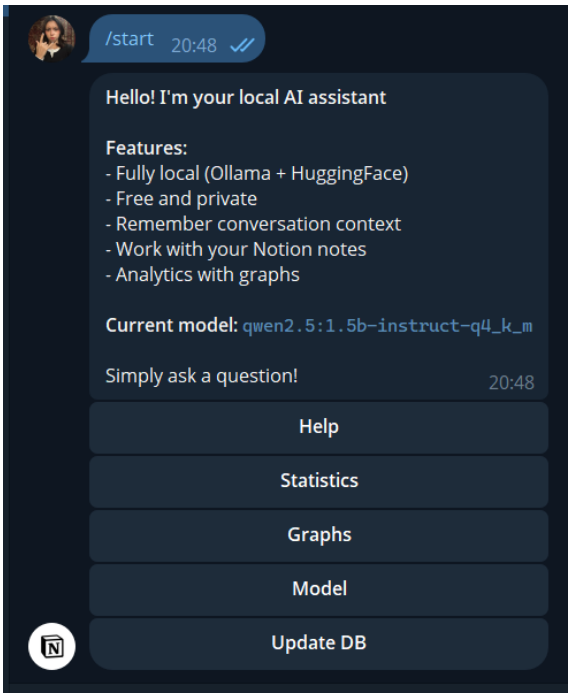


Рисунок 1 – Интерфейс пользователя

Данный технологический стек формирует систему, у которой можно выделить следующие конкурентные преимущества: высокую безопасность, удобство масштабирования системы и отсутствие регулярных платежей за использование API сторонних нейросетей.

Однако с этими сильными и положительными сторонами сопряжены также и риски, рассмотренные в матрице SWOT-анализа на рисунке 2 [9].

Рисунок 2 – Матрица SWOT-анализа предлагаемого проекта

Анализ сильных сторон и возможностей отражает высокий потенциал предлагаемого решения. RAG-подход дает устойчивое преимущество перед конкурентами, поскольку система обеспечивает безопасность данных и снижает затраты на вычисления. Растущий интерес бизнеса к ИИ-решениям и развитие открытых языковых моделей создают условия для своевременного выхода продукта на рынок и его последующего масштабирования за пределы HR-функции.

Вместе с тем выявленные слабые стороны носят преимущественно операционный характер и поддаются управлению. Зависимость качества системы от полноты корпоративной базы знаний и требования к IT-инфраструктуре могут быть нивелированы за счет поэтапного внедрения, а именно первоначального аудита и структурирования документации, с последующей внешней технической поддержкой на старте проекта.

Наиболее значимой из выявленных угроз является риск генерации некорректных ответов в особо значимых HR-контекстах, однако он может существенно снижаться самой природой RAG-архитектуры [10]. Она жестко привязывает ответы модели к верифицированным источникам, и, что главное, предоставляет ссылки на конкретные документы. Угроза сопротивления персонала преодолевается изменением позиционирования системы: она представляется не как замена HR-специалиста, а как инструмент освобождения его от рутинных запросов в пользу задач более высокой ценности.

В совокупности результаты SWOT-анализа свидетельствуют о том, что риски проекта управляемы, а соотношение сильных сторон и возможностей создает прочную основу для успешной реализации спроектированного решения.

Разработка экономического обоснования для корпоративной RAG-системы требует комплексного анализа затрат на внедрение и последующей оценки достигаемого эффекта. Представленный ниже анализ базируется на среднерыночных значениях для белорусского рынка и ориентирован на компанию среднего размера (150-500 сотрудников, 5-8 HR-специалистов) [11]. Таблица 1 детализирует структуру затрат, необходимых для запуска и функционирования системы, с разделением на капитальные (приобретение сервера, разработка) и текущие (поддержка, обновление базы знаний) расходы.

Таблица 1 – Статьи расходов для предлагаемой RAG-системы в год, тыс. бел. руб.

Статья расходов	Приобретение сервера	Разработка и настройка системы	Наполнение базы знаний	Поддержка и обновление системы	Обновление базы знаний	Итого
При запуске проекта	10,5	5	2	–	–	17,5
В год	–	–	–	2,4	0,6	3

Прогнозируемые экономические показатели, представленные в таблице 2, рассчитаны исходя из следующих допущений: средняя заработная плата HR-специалиста – 2 305 BYN/мес. [12], доля рабочего времени, занятая рутинными запросами сотрудников – 35% [13][14], ожидаемое высвобождение этого времени после внедрения системы – 80% (система берет на себя типовые обращения). При отделе из 6 HR-специалистов годовая экономия на фонде оплаты труда составляет порядка 59 348 BYN за счет перераспределения высвобожденного времени на задачи более высокой ценности либо сокращения потребности в дополнительном найме.

Таблица 2 – Экономические показатели для предлагаемой RAG-системы

Экономический показатель	Годовая экономия	Совокупные затраты за 3 года	Чистая прибыль за 3 года	ROI за 3 года	Срок окупаемости
Значение	46565 тыс. бел. руб в год	26500 тыс. бел. руб	113195 тыс. бел. руб	427%	4.5 месяца

Положительное значение чистой прибыли за трехлетний период подтверждает экономическую целесообразность проекта. Высокий показатель ROI (427%) объясняется относительно низкой стоимостью внедрения на базе open source компонентов по сравнению с коммерческими аналогами, стоимость enterprise-лицензий которых достигает десятков тысяч долларов в год. Срок окупаемости около 4.5 месяцев является весьма благоприятным для проектов подобного класса [15].

В условиях, когда специалисты по управлению персоналом тратят до 35% рабочего времени на обработку типовых запросов, а использование облачных ИИ-сервисов сопряжено с критическими рисками утечки конфиденциальных данных, предложенное решение демонстрирует оптимальный баланс между инновационностью и строгой информационной безопасностью.

Внедрение RAG является значительно более рентабельным и быстрым подходом по сравнению с ресурсоемким процессом постоянного дообучения моделей под новые корпоративные данные. Система передает нейросети только самые релевантные фрагменты (чанки) справочного материала, что снижает размер запросов, повышает скорость обработки и экономит вычислительные мощности. Кроме того, наличие встроенного модуля метрик качества позволяет контролировать достоверность генерируемых ответов и минимизировать риск ИИ-«галлюцинаций», что абсолютно критично при работе с значимой кадровой документацией.

Экономическое обоснование подтверждает коммерческую привлекательность разработанного продукта. Расчеты показывают, что для компании среднего размера стартовые инвестиции в локальную инфраструктуру и настройку системы окупаются всего за 4.5 месяца, обеспечивая впечатляющий показатель ROI в 427% за трехлетний период. Делегирование ИИ-ассистенту до 80% рутинных обращений генерирует существенную экономию фонда оплаты труда. Однако главная ценность проекта заключается не только в прямом снижении издержек, но и в трансформации роли HR-отдела: освобожденные человеческие ресурсы могут быть перенаправлены на решение стратегических задач – развитие талантов, онбординг, укрепление корпоративной культуры и HR-бренда компании.

Список использованных источников:

1. Weizenbaum, J. ELIZA – a computer program for the study of natural language communication between man and machine / J. Weizenbaum // Communications of the ACM. – 1996. – Vol. 9, № 1. – P. 36 - 45.

2. Language Models are Few-Shot Learners [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2005.14165.

3.The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year.

4. The great AI flip: Why 76% of enterprises stopped building AI in-house [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://beam.ai/agentic-insights/the-great-ai-flip-why-76-of-enterprises-stopped-building-ai-in-house.

5. Beyond 'build vs. buy': Why a unified AI platform is the only way to scale agentic AI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://writer.com/blog/build-vs-buy-generative-ai/.

6. Build vs Buy AI: Decision Framework for Smart Implementation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://writer.com/blog/build-vs-buy-generative-ai/.

7. HR department optimization system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/AlHudnitskii/rag_notion.

8. Telegram Bot Docs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://core.telegram.org/bots/api.
9. What is SWOT-analyisis? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://core.telegram.org/bots/api.
10. RAG Architecture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://incom.by/articles/resheniya-dlya-sovmestnoy-raboty/arkhitektura-rag-tekhnicheskiy-obzor/.
11. Optimal amount of HR-department [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belarus.gorodrabot.by/hr-менеджер.
12. Vacancies of HR-manager in Belarus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.profiz.ru/stup/7_2021/skolko_hr/.
13. Stratus HR. Estimated Time On HR: Employee Relations & Compliance Tasks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stratus.hr/resources/estimated-time-on-hr-employee-relations-compliance-tasks.
14. Deskpro. HR Helpdesk Analytics: The 5 Critical Metrics That Drive Employee Satisfaction & Prove HR Value [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.deskpro.com/blog/hr-help-desk-metrics.
15. RAG in corporate products [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.it-world.ru/cionews/nefa7mi259cggw00swwsos8scsg0k08.html.

UDC 338.31

HR-DEPARTMENT OPTIMIZATION SYSTEM

Khudnitskii A.V., student of group 353502, Shauro E.A., student of group 353502

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nasonova I.V. – candidate of Economic Sciences

Annotation. The paper considers the concept of implementing a corporate RAG system (Retrieval-Augmented Generation) based on local neural network models for automating the work of HR departments. The problem of high workload on HR specialists by routine requests of employees is analyzed. A SWOT analysis and an assessment of the economic efficiency of the project is carried out. The architecture of an On-Premise solution with knowledge base integration, built-in quality metrics, and business intelligence dashboards is proposed. The emphasis is on information security and technology payback.

Keywords. RAG-system, local LLM, artificial intelligence, HR-management, corporate knowledge bases, Notion, business-process automation, chat-bot, vector databases.

УДК [004.8+334.722-028.27]:351.824.1(476)

34. ПРАВОВЫЕ РИСКИ И МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВОМ БИЗНЕСЕ

Стецко А.А., студент гр. 374003, Спиридонова Е.Д., студент гр. 374003

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Горностай Л.Ч. – старший преподаватель кафедры Менеджмента

Аннотация. В статье рассматриваются правовые аспекты внедрения искусственного интеллекта в цифровых бизнес-моделях. Показано, что формирование эффективного регулирования ИИ требует не только адаптации национального законодательства, но и учета международных подходов. На основе анализа опыта Европейского союза и США выявлены ключевые векторы правового развития. Систематизированы основные риски использования ИИ в бизнесе и предложены механизмы их минимизации. Сформулированы прогнозные оценки изменения регуляторной среды Республики Беларусь с учетом существующей институциональной структуры.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, цифровые платформы, правовое регулирование, риск-ориентированный подход, Республика Беларусь, международный опыт.

Введение. Технологии искусственного интеллекта становятся неотъемлемым элементом цифровой трансформации бизнеса, проникая в кредитование, страхование, кадровый отбор, генерацию контента и иные сферы, где требуется обработка больших массивов данных и автоматизация решений. В Республике Беларусь наблюдается активное внедрение ИИ-решений, прежде всего в резидентах Парка высоких технологий, однако правовая среда остается фрагментированной: отсутствует специализированный закон, регулирование осуществляется через разрозненные акты, что создает неопределенность для участников рынка. Актуальность исследования обусловлена необходимостью системного анализа существующих правовых рисков и выработки прогнозных механизмов регулирования, которые позволят, с одной стороны, снизить издержки бизнеса, связанные с правовой неопределенностью, а с другой – обеспечить защиту прав граждан и информационную безопасность.

Объектом исследования выступают общественные отношения, возникающие при разработке и использовании ИИ в цифровом бизнесе. Цель работы – на основе анализа национального законодательства и международных подходов выявить ключевые правовые риски и предложить регуляторные механизмы, адаптированные к условиям Республики Беларусь. Для достижения поставленной цели в исследовании использовались общенаучные и специально-юридические методы. Формально-юридический метод позволил проанализировать нормы действующего законодательства Республики Беларусь, регулирующие сферы, смежные с использованием ИИ (защита персональных данных, кибербезопасность, интеллектуальная собственность). Сравнительно-правовой метод применен для изучения моделей регулирования ИИ в Европейском союзе и США, что дало возможность выявить универсальные принципы и институциональные решения, адаптируемые к белорусской правовой системе. Системный анализ использован при классификации правовых рисков и обосновании взаимосвязи между пробелами в законодательстве и предлагаемыми механизмами их минимизации.

Основная часть. Правовая база Республики Беларусь, применимая к технологиям ИИ, формируется несколькими отраслевыми актами. Закон «О защите персональных данных» устанавливает требования к обработке личной информации, включая необходимость согласия субъекта и уведомления об инцидентах [1]; однако он не содержит норм об алгоритмической обработке как особой категории. Закон «Об информации, информатизации и защите информации» закрепляет общие принципы информационной политики, обеспечения конфиденциальности и целостности данных [2], но не учитывает специфику машинного обучения. Декрет Президента № 8 о развитии цифровой экономики создал льготный правовой режим для резидентов ПВТ [3], включив в перечень разрешенных видов деятельности разработку ИИ и допустив применение английского права в договорах. Указ № 40 о кибербезопасности относит ИИ-системы [4], обрабатывающие охраняемые сведения, к объектам критической информационной инфраструктуры, устанавливая обязательные требования к их защите. Закон об авторском праве и смежных правах не признает объекты, сгенерированные нейросетями, результатами творческого труда физического лица, что создает правовую неопределенность при их коммерциализации [5].

Таким образом, национальное регулирование характеризуется фрагментарностью и отсутствием единой концепции. В то же время государственная программа «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 годы в блоке обеспечения цифрового суверенитета ставит задачи развития ИИ-инфраструктуры, что свидетельствует о намерении перейти к более системной политике [6].

Анализ международного опыта регулирования ИИ необходим для выявления институциональных решений, которые могут быть адаптированы к национальной правовой системе с учетом ее сложившейся структуры и приоритетов развития. Изучение зарубежных подходов позволяет не только идентифицировать универсальные принципы (риск-ориентированность, прозрачность, человеческий контроль), но и оценить эффективность различных моделей с точки зрения баланса между стимулированием инноваций и защитой публичных интересов. Для Республики Беларусь, находящейся на этапе формирования системного регулирования, такое сравнение снижает издержки нормотворчества за счет использования апробированных решений.

В качестве объектов анализа выбраны две юрисдикции – Европейский союз и Соединенные Штаты Америки. Выбор обусловлен несколькими факторами. Во-первых, данные регионы формируют два основных вектора современного правового регулирования ИИ: унифицированный (ЕС) и секторально-децентрализованный (США). Во-вторых, именно эти модели оказывают наибольшее влияние на формирование международных стандартов и практик, что подтверждается активной имплементацией их подходов в документах ОЭСР, ЮНЕСКО и ISO [7]. В-третьих, для белорусского бизнеса, ориентированного на экспорт ИТ-услуг, соответствие требованиям этих юрисдикций является значимым конкурентным преимуществом.

Европейский союз реализовал модель жесткого правового регулирования, приняв Регламент об искусственном интеллекте (EU AI Act 2024/1689). Ключевым элементом выступает классификация ИИ-систем по уровням риска: от минимального до неприемлемого. Для систем высокого риска установлены обязательные требования к качеству обучающих данных, прозрачности, документированию, человеческому контролю и кибербезопасности. Аналитическая оценка данной модели позволяет выделить ее сильные стороны: создание единого правового поля для всех государств-членов, снижение трансакционных издержек для разработчиков за счет унификации требований, а также четкие механизмы ответственности, включая оборотные штрафы. Однако жесткая классификация и административная нагрузка на субъектов, особенно малых и средних предприятий, могут сдерживать инновации в новых сегментах, где уровень риска сложно определить на ранней стадии.

Соединенные Штаты Америки сохраняют секторальный подход, основанный на сочетании отраслевых нормативных актов (в сферах здравоохранения, финансов, гражданских прав) и добровольных фреймворков. Наиболее значимым инструментом является NIST AI Risk Management Framework (AI RMF 1.0), который предлагает рекомендации по идентификации, оценке и управлению рисками на всех этапах жизненного цикла ИИ, но не устанавливает юридически обязательных требований. Аналитическая оценка американской модели показывает, что ее преимущество – высокая гибкость, позволяющая адаптировать регулирование под отраслевые особенности и скорость технологического развития. Вместе с тем отсутствие единого законодательного акта порождает правовую неопределенность, особенно в сферах, не охваченных отраслевыми нормами, а также создает риски неравенства правоприменения между штатами.

Сравнительный анализ двух моделей позволяет сделать вывод, что выбор между унифицированным и секторальным регулированием зависит от институциональной зрелости правовой системы и приоритетов государственной политики. Для Беларуси, где специализированное законодательство об ИИ находится в стадии разработки, риск-ориентированная классификация из EU AI Act может служить основой для структурирования будущего закона, однако имплементация должна учитывать существующую фрагментарность регулирования и отсутствие специализированного надзорного органа. Одновременно рекомендательные стандарты NIST и ISO/IEC 42001 могут быть использованы для построения систем внутреннего контроля в организациях, что позволит гармонизировать практики с международными ожиданиями без немедленного введения жестких обязательных требований [8].

Однако при экстраполяции европейской и американской моделей на белорусскую правовую среду необходимо учитывать институциональные ограничения. В Республике Беларусь отсутствует специализированный орган по регулированию ИИ, а координация между Национальным центром защиты персональных данных, Оперативно-аналитическим центром и Наблюдательным советом ПВТ носит фрагментарный характер. Это делает невозможным прямое копирование жёсткого механизма EU AI Act, который требует централизованного нотификации и надзора. С другой стороны, сугубо добровольный подход США, основанный на отраслевых фреймворках, в условиях отсутствия развитого регулирования в смежных сферах (например, в области алгоритмической дискриминации) может привести к правовой неопределённости и неравенству правоприменения. Таким образом, для Беларуси наиболее реалистичным представляется гибридный сценарий: закрепление на законодательном уровне риск-ориентированной классификации (по аналогии с ЕС) с одновременным наделением существующих институтов дополнительными полномочиями, а также внедрение добровольных стандартов (NIST AI RMF, ISO/IEC 42001) для внутреннего управления рисками на уровне компаний.

Проведенный анализ национального регулирования и международных подходов позволяет системно выделить правовые риски использования ИИ в цифровом бизнесе. Выявленные риски не являются абстрактными, а напрямую коррелируют с пробелами действующего законодательства (отсутствие специального закона, неопределенность в сфере интеллектуальной собственности,

фрагментарность требований к обработке данных) и одновременно учитывают те зоны ответственности, которые в международной практике уже признаны критическими (дискриминация, прозрачность, человеческий контроль).

Риск нарушения законодательства о персональных данных. Возникает из-за отсутствия в белорусском Законе «О защите персональных данных» специальных норм об автоматизированной обработке и алгоритмических решениях, что создает правовую неопределенность при использовании больших массивов данных для обучения ИИ. В ЕС данный риск системно минимизируется статьей 22 GDPR, запрещающей исключительно автоматизированные решения, а также требованиями EU AI Act о качестве обучающих данных и человеческом контроле. В США отсутствие единого федерального акта о данных порождает разнородные требования на уровне штатов, что затрудняет масштабирование ИИ-решений, но при этом гибкость позволяет адаптировать меры защиты под конкретную отрасль. Минимизация риска в белорусских условиях достигается проведением оценки воздействия на защиту данных (DPIA), применением обезличивания и обеспечением прозрачности уведомлений субъектов.

Риск кибербезопасности. Обусловлен отсутствием специализированных стандартов безопасности для ИИ в национальном законодательстве, при том что Указ № 40 относит ИИ-системы к объектам критической информационной инфраструктуры лишь при определенных условиях. В ЕС EU AI Act обязывает разработчиков систем высокого риска внедрять меры кибербезопасности на этапе проектирования (security by design). В США NIST AI RMF предлагает детальные рекомендации по управлению уязвимостями моделей, включая защиту от состязательных атак, однако эти меры не носят обязательного характера. Минимизация риска предполагает внедрение шифрования, контроля целостности моделей, регулярное тестирование на проникновение и применение принципов безопасной разработки.

Риск нарушения интеллектуальной собственности. Возникает из-за неопределенности правового статуса объектов, сгенерированных ИИ, и отсутствия в Законе об авторском праве норм о лицензировании обучающих данных. В ЕС и США данная проблема активно проявляется в судебных спорах (например, иски правообладателей к разработчикам генеративных моделей). EU AI Act требует документирования обучающих данных, что повышает прозрачность, но не решает вопрос лицензирования. В США отраслевой подход приводит к различным прецедентам в зависимости от юрисдикции, усиливая неопределенность. Минимизация риска достигается проверкой лицензионной чистоты обучающих выборок, фиксацией творческого вклада человека в итоговый результат и включением соответствующих гарантий в договоры с контрагентами.

Риск алгоритмической дискриминации. Связан с тем, что обучающие выборки могут воспроизводить социальные предубеждения, а белорусское законодательство не содержит специальных норм о недискриминации в алгоритмах. В ЕС EU AI Act прямо запрещает системы, использующие вредоносные манипуляции или социальную оценку (неприемлемый риск), и требует тестирования на предвзятость для систем высокого риска. В США NIST AI RMF выделяет управление смещениями (bias management) в качестве ключевой области, однако отсутствие единого регулирования ведет к неравномерной защите прав граждан. Минимизация риска обеспечивается тестированием моделей на предмет смещений, обеспечением человеческого контроля за критически значимыми решениями и внедрением процедур объяснимости результатов.

Риск непрозрачности и неопределенности ответственности. Вытекает из сложности интерпретации решений ИИ-моделей и отсутствия в белорусском законодательстве требований к прозрачности и распределению ответственности между разработчиком, поставщиком данных и пользователем. В ЕС EU AI Act вводит обязательство информировать пользователей о взаимодействии с ИИ (требование прозрачности) и требует документирования для систем высокого риска. В США подходы к объяснимости развиваются в рамках рекомендательных фреймворков, но юридическая ответственность за решения ИИ остается неопределенной, что подтверждается отсутствием единой судебной практики. Минимизация риска достигается ведением журналов решений, детальной регламентацией ответственности в договорах и внедрением систем управления ИИ (AI Governance), включая внутренние процедуры аудита.

Актуальность выявленных правовых рисков подтверждается практикой белорусских компаний, резидентов Парка высоких технологий. Согласно анализу рынка труда, проведённому Секретариатом Наблюдательного совета ПВТ в 2025 году, внедрение ИИ привело к структурным изменениям спроса на специалистов: растёт потребность в экспертах, способных контролировать качество и безопасность ИИ-систем, интерпретировать их результаты и управлять рисками. Сохраняются также проблемы с качеством ИИ-генерируемого кода, сложностью отладки и наличием уязвимостей, что требует дополнительного человеческого контроля. В сфере финансовых технологий, где белорусские компании (в том числе резиденты ПВТ) разрабатывают скоринговые модели на основе ИИ, вопросы объяснимости алгоритмов и защиты прав потребителей приобретают критическое значение, особенно при ориентации на экспорт в юрисдикции с развитым регулированием (ЕС, США). Таким образом, недостаточная нормативная определённость в национальном законодательстве создаёт для белорусского ИИ-бизнеса как правовые, так и репутационные риски, влияющие на конкурентоспособность.

Формирование эффективного регулирования требует не только устранения пробелов, но и создания институциональных механизмов.

В настоящее время контроль в смежных сферах распределен между Национальным центром защиты персональных данных, Оперативно-аналитическим центром и Наблюдательным советом ПВТ; специализированный орган по регулированию ИИ отсутствует. С учетом Государственной программы «Цифровая Беларусь» на 2026-2030 годы и планов разработки закона «О технологиях искусственного интеллекта» прогнозируется переход к риск-ориентированному регулированию по аналогии с EU AI Act. Эффектами такого перехода станут снижение правовой неопределенности для бизнеса, создание легальных оснований для коммерциализации ИИ-продуктов и повышение защиты прав граждан через требования прозрачности и человеческого контроля. Дополнительным механизмом выступает использование международных стандартов ISO/IEC 42001 и NIST AI RMF для построения систем внутреннего управления рисками, что позволяет гармонизировать практики с глобальными требованиями и снизить издержки при выходе на внешние рынки. Комплексное применение обязательных и добровольных инструментов обеспечивает баланс между инновационным развитием и правовой определенностью [9].

Заключение. Искусственный интеллект в цифровом бизнесе выступает инструментом развития электронной экономики, эффективность которого напрямую зависит от качества правовой среды. Для Республики Беларусь приоритетом является переход от фрагментарного регулирования, основанного на разрозненных отраслевых актах, к системному подходу, включающему риск-ориентированную классификацию ИИ-систем, создание специализированного надзорного механизма и имплементацию международных стандартов управления рисками. Предложенный анализ правовых рисков, подкрепленный опытом ЕС и США, позволяет сформулировать основу для нормотворческой деятельности и формирования внутренних политик управления ИИ в организациях. Реализация этих мер будет способствовать снижению правовых издержек бизнеса, повышению инвестиционной привлекательности ИТ-сектора и укреплению цифрового суверенитета страны.

Список использованных источников:

1. Закон Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З «О защите персональных данных» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://etalonline.by/document/?regnum=h12100099. – Дата доступа: 17.03.2026..

2. Закон Республики Беларусь от 10 ноября 2008 г. № 455-З «Об информации, информатизации и защите информации» (ред. 2024) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.brsu.by/sites/default/files/ovr/docs/zakon_respubliki_belarus_ob_informatsii_informatizatsii_i_izaschite.pdf. – Дата доступа: 17.03.2026.

3. Декрет Президента Республики Беларусь № 8 от 21 декабря 2017 г. «О развитии цифровой экономики» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://economy.gov.by/uploads/files/sanacija-i-bankrotstvo/Dekret-Prezidenta-Respubliki-Belarus-ot-21-12-2017-N-8-O-r.pdf. – Дата доступа: 17.03.2026..

4. Указ Президента Республики Беларусь № 40 от 14 февраля 2023 г. «О кибербезопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://etalonline.by/document/?regnum=P32300040. – Дата доступа: 17.03.2026.

5. Закон Республики Беларусь от 17 мая 2011 г. № 262-З «Об авторском праве и смежных правах» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://etalonline.by/document/?regnum=h11100262. – Дата доступа: 17.03.2026..

6. Постановление Совмина РБ № 793 от 30 декабря 2025 г. «О государственной программе „Цифровая Беларусь“ на 2026–2030 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://government.by/sites/default/files/resolution/2026-01/793%2825990934_793_30_12_2025%29.pdf. – Дата доступа: 17.03.2026..

7. Князькова, В.С. Состояние и тенденции мирового развития информационно-коммуникационных технологий / В.С. Князькова // Бизнес. Образование. Экономика : Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7–8 апр. 2022 г. : сб. ст. – Минск : Институт бизнеса БГУ, 2022. – С. 153-156.

8. Князькова, В.С. Оценка эффективности повышения цифровой грамотности персонала в условиях цифровой трансформации / В.С. Князькова // Цифровая трансформация. – 2023. – Т. 29, № 1. – С. 23-31.

9. Беляцкая, Т.Н. Электронная экономика: теория, методология, системный анализ / Т.Н. Беляцкая. – Минск : Право и экономика, 2017. – 284 с.

УДК [004.8+334.722-028.27]:351.824.1(476)

LEGAL RISKS AND MECHANISMS FOR REGULATING THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN DIGITAL BUSINESS

Stetsko A.A., Spiridonova K.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Harnastai L.Ch. – Senior Lecturer, Department of Management

Annotation. This article examines the legal aspects of implementing artificial intelligence in digital business models. It demonstrates that effective AI regulation requires not only adapting national legislation but also taking into account international approaches. Key areas of legal development are identified through an analysis of the experience of the European Union and the United States. The main risks of using AI in business are systematized and mechanisms for mitigating them are proposed. Projections of changes in the regulatory environment of the Republic of Belarus are formulated, taking into account the existing institutional structure.

Keywords. Artificial intelligence, digital platforms, legal regulation, risk-based approach, Republic of Belarus, international experience.

35. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В УПРАВЛЕНИИ РАЗРАБОТКОЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Гусева Н. Д., студент гр.373902, Лазакович В.О., студент гр.373904

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кривенков А.В. – старший преподаватель

В условиях стремительного усложнения разработки программного обеспечения автоматизация становится объективной необходимостью. В статье анализируются ключевые направления, инструменты и управленческие аспекты автоматизации жизненного цикла ПО. Особое внимание уделяется интеграции технологий искусственного интеллекта как новому этапу эволюции, приводятся количественные оценки их эффективности. Отражен опыт внедрения автоматизации в Беларуси.

Современная индустрия разработки программного обеспечения сталкивается с необходимостью создавать сложные и функционально насыщенные продукты в максимально сжатые сроки. Традиционные ручные методы управления процессами становятся сдерживающим фактором: они снижают продуктивность команд и увеличивают риск ошибок. В ответ на эти вызовы автоматизация процессов разработки выдвигается на первый план как фундаментальный подход к повышению эффективности, качества и предсказуемости результатов.

Под автоматизацией разработки ПО понимается использование специализированных технологий, инструментов и методик для выполнения повторяющихся задач на всех этапах жизненного цикла продукта, от написания кода до развертывания и последующего мониторинга, с минимальным участием человека [1]. Автоматизация охватывает все ключевые этапы создания программного обеспечения. Критически важными областями ее применения являются непрерывная интеграция и доставка (CI/CD), автоматизирующая сборку, тестирование и развертывание приложений. Автоматизированное тестирование с выполнением модульных, интеграционных и регрессионных тестов значительно ускоряет проверку качества. Управление конфигурациями через подход «инфраструктура как код» (IaC) позволяет поддерживать среду выполнения в согласованном состоянии, а системы мониторинга и логирования обеспечивают сбор и анализ данных о работе приложений в реальном времени, позволяя оперативно реагировать на сбои.

Внедрение автоматизации дает преимущества, имеющие прямое управленческое значение. Сокращение времени на рутинные операции позволяет разработчикам фокусироваться на решении сложных творческих задач, что напрямую влияет на продуктивность и окупаемость инвестиций. Автоматизация CI/CD и тестирования значительно сокращает цикл поставки функционала пользователям. Минимизация человеческого фактора при выполнении однотипных операций ведет к снижению числа ошибок и повышению стабильности продукта. Автоматизированные процессы легко масштабировать, и они обеспечивают единообразие выполнения задач, что критически важно для крупных распределенных команд [2].

Современный рынок предлагает широкий спектр инструментов для автоматизации. Системы контроля версий, такие как Git, являются основой для управления изменениями в коде и организации совместной работы. CI/CD-серверы, включая Jenkins и GitLab CI, выступают в роли центрального звена автоматизации, координируя процессы сборки, тестирования и развертывания. Инструменты для тестирования, например Selenium и JUnit, обеспечивают контроль качества кода. Контейнеризация с помощью Docker и системы управления контейнерами, такие как Kubernetes, позволяют стандартизировать среду выполнения и упрощают развертывание приложений. Управление конфигурациями через Ansible и Terraform позволяет автоматически настраивать серверы и управлять инфраструктурой [3].

В Республике Беларусь активно развиваются процессы автоматизации. Ключевую роль в этом играет Парк высоких технологий (ПВТ), резиденты которого специализируются на создании решений для автоматизации бизнеса и разработке программного обеспечения. Компании-резиденты ПВТ, такие как «ИнноТех Солюшнс», ISsoft и «ЭЛИТСОФТ», не только разрабатывают заказное ПО для глобального рынка, но и внедряют комплексные системы автоматизации для локальных предприятий в сферах финансов, промышленности и логистики. Правительством Республики Беларусь одобрена реализация пилотных проектов, предложенных компаниями-резидентами ПВТ, что служит подтверждением важной роли Парка в продвижении цифровой трансформации страны [4].

При выборе инструментов автоматизации белорусские компании учитывают вопросы их доступности. Ряд зарубежных платформ, включая CircleCI и GitLab, ввели ограничения для пользователей из Беларуси в соответствии с санкционным законодательством. В связи с этим локальный рынок адаптировался к новым условиям: активно используются открытые решения – Jenkins, Kubernetes, Ansible, Terraform, Prometheus, Grafana, которые не имеют ограничений и успешно применяются белорусскими DevOps-инженерами. Также наблюдается рост интереса к отечественным разработкам – например,

платформа DynaApp от компании SQILSOFT, сочетающая ИИ и подход без программирования для автоматизации создания бизнес-приложений [5]. Значительная часть белорусского рынка автоматизации приходится на внедрение и адаптацию продуктов на базе платформы «1С:Предприятие», что обусловлено необходимостью строгого соответствия законодательству в части бухгалтерского и налогового учета. Компании предлагают комплексные решения по автоматизации производственных и управленческих процессов. Таким образом, Беларусь не только следует глобальным трендам автоматизации, но и формирует собственную экспертизу, адаптируя международные практики с учетом белорусской специфики.

Автоматизация не просто внедряет инструменты, она трансформирует управленческие подходы. Возникает необходимость в формировании DevOps-культуры, стирающей границы между разработкой и эксплуатацией. Это требует от менеджмента пересмотра ролей: разработчики получают больше ответственности за эксплуатацию своего кода, а инженеры по эксплуатации – за автоматизацию инфраструктуры. Необходимы инвестиции в обучение, поскольку внедрение новых инструментов требует постоянного повышения квалификации команды. Важно постепенное внедрение, при котором успешная автоматизация начинается с анализа пилотных проектов, а не с охвата всех процессов одновременно. Для оценки эффективности DevOps-практик используются метрики DORA, позволяющие объективно измерить производительность и стабильность работы команд.

Следующим значительным этапом в автоматизации становится интеграция технологий искусственного интеллекта и машинного обучения. Если традиционная автоматизация выполняет заранее заданные скрипты, то ИИ-системы способны обучаться и принимать решения на основе анализа данных. Предиктивная аналитика позволяет нейросетям предсказывать потенциальные ошибки в коде и оценивать риски срыва сроков. Интеллектуальное тестирование дает возможность автоматически генерировать тестовые сценарии и прогнозировать, какие модули наиболее подвержены ошибкам после изменений. Автоматическая генерация и оптимизация кода с помощью современных нейросетей, таких как GitHub Copilot, помогает разработчикам создавать шаблоны и функции.

Исследования подтверждают эффективность ИИ в разработке ПО. Согласно данным Jellyfish (200 тыс. разработчиков), компании с высоким уровнем внедрения ИИ удваивают пропускную способность запросов на включение кода. Прирост продуктивности разработчиков составляет около 10%, а время вхождения в проект новых сотрудников сократилось вдвое за 2024-2025 гг. [6].

В Беларуси компания Weintek представила ИИ-помощника Weinbot для промышленной автоматизации. В феврале 2025 года резидентами ПВТ стали 48 новых компаний, многие из которых специализируются на ИИ [7].

Автоматизация в управлении разработкой ПО эволюционировала от вспомогательного инструмента до фундаментального принципа организации труда. Она позволяет не просто ускорять рутинные операции, но и кардинально менять философию создания продуктов, делая процессы более гибкими, надежными и ориентированными на ценность для бизнеса. Интеграция искусственного интеллекта открывает эру умной автоматизации, где системы не только выполняют, но и оптимизируют процессы. Развитие компетенций в области автоматизации и поддержка со стороны ИТ-инфраструктуры, такой как ПВТ, являются важными факторами укрепления конкурентоспособности. В условиях ограничения доступа к некоторым зарубежным инструментам белорусские компании успешно переходят на открытые решения и развивают собственные разработки. Для руководителей и команд ключом к успеху становится системная трансформация управленческих подходов: формирование DevOps-культуры, инвестиции в обучение и готовность к постоянным изменениям. Именно такой комплексный подход превращает автоматизацию из технологии в действенный инструмент стратегического управления разработкой программного обеспечения.

Список использованных источников:

1. Автоматизация программирования: от первых компиляторов до генеративного искусственного интеллекта / А.М. Бершадский, Ю.И. Евсеева, А.А. Гудков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4.

2. Современные практики DevOps: от разработки до развертывания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://it.vstu.by/courses/economics_of_electronic_business/web_technologies_and_programming/theory/DevOps/ – Дата доступа: 10.03.2026.

3. Application of artificial intelligence in computer network technology under the background of big data era. [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/342204474 — Дата доступа: 10.03.2026.

4. Тенденции в разработке искусственного интеллекта [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://investinbelarus.by/upload/medialibrary/ff6 – Дата доступа: 10.03.2026.

5. СкилСофт [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.park.by/residents/sqilsoft/?fromlang=Y – Дата доступа: 10.03.2026.

6. Информационные технологии Республики Беларусь [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://jellyfish.co/ai-engineering-trends/?utm_content=topbar_cta – Дата доступа: 10.03.2026.

7. Weintek запустили Weinbot! Интеллектуальный помощник HMI с AI поддержкой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.weintek.net/weinbot-weintek/?section=Macro_Sample&information_id=19 – Дата доступа: 10.03.2026

36. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ РЕШЕНИЙ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ В КОММЕРЧЕСКУЮ РАЗРАБОТКУ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЛИЦЕНЗИОННОЙ ЧИСТОТЫ

Чехович Д.С.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

В данной работе представлено развернутое экономическое и правовое обоснование интеграции программного обеспечения с открытым исходным кодом в коммерческие ИТ-продукты. Автор анализирует структуру совокупной стоимости владения открытыми решениями, доказывая эффективность перераспределения ресурсов с оплаты лицензий на аудит и соблюдение лицензионных требований. В тексте подробно рассматриваются механизмы влияния копилефтных лицензий на рыночную стоимость компаний и оценивается финансовый эффект от внедрения систем анализа состава программного обеспечения. Работа направлена на формирование научно обоснованной стратегии использования внешних зависимостей для ускорения времени вывода продукта на рынок при одновременном снижении рисков для интеллектуальной собственности и повышении маркетинговой привлекательности продукта.

Современная индустрия разработки программного обеспечения (ПО) достигла этапа, на котором создание конкурентоспособного цифрового продукта без использования сторонних открытых компонентов представляется не только экономически нецелесообразным, но и технически затруднительным. Глобальный тренд на использование ПО с открытым исходным кодом обусловлен объективной необходимостью сокращения временных затрат на разработку базового функционала и стремлением компаний сосредоточить дефицитные инженерные ресурсы на создании уникальных рыночных преимуществ. В условиях реализации стратегий импортозамещения и обеспечения технологического суверенитета открытый код становится базисом для построения сложных информационных систем. Однако в условиях коммерциализации программных решений возникает острый конфликт между открытостью исходного кода и необходимостью защиты исключительных прав правообладателя. Актуальность данной проблемы подтверждается тем, что бесконтрольное использование открытого кода без учета юридической специфики различных типов лицензий представляет критические риски для финансовой устойчивости организаций, включая потенциальную потерю прав на дорогостоящие проприетарные разработки [1]. Научный анализ экономической эффективности открытого программного обеспечения предполагает отказ от упрощенной трактовки безвозмездности использования кода в пользу системной оценки совокупной стоимости владения, учитывающей скрытые издержки на всех этапах жизненного цикла продукта.

Сравнительный анализ экономической эффективности проприетарного и открытого ПО показывает, что при использовании закрытых технологий основные финансовые потоки направлены на оплату лицензионных прав внешнему вендору, что часто приводит к возникновению зависимости от его ценовой политики и технического стека. В противовес этому, интеграция ПО с открытым исходным кодом позволяет полностью исключить прямые затраты на покупку лицензий, однако это требует существенного увеличения операционных расходов на проведение глубокого технического и юридического аудита. Исследователи отмечают, что экономия на начальных этапах разработки за счет использования готовых библиотек позволяет сократить показатель времени вывода продукта на рынок на 40–60%, что является решающим фактором в условиях высокой конкуренции. Обеспечение устойчивой доходности при внедрении открытых решений сопряжено с необходимостью инвестиций в экспертный аудит и безопасность кода, что фактически заменяет внешние транзакционные издержки внутренними расходами на формирование собственной экосистемы контроля и инструментов анализа состава программного обеспечения [2].

Юридическая составляющая использования открытого кода неразрывно связана с классификацией лицензий и их влиянием на финансовые показатели бизнеса. Лицензии без условия наследования прав, к которым относятся MIT и Apache 2.0, предоставляют разработчикам максимальную свободу коммерциализации, требуя лишь сохранения уведомлений об авторстве. В то же время лицензии со строгим копилефтом, такие как GNU GPL v3.0, создают специфический правовой риск, известный как эффект заражения. С точки зрения юриста в сфере интеллектуальной собственности, включение копилефтного кода в состав проприетарного продукта при определенных условиях обязывает компанию раскрыть исходный код всего производного произведения. Подобные инциденты ведут к немедленному обесцениванию интеллектуальных активов компании и потере монополии на продукт, что делает невозможным дальнейшее извлечение прибыли по классической лицензионной модели. Финансовый ущерб в данном случае включает не только упущенную выгоду, но и катастрофическое снижение

инвестиционной привлекательности компании, поскольку чистота прав на код является определяющим критерием при проведении процедуры комплексной правовой и финансовой проверки [3].

Системное игнорирование условий открытых лицензий сопряжено с возникновением прямых судебных рисков, влекущих за собой обязанность по выплате существенных денежных компенсаций правообладателям за нарушение исключительных прав на программный код. В отечественной и международной практике судебных разбирательств, связанных с нарушением условий открытых лицензий, расходы на юридическое представительство и экстренный рефакторинг системы могут в десятки раз превышать стоимость плановой разработки аналогичного функционала с нуля. Именно поэтому внедрение систем автоматизированного анализа состава программного обеспечения должно рассматриваться не только как техническая задача, но и как обязательный элемент маркетинговой стратегии компании. Применение систем анализа состава ПО позволяет в режиме реального времени идентифицировать все зависимости, определять типы лицензий и формировать подробные отчеты о составе программного обеспечения. С позиции маркетинга в сфере ИТ наличие подтвержденного и юридически чистого состава продукта является мощным инструментом продаж, особенно при работе с крупными корпоративными заказчиками и государственным сектором, где требования к прозрачности прав и информационной безопасности являются приоритетными [4].

Важно понимать, что стратегия снижения правовых рисков не должна сводиться к тотальному запрету на использование открытого кода, так как это неизбежно приведет к технологической стагнации и потере рыночных позиций. Напротив, эффективная модель управления ИТ-активами предполагает создание гибкой многоуровневой архитектуры, в которой компоненты под различными лицензиями взаимодействуют друг с другом без нарушения юридических границ. Например, использование копилефтных модулей в качестве независимых микросервисов, связанных с основным ядром системы через сетевые протоколы, позволяет использовать инновационный потенциал открытого сообщества, не подвергая риску закрытую часть проприетарного кода. Такой подход требует тесного взаимодействия между техническими архитекторами, юристами и экономистами, что в конечном итоге обеспечивает наилучшее соотношение между стоимостью владения, скоростью разработки и защищенностью интеллектуального капитала компании. В долгосрочной перспективе именно те организации, которые выстроили системный процесс управления открытым кодом, демонстрируют более высокую маржинальность и устойчивость к внешним правовым претензиям.

Экономическое обоснование внедрения ПО с открытым исходным кодом также включает в себя анализ снижения рисков безопасности, так как открытость кода способствует более быстрому обнаружению и устранению уязвимостей силами глобального сообщества. Это снижает потенциальные расходы на ликвидацию последствий киберинцидентов, которые для современных ИТ-компаний могут исчисляться миллионами долларов. Таким образом, инвестиции в обеспечение лицензионного соответствия и внедрение автоматизированных средств верификации кода следует рассматривать как форму страхования бизнеса от специфических правовых и технологических рисков. Продукт, обладающий сертификатом лицензионного соответствия и прозрачной структурой зависимостей, имеет значительно более высокие шансы выхода на международные рынки, где вопросы соблюдения интеллектуальных прав жестко регламентированы законодательством. В конечном итоге контроль над использованием ПО с открытым исходным кодом переходит из категории вспомогательных технических задач в разряд ключевых управленческих функций, направленных на повышение рыночной стоимости организации и достижение оптимального соотношения между снижением затрат и защитой интеллектуальных прав.

Проведенное исследование подтверждает, что экономическая эффективность интеграции открытого кода напрямую коррелирует со зрелостью процессов управления интеллектуальной собственностью. Внедрение ПО с открытым исходным кодом является стратегически необходимым шагом для ускорения производственных циклов, однако реализация этого потенциала возможна лишь при строгом обеспечении лицензионной чистоты. Использование инструментов автоматизированного аудита и грамотное архитектурное проектирование позволяют нейтрализовать риски, связанные с разрешительными и копилефтными моделями лицензирования, сохраняя коммерческую ценность проприетарных активов. В современных условиях доказанное лицензионное соответствие становится фундаментальным атрибутом качества ИТ-продукта, минимизирующим финансовые потери и обеспечивающим маркетинговую привлекательность компании на глобальном рынке. Итоговая модель развития ИТ-отрасли должна базироваться на взаимодействии открытых инноваций и правовой дисциплины, что гарантирует защиту интеллектуального капитала при достижении высокой операционной прибыльности.

Список использованных источников:

1. Шереметьева, А. К. Правовые риски использования открытого программного обеспечения в коммерческих проектах / А. К. Шереметьева // Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права. – 2021. – № 5. – С. 34–42.

2. Калятин, В. Т. Право интеллектуальной собственности. Правовое регулирование программного обеспечения : учебное пособие для вузов / В. Т. Калятин. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 234 с.

3. Агамагомедова, С. А. Особенности лицензионного комплаенса в сфере ИТ-технологий / С. А. Агамагомедова // Право и экономика. – 2022. – № 11. – С. 58–63.

4. Войниканис, Е. А. Право интеллектуальной собственности в цифровую эпоху: парадигма прав доступа / Е. А. Войниканис. – Москва : Ирис Групп, 2013. – 560 с.

УДК 005.57:334.722

37. СТРАТЕГИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ВНУТРЕННЕЙ КОММУНИКАЦИИ В ИТ-КОМПАНИЯХ

Баранова А.С., магистрант гр.476541

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Борботько В.В. – канд. экон. наук, доцент

Аннотация. В условиях цифровой экономики и постоянно меняющегося рынка эффективность ИТ-компаний напрямую зависит от качества внутренних коммуникаций. В данной статье рассматриваются теоретические основы, ключевые особенности, цифровые инструменты, а также основные барьеры коммуникационных процессов в ИТ-среде. Целью работы является определение ключевых стратегий повышения эффективности внутренней коммуникации. Автором обосновывается необходимость перехода от разрозненных каналов к единой коммуникационной системе, делается акцент на развитии культуры обратной связи и роли специализированных цифровых решений.

Ключевые слова. Цифровые каналы коммуникации, электронное взаимодействие, IT-компании, внутренние коммуникации, коммуникационная стратегия, цифровые технологии.

Современные ИТ-компании функционируют в условиях высокой скорости технологических изменений, проектной организации труда и глобальной распределённости команд. В таких условиях внутренние коммуникации становятся ключевым инструментом координации деятельности сотрудников и управления знаниями. Эффективная система внутренней коммуникации является одним из факторов повышения производительности труда и качества разработки программных продуктов, а также укрепления корпоративной культуры.

Несмотря на широкое использование цифровых технологий в коммуникации, многие ИТ-компании сталкиваются с проблемами информационной перегрузки, недостаточной координации команд и неэффективного обмена знаниями, что приводит к потери управляемости внутренними коммуникациями и может снизить эффективность сопровождаемых проектов и уровень вовлечённости сотрудников.

Внутренняя коммуникация в современных организациях представляет собой не просто инструмент обмена сведениями, а сложную, структурированную совокупность информационных каналов. В академической литературе данная система рассматривается как фундаментальный фактор, определяющий конкурентоспособность предприятия и его способность к долгосрочному выживанию в условиях современного рынка. Эффективно выстроенные коммуникационные потоки обеспечивают прозрачность управленческих решений, способствуют синхронизации действий различных подразделений и позволяют каждому сотруднику осознать свою роль в реализации глобальной миссии компании. Более того, эмпирические исследования подтверждают прямую корреляцию между качеством внутреннего взаимодействия и финансовыми показателями организации, так высокий уровень вовлеченности персонала, достигаемый через открытость и информированность, способен увеличить прибыльность организации более чем на 20% [2]. Таким образом, внутренняя коммуникация выступает стратегическим фактором, который трансформирует корпоративные ценности из декларативных формулировок в основу ежедневной операционной деятельности.

Информационно-коммуникационная среда организаций в последние десятилетия существенно изменились. Произошел переход к принципиально новым формам коммуникации, которые значительно отличаются по содержанию и техническим характеристикам, меняют состояние всей внутренней и внешней среды организации, ориентированы на высокую скорость обмена и цифровое представление информации [4]. Для высокотехнологичных ИТ-компаний, где проекты требуют слаженной работы множества команд, а сотрудники часто работают в гибридном формате, внутренние коммуникации перестают быть вспомогательной функцией и становятся основой конкурентоспособности. Внутренние коммуникации обеспечивают не только обмен информацией, но и формирование корпоративной культуры, укрепление ценностей компании и повышение уровня вовлеченности персонала [2]. Однако, несмотря на признание значимости, многие организации сталкиваются с проблемой недостаточной эффективности коммуникационных процессов, что актуализирует необходимость поиска стратегических подходов к их управлению.

Теоретическая основа понимания культуры обратной связи в организациях, особенно в контексте развития ИТ, основана на обширном изучении литературы, охватывающей множество дисциплин. Система активной коммуникации в организациях широко изучалась в литературе по менеджменту, где она рассматривается как важнейший элемент построения «обучающейся организации». Согласно Питеру Сенге, в «обучающейся организации» люди постоянно расширяют свои возможности для достижения результатов, которых они действительно желают, где культивируются новые уровни и формы мышления,

высвобождаются коллективные устремления и сотрудники постоянно учатся видеть целостную картину [3].

В структуре коммуникационной системы предприятия выделяют четыре ключевые составляющие, а именно социальную подсистему, отражающую уровень квалификации персонала и психологические особенности взаимодействия, техническую составляющую, включающую аппаратное и программное обеспечение вместе с каналами связи, информационную составляющую, отвечающую за полноту и актуальность внутренних данных, а также управленческую составляющую, определяющую методы планирования и регулирования информационных потоков [1]. Эффективная коммуникация требует внимания ко всем этим элементам, так как сбой в любом из них неизбежно ведет к снижению результативности обмена информацией и, как следствие, к ухудшению общих бизнес-показателей.

Коммуникационные процессы в ИТ-сфера обладают специфическими чертами, среди которых особое место занимает работа в гибридном формате и географическая распределенность команд, что требует иных подходов к синхронизации действий по сравнению с классическими организационными структурами [5]. Кроме того, в основе применяемого в деятельности IT-компаний программного обеспечения лежат гибкие методологии, такие как Agile, Scrum и Kanban, которые по своей природе итеративны и требуют постоянного обмена мнениями между членами команды и заказчиком, превращая обратную связь в неотъемлемый элемент производственного цикла. Для ИТ-компаний характерна высокая ценность корпоративной культуры, которая, по оценке экспертов, присутствует во всех сферах жизнедеятельности сотрудников, и именно эта культура становится ключевым фактором удержания персонала и привлечения сильных специалистов [2]. Именно внутренние коммуникации выступают тем инструментом, который транслирует ценности компании на всех уровнях, превращая обычных сотрудников в лояльных, добровольно продвигающих и защищающих репутацию компании. Таким образом, внутренний коммуникатор, или внутриком, в ИТ выполняет не только сугубо информационную, но и важную идеологическую функцию, помогая каждому сотруднику — от линейного специалиста до топ-менеджера — осознать свою роль в реализации миссии компании и задавая тем самым нужный вектор развития бизнеса.

Цифровая трансформация предоставила современным компаниям широкий спектр инструментов для оптимизации внутренних связей, которые можно классифицировать по их функциональному назначению. Особое значение в последнее время приобретают мессенджеры и чат-боты, которые обеспечивают быструю оперативную связь и позволяют автоматизировать множество рутинных задач, включая добавление и удаление сотрудников из корпоративных чатов, сбор статистики активности и поддержку так называемого «белого списка» экспертов, которые покинули компанию, но несмотря на это администратор группы принимает решение не исключать их из чата, а оставить их для доступа к экспертизе проектов компании [5]. Не менее важны инструменты совместной работы, такие как CRM-системы, платформы управления проектами с функциями проверки кода и рецензирования, а также сервисы для проведения вебинаров и организации онлайн-курсов, которые позволяют наладить непрерывный процесс обучения и обмена знаниями. Кроме того, существуют специализированные платформы для сбора обратной связи, проведения опросов и организации системы оценки 360 градусов, при которой сотрудники получают анонимную критику или мнение от коллег, подчиненных и руководителей, дает всестороннее представление о влиянии и результатах деятельности человека, охватывая различные точки зрения и способствуя культуре открытости и целостного самосовершенствования [3]. Использование вышеупомянутых цифровых инструментов дает руководству возможность получать объективную картину удовлетворенности сотрудников и своевременно корректировать коммуникационную политику. Ключевым условием успеха является не просто наличие этих инструментов, а их глубокая интеграция в единую экосистему, позволяющую создать бесшовную коммуникационную среду, где обмен информацией становится естественной и неотъемлемой частью повседневного рабочего процесса.

Несмотря на обилие доступных технологических решений, ИТ-команды продолжают сталкиваться с целым рядом серьезных барьеров, которые можно сгруппировать по нескольким направлениям. Прежде всего, это организационные барьеры, уходящие корнями в иерархические структуры управления, где обратная связь традиционно движется только сверху вниз, что неизбежно подавляет инициативу рядовых сотрудников и создает разрыв между уровнями управления. К этой же категории относится недостаточная координация между отделами, приводящая к дублированию функций, рассогласованности действий и, как следствие, к снижению общей продуктивности. Вторую группу составляют технологические проблемы, связанные с избыточностью каналов коммуникации, когда информация одновременно поступает из множества источников, создавая шум и перегрузку, а также с техническими сложностями идентификации сотрудников в мессенджерах и обеспечением безопасности конфиденциальных данных. Психологические барьеры занимают особое место в этом ряду: многие сотрудники испытывают страх перед критикой, опасаясь негативной реакции на свои предложения или замечания, проявляют сопротивление любым изменениям, а также сталкиваются с трудностями понимания из-за обилия профессионального сленга и семантических особенностей используемых терминов [3]. Последним ключевым барьером является проблема информационных перегрузок, вызванная избытком данных и многочисленными уведомлениями, либо, напротив, нахождение в ситуации дефицита своевременной и релевантной

информации, необходимой для принятия решений, что в равной степени негативно сказывается на эффективности их работы.

Обобщая результаты анализа ряда научных источников, можно выделить комплекс взаимосвязанных стратегий, направленных на системное повышение эффективности внутренних коммуникаций в ИТ-компаниях. Первой и основополагающей является стратегия построения единой коммуникационной системы, которая предполагает отказ от использования разрозненных и не связанных между собой каналов в пользу целостной интегрированной среды. Этапы её построения включают тщательный анализ текущих каналов и методов коммуникации, выбор подходящей платформы и объединение всех каналов через программные интерфейсы, обязательное обучение сотрудников работе в новой системе и, наконец, постоянный мониторинг эффективности по ключевым показателям, таким как уровень вовлеченности сотрудников, скорость распространения информации и степень удовлетворенности коммуникацией [4]. Второй стратегией выступает развитие культуры обратной связи, что особенно критично для ИТ-сферы. Эта стратегия требует от руководства активного моделирования желаемого поведения, включая открытый запрос обратной связи от подчиненных, организацию регулярных ретроспектив и встреч «один на один», а также проведение систематических тренингов, направленных на обучение сотрудников навыкам конструктивной и экологичной критики. Третья стратегия связана с автоматизацией коммуникационных процессов, практическая значимость которой была обозначена в исследовании Фролова Ю.В. и Шепелевой Е.В., показавшем, что внедрение специализированных Telegram-ботов позволяет сократить временные затраты менеджеров на поддержание актуальности корпоративных чатов практически втрое — с трех-пяти часов до одного-двух часов в неделю [5]. Автоматизация таких операций, как адаптация новых сотрудников, своевременное удаление уволенных из баз данных, сбор и первичный анализ статистики, высвобождает ценные временные ресурсы для решения более сложных и творческих задач по развитию персонала и выстраиванию стратегических коммуникаций. Четвертая стратегия – это персонализация и сегментация коммуникационных потоков, предполагающая тщательный учет специфических потребностей различных целевых групп внутри компании, будь то топ-менеджмент, линейные специалисты, технические эксперты или новые сотрудники. Это может выражаться в создании специализированных профессиональных чатов, тематических дайджестов или адаптированных обучающих курсов, учитывающих текущий уровень компетенций получателей. Еще одной объединяющей стратегией является глубокая интеграция коммуникационной политики с корпоративной культурой и стратегическими целями компании. Коммуникации не должны существовать в отрыве от миссии и ценностей, так как их задача — не просто информировать, но и вдохновлять, укреплять командный дух, создавать ощущение сопричастности каждого сотрудника к общему делу, что достигается через сторителлинг, проведение корпоративных мероприятий, поддержание традиций и культивирование неформального общения [6].

Проведенный анализ позволяет сделать обоснованный вывод о том, что эффективная внутренняя коммуникация в современных ИТ-компаниях представляет собой сложное явление, требующее системного и стратегического подхода к своему управлению. Она не сводится лишь к внедрению новейших цифровых инструментов, хотя такие инструменты, от корпоративных порталов до интеллектуальных ботов, играют важнейшую роль в оптимизации информационных потоков. Ключевыми стратегиями, позволяющими адекватно отвечать на вызовы высокодинамичной цифровой среды, выступают создание единого бесшовного коммуникационного пространства, целенаправленное культивирование психологически безопасной среды, поощряющей открытый диалог и конструктивную обратную связь, последовательная автоматизация рутинных процессов, а также жесткая привязка всей коммуникационной политики к стратегическим целям бизнеса и ценностям корпоративной культуры. Только комплексное и взаимоувязанное применение данных стратегий позволяет ИТ-компаниям эффективно нивелировать риски информационных перегрузок, преодолевать иерархические и психологические барьеры и превращать внутренние коммуникации из вспомогательной функции в мощный драйвер инновационного развития и устойчивого конкурентного преимущества.

Список использованных источников:

1. Болдырева, Н.В. Роль и значение внутренних коммуникаций в условиях современного бизнеса // Вестник Евразийской науки. – 2018. – Т. 10. – № 1.

2. Ватлина, Д.В. Инструменты бизнес-коммуникаций в крупных IT-компаниях: мнение экспертов // Коммуникология: электронный научный журнал. – 2024. – Т. 9. – № 2. – С. 105-113.

3. Лисай, В.Э. Формирование культуры обратной связи в управлении ИТ-разработкой // Инновационная наука. – 2024. – № 5-1. – С. 57-65.

4. Рудакова, О.Ю., Башмакова, Н.Ю., Рудакова, Т.А. Управление коммуникациями в современных организациях: проблемы и решения // Управление современной организацией: опыт, проблемы и перспективы. – 2024. – № 21. – С. 22-33.

5. Фролов, Ю.В., Шепелева, Е.В. Использование ботов для повышения эффективности коммуникаций в бизнес-процессах ИТ-компании // Вестник МГПУ. Серия «Экономика». – 2024. – № 2 (40). – С. 99-108.

6. Шахгираев, И.У., Диндигова, М.А., Мукаева, Ш.С-М. Основные компоненты коммуникационной системы предприятия // Сборник трудов по проблемам экономики и управления. – 2024. – С. 407-412.

UDC 005.57:334.722

STRATEGIES FOR EFFECTIVE INTERNAL COMMUNICATION IN IT COMPANIES

Baranova A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borbotko V.V. – PhD in Economics, Associate Professor

Annotation. In the context of the digital economy and an ever-changing market, the effectiveness of IT companies depends directly on the quality of their internal communications. This article examines the theoretical foundations, key characteristics, digital tools, and major barriers to communication processes within the IT environment. The aim of this work is to identify key strategies for improving the effectiveness of internal communication. The author argues for the need to move from disparate channels to a unified communication system, emphasizing the development of a feedback culture and the role of specialized digital solutions.

Keywords. Digital communication channels, electronic interaction, IT companies, internal communications, communication strategy, digital technologies.

УДК 338.24

38. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОВРЕМЕННУЮ РЕКЛАМНУЮ КОММУНИКАЦИЮ

Чой А. К., студент гр. 573903
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н.Н. – канд. эконом. наук

Аннотация: в работе исследуется парадокс внедрения искусственного интеллекта в рекламную коммуникацию: почему технологии, повышающие эффективность производства, вызывают отторжение у потребителей. Широкое использование ИИ для создания рекламного контента вступает в противоречие с психологией восприятия, что приводит к потере доверия к брендам и снижению коммерческих показателей, несмотря на технологические преимущества.

Ключевые слова: рекламная коммуникация, искусственный интеллект.

Введение. Искусственный интеллект совершил стремительную эволюцию от инструмента анализа данных до полноценного креативного дизайнера. Глобальный рынок ИИ в маркетинге, по оценке Research and Markets, вырос с 15,84 млрд долл. в 2021 г. до прогнозируемых 107,5 млрд долл. в 2028 г. (CAGR 31,6%). Технологический прорыв в областях машинного обучения, компьютерного зрения и обработки естественного языка позволил создавать фотореалистичные изображения, убедительные тексты и персонализированный видеоконтент.

Однако внедрение ИИ в креативную сферу, особенно в рекламу — область, построенную на убеждении и эмоциональной связи, — выявило глубокий парадокс. С одной стороны, технология обеспечивает операционную эффективность: по данным McKinsey, автоматизация креативных процессов может снизить затраты на производство контента на 30–50%. С другой — она сталкивается с системным сопротивлением на экономическом, социальном и культурном уровнях. Цель работы — комплексный анализ причин этого сопротивления и обоснование тезиса о допустимости использования ИИ исключительно как инструмента, но не как конечного продукта коммуникации.

Рекламная индустрия интегрирует ИИ на нескольких стратегических уровнях, что можно представить в следующих утверждениях:

Генерация креатива (DALL-E, GPT-4, Synthesia) — сокращение времени и издержек на производство контента; 83% компаний интегрируют ИИ в создание контента (пример: Ahrefs).

Оптимизация и аналитика (алгоритмы прогнозирования, компьютерное зрение) — повышение релевантности и конверсии; рост внедрения — 35% в год (пример: Gartner).

Персонализация (рекомендательные системы, чат-боты) — углубление вовлеченности; 72% потребителей ожидают персонализированного взаимодействия (пример: Salesforce).

Ведущие мировые бренды демонстрируют сбалансированный подход. HubSpot использует ИИ для генерации черновиков блогов, сокращая время продакшна на 50%, но финальная редактура и расстановка акцентов остаются за людьми, что привело к росту трафика на 14%. Cleveland Clinic применяет GPT-4 для создания структурированных и понятных пациентам медицинских материалов, но каждый факт проверяется врачами. Etsy автоматизировала локализацию описаний товаров для новых рынков, сохранив при этом «теплый» тон бренда через финальный человеческий контроль.

Таким образом, успешные кейсы строятся на модели «ИИ как соавтор», где машина берет на себя рутину и масштабирование, а человек — стратегию, эмоциональную окраску, экспертизу и финальное одобрение. Проблемы начинаются там, где эта модель нарушается, и ИИ-контент преподносится как законченный продукт.

Эмпирические данные, включая мета-анализ исследований и A/B-тесты цифровых агентств, выявляют три взаимосвязанных барьера почему мозг саботирует ИИ-коммуникацию?

1. Кризис доверия и смена контекста восприятия. В слепом тесте Технического университета Мюнхена ИИ-баннеры показали кликабельность (CTR) на 28% выше, чем профессиональные стоковые фото. Однако при явном указании на искусственное происхождение контента, по данным Bynder, 52% респондентов отмечают снижение вовлеченности и доверия к бренду. Происходит подмена фрейма оценки: с вопроса «Насколько это полезно/красиво?» на «Насколько этот бренд со мной честен?». В сознании потребителя ИИ-контент ассоциируется с «безличным» (68%), «ленивым» (45%) и «не заслуживающим доверия» (52%)(рисунок 1).

The campaigns cost a total of $449.91, generating 173,022 impressions and 907 clicks. This translates into an average CTR of .52%. Table 5 reports the CTRs for all banner ads.

Rank	Model	CTR	Impressions	Clicks	CPC	Spend	Campaign
1	DALL-E 3	.80%	16,579	133	$ .38	$ 49.99	A
2	Midjourney v6	.54%	19,310	105	$ .48	$ 49.99	A
3	Imagine	.54%	19,851	107	$ .47	$ 49.99	A
4	Stock Photo	.53%	18,531	98	$ .51	$ 49.99	A
5	Stock Photo	.52%	19,606	101	$ .49	$ 49.99	B
6	Imagen 2	.51%	19,170	97	$ .52	$ 49.99	B
7	Firefly 2	.49%	19,612	97	$ .52	$ 49.99	B
8	Realistic Vision	.43%	20,348	88	$ .57	$ 49.99	B
9	SDXL Turbo	.40%	20,015	81	$ .62	$ 49.99	A
Total			**173,022**	**907**		**$449.91**	

Рисунок 1 — Фото от нейросетей обошли по количеству кликов профессиональные фото на 28%.Взято из статьи: "The power of generative marketing: Can generative AI create superhuman visual marketing content?"

2. Дефицит аутентичности и «моральное отвращение». Исследования профессора Коллин Кирк зафиксировали «эффект авторства ИИ»: эмоциональные сообщения, созданные ИИ, воспринимаются как на 40% менее искренние, чем идентичные человеческие. Это вызывает чувство, описываемое в литературе как «моральное отвращение» — интуитивное неприятие нарушения негласных норм аутентичной коммуникации. На рисунке 2 видно, что сферах с высокой эмоциональной нагрузкой (финансы, медицина, благотворительность) эффект усиливается, а лояльность к бренду и NPS могут снижаться на 15–25% после раскрытия факта использования ИИ для эмоционального обращения.

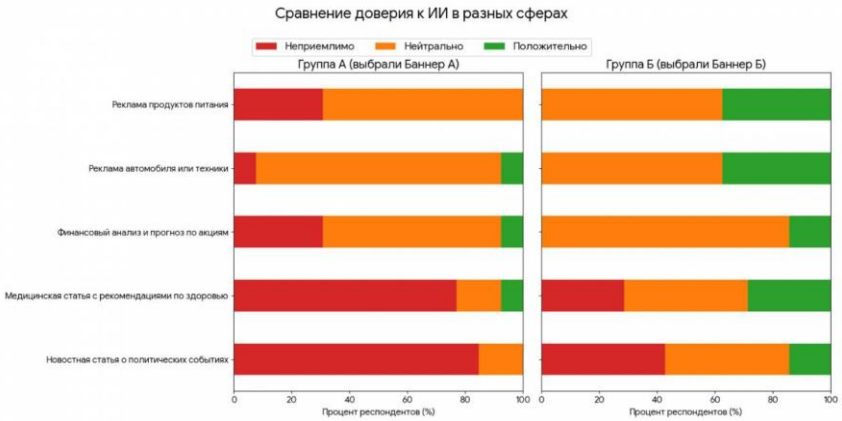


Рисунок 2 — Сравнение доверия к ИИ в разных сферах

3. Подсознательное отторжение и феномен «зловещей долины». Даже технически безупречные ИИ-изображения часто содержат микроаномалии: статистически усредненные черты лица, «стеклянный» взгляд, физически невозможная симметрия, ошибки в деталях. Исследования показывают, что при взгляде на такие изображения активируются островковая доля мозга и миндалевидное тело, отвечающие за обработку отвращения и тревоги. Этот подсознательный защитный механизм невозможно переубедить логически; в рекламе он ведет к снижению времени взаимодействия с креативом и негативному отношению к бренду. Данный феномен изображен на рисунке 3.

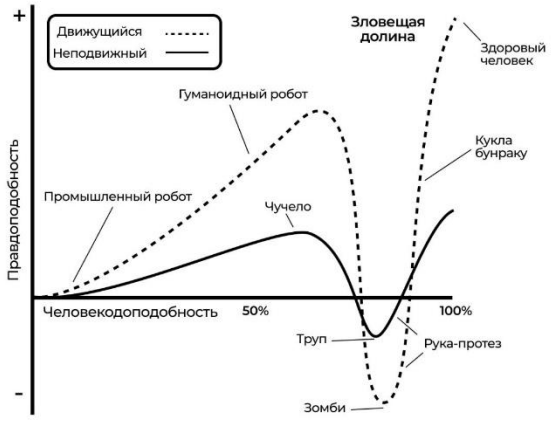


Рисунок 3 — Феномен «зловещей долины»

Кейс Vogue и Guess (август 2025). Кампания бренда Guess в печатном выпуске Vogue с полностью сгенерированной ИИ моделью на рисунке 4 вызвала волну отписок (несколько тысяч за первые две недели), хэштеги #BoycottVogue и #AILies набрали миллионы просмотров. Инсайдеры индустрии назвали кампанию «актом отчаяния и сокращения издержек», подрывающим годы борьбы за разнообразие. Прямые финансовые потери от отписок стали лишь частью ущерба; главный удар пришелся на доверие и авторитет брендов. Для Guess рекламная кампания превратилась в дискуссию об этике, а не о продукте, размыв маркетинговое сообщение.

Рисунок 4 – Модель, сгенерированная ИИ в журнале от Vogue

Падение коммерческих показателей. Анализ эффективности кампаний, чрезмерно полагающихся на ИИ-генерацию, показывает устойчивую негативную динамику: контент, созданный по шаблону, демонстрирует показатель отказов на 40–60% выше, чем экспертные материалы. На рисунке 5 можно увидеть, что до 70% генерируемого ИИ контента классифицируется аудиторией как «белый шум» — он не запоминается, не вызывает эмоционального отклика и не ведет к целевым действиям.

Рисунок 5 — Обсуждение скандала на платформе Reddit

SEO-риски: массированная публикация поверхностного ИИ-контента без человеческой экспертизы приводит к падению позиций сайта. Например, у издания CNET после автоматической публикации ИИ-статей трафик упал более чем на 30% за несколько месяцев.

Эксперименты FMCG-брендов (включая Coca-Cola) с ИИ для создания рекламных роликов показывают схожую картину: высокие охваты за счет низкой стоимости производства не конвертируются в глубину вовлечения и покупки(рисунок 6).

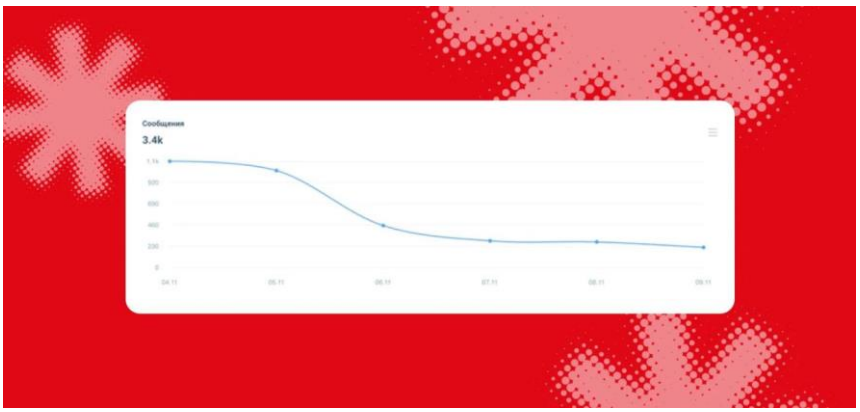


Рисунок 6 — Уменьшение охватов просмотров рекламы Coca-cola в 2025 году

Информационный каннибализм: фундаментальное технологическое ограничение ИИ. Помимо психологических и коммерческих рисков, существует фундаментальное технологическое ограничение — «информационный каннибализм» (коллапс модели). Исследование, опубликованное в

Nature, показало, что обучение новых языковых моделей на данных, сгенерированных предыдущими ИИ, ведет к быстрой деградации качества. Ошибки и статистические артефакты накапливаются, модель «забывает» редкие языковые конструкции и начинает воспроизводить однородный, шаблонный контент. В эксперименте Кембриджа девятая итерация модели выдала бессмысленный текст о «хвостатых зайцах в соборе Св. Иоанна» вместо статьи по английской церковной архитектуре. По мере иссякания запасов уникального человеческого контента в интернете (по оценкам, к 2026–2032 гг.) стоимость производства надежных моделей будет экспоненциально расти. Таким образом, долгосрочное использование ИИ для создания конечного контента без постоянной «подпитки» человеческим творчеством ведет в технологический тупик.

Заключение. Проведенный комплексный анализ позволяет сформулировать однозначный вывод: искусственный интеллект — это инструмент в стадии активного развития, но его природа и ограничения делают его непригодным для роли финального творца в рекламной коммуникации.

ИИ демонстрирует максимальную эффективность и этическую приемлемость в роли мощного ассистента, инструмента аналитики и элемента креативной концепции. Будущее успешной рекламы лежит не в противостоянии человека и машины, а в их грамотном взаимоотношении, где технология расширяет возможности, а человек сохраняет за собой роль смыслового и эмоционального арбитра.

Список использованных источников:

1. ИИ-модель в журнале Vogue — угроза, считают эксперты[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://prodelo.by/ii-model-v-reklame-guess-ugroza-schitayut-eksperty/

2. Does this look like a real woman? AI model in Vogue raises concerns about beauty standards[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.bbc.com/news/articles/cgeqe084nn4o

3. Почему наш мозг саботирует ИИ-рекламу: три причины[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://share.google/Xr5tqMCgquwqBKaEW

4. Почему ИИ-контент убивает продажи и как его превратить в магнит для клиентов[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://genius.space/ru/lab/pochemu-ii-kontent-ubivaet-prodazhi-i-kak-ego-prevratit-v-magnit-dlya-klientov/

5. ИНФОРМАЦИОННЫЙ «КАННИБАЛИЗМ»: почему ИИ коллапсируют и выдают откровенную чепуху[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://share.google/JlQPXd06misHCvCgj

UDC 338.24

ECONOMIC AND TECHNOLOGICAL BARRIERS TO THE INTRODUCTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN ADVERTISING COMMUNICATION

Choi A. K.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Zhinskaya N. N. – PhD in Economics

Annotation. The paper examines the paradox of the introduction of artificial intelligence in advertising communication: why technologies that increase production efficiency cause consumer rejection. The widespread use of AI to create advertising content conflicts with the psychology of perception, which leads to a loss of trust in brands and a decrease in commercial performance, despite technological advantages.

Keywords. Advertising communication, artificial intelligence..

39. ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ЛОГИСТИКИ

Белоус К.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – кандидат экономических наук, доцент

В работе рассматривается стратегическая важность интеграции технологий Интернета вещей в производственные и логистические процессы Республики Беларусь для перехода к управлению на основе данных. Описываются практические преимущества цифровизации: от предиктивного обслуживания оборудования и оптимизации цепочек поставок до внедрения новых бизнес-моделей на примере предприятий вроде «БелАЗ» и «МТЗ». Важную роль в развитии этих технологий играет Указ Президента № 8 «О развитии цифровой экономики», создавший льготные условия для резидентов Парка высоких технологий и стимулировавший разработку отечественных IoT-решений. Несмотря на существующие вызовы, сочетание государственной поддержки и практической потребности бизнеса делает цифровую трансформацию белорусской экономики необратимым и перспективным процессом.

Интернет вещей и его промышленная разновидность — промышленный интернет вещей — представляют собой сеть физических объектов, оснащённых датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными в реальном времени. Для Беларуси с её промышленным потенциалом и развитым сектором высоких технологий интеграция таких решений — стратегическая необходимость, позволяющая перейти от интуитивного управления к принятию решений на основе данных.

Ключевой аспект внедрения — выбор протокола связи в зависимости от задач. Протокол NB- IoT обеспечивает энергоэффективную передачу малых объёмов данных на 10–15 км и подходит для мониторинга оборудования. Технология LoRaWAN отличается низким энергопотреблением и дальностью до 20 км при низкой стоимости развёртывания. Стандарты Wi-Fi 6 и Bluetooth 5.0 эффективны для локальных сетей и складских решений. Протокол LTE-M и перспективная технология 5G обеспечивают мобильность и сверхнизкие задержки, что критично для автономной техники и робототехники. Часто применяется гибридный подход для баланса функциональности и стоимости.

Экономическая эффективность внедрения подтверждается исследованиями: снижение затрат на техобслуживание на 20–30%, уменьшение незапланированных простоев на 40–50%, рост общей эффективности производства на 15–25%. В логистике оптимизация маршрутов экономит 10–15% топлива и снижает потери грузов. Компании получают возможность переходить к новым бизнес- моделям, таким как «оборудование как услуга» [1]. По данным Белстата (2024), технологии интернета вещей используют 21,5% организаций Беларуси, радиочастотную идентификацию — 15,3%, решения на основе искусственного интеллекта — менее 6%, что указывает на значительный потенциал роста при благоприятной основе: 99,3% организаций используют интернет, 41,2% — облачные сервисы.

Практика внедрения в Беларуси демонстрирует успешные кейсы. Холдинг «БелАЗ» реализует концепцию «интеллектуального карьера»: самосвалы с датчиками обновляют данные каждую секунду, отслеживая местоположение, расход топлива и техническое состояние, что позволяет предлагать сервис на основе реальных данных. «Савушкин продукт» интегрировал около 80 роботов и создал лабораторию робототехники с вузами для подготовки кадров. Агротех-стартап OneSoil (резидент Парка высоких технологий) использует спутниковые данные и датчики интернета вещей для анализа полей, обеспечивая фермерам экономию до 30% на удобрениях и рост урожайности на 10–25% [2]. В логистике системы отслеживания грузов ускоряют прохождение границ и повышают привлекательность транзитных коридоров.

Правовую основу развития цифровой экономики составляют Стратегия цифровой трансформации до 2025 года, Указ № 8 «О развитии цифровой экономики» с льготами для Парка высоких технологий, Государственная программа «Цифровая экономика и информационное общество» (2021–2025), а также законы о защите персональных данных и кибербезопасности [3]. Ключевой инфраструктурный вызов — развитие сетей 5G для задач реального времени, а также внедрение граничных вычислений и развитие национальных дата-центров для обработки данных ближе к источнику их генерации [4].

Масштабирование решений сдерживается дефицитом кадров на стыке промышленности, анализа данных и кибербезопасности. В ответ создаются учебные модули в вузах совместно с резидентами Парка высоких технологий, корпоративные лаборатории и цифровые симуляторы для обучения персонала. Вопросы кибербезопасности требуют многоуровневой защиты: шифрование данных, многофакторная аутентификация устройств, сегментация сетей, регулярное обновление прошивок и мониторинг аномальной активности с применением алгоритмов искусственного интеллекта [5].Перспективы ускорения трансформации включают стимулирование пилотных проектов через гранты и налоговые льготы, развитие «регуляторных песочниц» для тестирования технологий, усиление кооперации бизнеса, науки и ИТ-компаний, а также демонстрацию успешных кейсов с расчётом окупаемости инвестиций. Дополнительно растёт роль цифровых двойников, позволяющих моделировать изменения виртуально

перед внедрением, и национальной системы спутникового мониторинга для управления распределёнными объектами инфраструктуры.

Важным направлением становится развитие аналитических платформ, которые преобразуют сырые данные в практические рекомендации для руководителей предприятий. Малый и средний бизнес получает доступ к облачным решениям, что снижает порог входа в цифровизацию и позволяет конкурировать с крупными игроками. Экологический эффект от внедрения умных технологий проявляется в снижении энергопотребления и оптимизации использования природных ресурсов.

Международное сотрудничество в рамках ЕАЭС и с европейскими партнёрами способствует обмену опытом и гармонизации технических стандартов. Создание инновационных кластеров на базе промышленных предприятий ускоряет внедрение разработок от идеи до серийного производства. Непрерывное обучение персонала и программы переподготовки становятся залогом успешной адаптации к новым технологическим реалиям. Прозрачность данных и их защита от несанкционированного доступа формируют доверие к цифровым системам со стороны бизнеса и граждан.

Цифровизация производственных процессов способствует повышению гибкости предприятий и их способности быстро реагировать на изменения рыночного спроса. Внедрение интеллектуальных систем управления качеством позволяет выявлять дефекты на ранних стадиях и минимизировать брак. Развитие отечественных решений в сфере интернета вещей создаёт новые экспортные возможности для белорусских ИТ-компаний. Интеграция данных из различных источников формирует единую информационную среду предприятия, устраняя разрозненность систем. Поддержка стартапов и инновационных проектов со стороны государства и частных инвесторов стимулирует появление прорывных технологий. Формирование культуры работы с данными на всех уровнях управления становится важным фактором успешной цифровой трансформации.

Адаптация технологий под специфику белорусских предприятий требует учёта климатических условий, масштабов производства и доступности технической поддержки. Развитие стандартов интероперабельности обеспечивает совместимость оборудования разных производителей и упрощает масштабирование решений. Внедрение систем предиктивной аналитики позволяет прогнозировать спрос и оптимизировать запасы сырья и готовой продукции. Повышение цифровой грамотности населения и руководителей предприятий создаёт благоприятную среду для восприятия инноваций и ускорения трансформационных процессов [6].

Регулярный мониторинг и оценка эффективности внедрённых решений позволяют своевременно корректировать стратегию цифровизации и максимизировать отдачу от инвестиций. Развитие партнёрских отношений между государственными органами, бизнесом и научным сообществом формирует устойчивую экосистему для инноваций. Внедрение гибких методологий управления проектами повышает адаптивность предприятий к изменениям и снижает риски при реализации сложных технологических инициатив. Создание открытых платформ для обмена данными и лучшими практиками способствует ускорению обучения и распространению успешного опыта по всей стране.

Интеграция технологий интернета вещей и его промышленной разновидности в экономику Беларуси — стратегическая необходимость, обусловленная глобальными трендами и потребностью в повышении конкурентоспособности. Сочетание промышленной базы, сильного сектора высоких технологий и государственной поддержки создаёт уникальные условия для формирования цифровой экосистемы нового поколения. Ключевые факторы успеха — опережающее развитие инфраструктуры связи (включая 5G), подготовка междисциплинарных кадров, обеспечение кибербезопасности и масштабирование проверенных пилотных решений. При условии эффективного партнёрства государства и бизнеса цифровая трансформация позволит Беларуси перейти к устойчивой модели роста, основанной на данных, высокой автоматизации и рациональном использовании ресурсов, укрепив позиции страны в регионе как центра технологических инноваций.

Список использованных источников:

1. *Шевченко, В. И. Управление качеством в логистике. Практикум: пособие / В. И. Шевченко. - Минск : БГУИР, 2023. - 132 с.*
2. *Официальный сайт парка высоких технологии: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: park.by*
3. *Указ Президента Республики Беларусь от 21 января 2019 г. № 8 «О развитии цифровой экономики».*
4. *Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 2 февраля 2021 г. №66 «О Государственной программе “Цифровое развитие Беларуси” на 2021-2025 годы».*
5. *Закон Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. «О защите персональных данных».*
6. *Министерство промышленности Республики Беларусь: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: minprom.gov.by.*

40. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АНАЛИЗЕ ЛИЧНЫХ РАСХОДОВ И ФИНАНСОВОГО ПОВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Макаревич А.Д., студент группы 373901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шинкевич Е.А. – канд. физ.-мат. наук, доцент каф.менеджмента

Аннотация. В данной работе исследуются личные расходы и финансовое поведение населения с использованием статистических методов, включая описательную статистику, анализ структуры расходов и корреляционный анализ.

Ключевые слова. Статистические методы, корреляционный анализ, структура потребления.

В современных условиях анализ личных расходов населения является важным направлением экономических исследований, поскольку структура потребления отражает уровень благосостояния и особенности финансового поведения домохозяйств. Изучение расходов позволяет выявлять закономерности распределения доходов и оценивать влияние различных факторов на потребительскую активность.

Статистические методы играют ключевую роль в анализе финансового поведения, обеспечивая объективную обработку данных и выявление взаимосвязей между экономическими показателями. Использование описательной статистики, анализа структуры расходов и корреляционного анализа позволяет получить обоснованные выводы о характере потребления. Статистика позволяет выявить и измерить закономерности развития социально-экономических явлений и процессов, взаимосвязи между ними [1].

Целью данного исследования является анализ личных расходов населения и выявление особенностей финансового поведения на основе статистических методов.

В качестве эмпирической базы исследования используется набор данных «Customer Personality Analysis», содержащий информацию о финансовом поведении потребителей. Датасет включает 2240 наблюдений и 29 переменных, отражающих уровень доходов, структуру расходов и особенности покупательской активности. Следует отметить, что использование эмпирических данных позволяет повысить достоверность полученных результатов и делает исследование более приближенным к реальным условиям. Анализ фактических данных даёт возможность выявить реальные закономерности финансового поведения, а не только теоретические зависимости.

К основным исследуемым показателям относятся годовой доход респондентов (Income), а также расходы по отдельным категориям товаров: мясные продукты, фрукты, рыба, вино, сладости и премиальные товары. Для анализа общего уровня потребления была рассчитана суммарная величина расходов каждого респондента как сумма всех категорий расходов. Кроме того, в исследовании учитываются показатели покупательской активности, включая количество покупок через различные каналы (онлайн, каталог, розничные магазины), а также социально-демографические характеристики.

В работе применяются основные методы статистического анализа.

Так, описательная статистика используется для общей характеристики данных. С её помощью рассчитываются такие показатели, как среднее значение, медиана и стандартное отклонение, что позволяет оценить типичный уровень доходов и расходов, а также степень их разброса. Для оценки вариативности данных применяется дисперсия. Средние величины используются для характеристики типичного уровня признака, тогда как показатели вариации позволяют оценить степень неоднородности совокупности. Их совместное применение является основой анализа статистических данных [2].

Анализ структуры расходов позволяет определить, какую долю в общем объёме потребления занимает каждая категория товаров. Это даёт возможность выявить приоритетные направления расходов и особенности распределения бюджета.

Корреляционный анализ применяется для выявления взаимосвязи между уровнем доходов и величиной расходов. Он позволяет определить, увеличиваются ли расходы при росте дохода и насколько сильна эта зависимость.

Сравнительный анализ используется для сопоставления потребительского поведения различных групп респондентов, например, в зависимости от уровня дохода или способа совершения покупок. Это позволяет выявить различия в финансовых стратегиях и предпочтениях [3].

Проведённый анализ показал, что средний годовой доход респондентов составляет около 52 247 денежных единиц. При этом стандартное отклонение равно 25 147 денежных единиц, что говорит о значительной вариативности значений. Это свидетельствует о существенной дифференциации населения по уровню доходов. Средний объём суммарных расходов составляет около 606 денежных единиц, однако, поскольку стандартное отклонение равно около 602, разброс значений также достаточно велик. Коэффициент вариации, который находится как отношение стандартного отклонения к среднему уровню суммарных расходов, равен 0,99. Это означает, что разброс расходов практически сопоставим со

средним значением, что указывает на высокую неоднородность потребительского поведения. Медианное значение расходов, равное 396 денежных единиц, ниже среднего, что указывает на наличие группы респондентов с высокими расходами, смещающих среднее значение вверх. Таким образом, можно сделать вывод о неоднородности выборки как по доходам, так и по уровню потребления.

Анализ структуры расходов показал, что наибольшую долю в потреблении занимают расходы на вино (около 304 денежных единиц в среднем) и мясные продукты (около 167 денежных единиц). Значительно меньшие значения наблюдаются для других категорий: расходы на рыбу составляют около 38 денежных единиц, на сладости — 27 денежных единиц, на фрукты — 26 денежных единиц, а на премиальные товары — около 44 денежных единиц. Это свидетельствует о том, что основная часть бюджета респондентов направляется на определённые категории товаров, в то время как остальные занимают второстепенное место. Такая структура расходов может отражать потребительские предпочтения и особенности образа жизни исследуемой группы. В целом можно отметить, что расходы распределены неравномерно, с явным преобладанием отдельных категорий.

В ходе исследования была проанализирована зависимость между уровнем дохода и суммарными расходами. Расчёт коэффициента корреляции, равного 0,67, показал наличие положительной связи средней силы. Это означает, что с увеличением дохода, как правило, возрастает и уровень расходов. Однако зависимость не является абсолютно сильной, что указывает на влияние дополнительных факторов, таких как индивидуальные финансовые стратегии, склонность к накоплению или различия в потребительских предпочтениях. Таким образом, доход является важным, но не единственным фактором, определяющим уровень расходов.

Анализ показателей покупательской активности показывает, что респонденты используют различные каналы совершения покупок, включая онлайн-платформы, каталоги и розничные магазины. Это свидетельствует о диверсификации потребительского поведения и адаптации к современным условиям торговли.

Кроме того, различия в структуре покупок могут быть связаны с социально-демографическими характеристиками, такими как возраст, уровень образования и семейное положение. Это подтверждает, что финансовое поведение населения формируется под воздействием совокупности факторов. В целом можно сделать вывод о наличии разнообразных моделей потребительского поведения в исследуемой выборке.

Применение статистических методов при анализе личных расходов и финансового поведения населения является ключевым инструментом для получения объективной и достоверной информации о закономерностях распределения доходов, структуры потребления и особенностях финансовых стратегий домохозяйств. С помощью описательной статистики, анализа структуры расходов, корреляционного и сравнительного анализа удаётся количественно оценить вариативность доходов и расходов, выявить приоритетные направления потребления, определить степень взаимосвязи между доходами и расходами, а также оценить влияние социально-демографических факторов на финансовое поведение. Использование статистики позволяет не только описывать наблюдаемые явления, но и выявлять скрытые зависимости, характерные модели поведения и различия между группами населения, что делает результаты исследования более точными и применимыми для прогнозирования, планирования потребления и разработки рекомендаций в области экономической политики и финансового планирования.

Полученные результаты демонстрируют, что статистические методы позволяют не только описывать текущие модели финансового поведения, но и создавать основу для практического применения в экономическом планировании и прогнозировании потребительской активности. Анализ структуры расходов и взаимосвязей доходов с потреблением может быть использован для разработки программ финансовой грамотности, маркетинговых стратегий и социальных инициатив, направленных на рациональное управление бюджетом домохозяйств. Перспективным направлением дальнейших исследований является расширение эмпирической базы с учётом региональных и сезонных особенностей, а также применение более сложных методов анализа, включая машинное обучение, для выявления скрытых закономерностей и построения прогнозных моделей потребительского поведения.

Список использованных источников:

1. Елисеева, И.И. Общая теория статистики : учеб. пособие / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев. – Москва : Финансы и статистика, 2008. – 656 с.

2. Громыко, Г.Л. Теория статистики : учеб. пособие / Г. Л. Громыко. — Москва : Инфра-М, 2018. – 476 с.

3. Шорохова, И.С Статистические методы анализа : учеб. пособие / И.С. Шорохова, Н.В. Кисляк, О.С. Мариев. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 300 с.

УДК 004.8:331.54

41. ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ТВОРЧЕСКИХ ПРОФЕССИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Красикова О. В., студентка гр. 573903

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н. Н. – канд. эконом. наук

Аннотация. В статье рассматривается влияние генеративного искусственного интеллекта на рынок труда в креативных индустриях. На основе анализа статистических данных, теоретического обзора литературы и экспертных интервью выявлены зоны профессиональной уязвимости традиционных творческих специальностей. Предложена модель компетенций специалиста нового типа, включающая промпт-инжиниринг, критическое мышление, эмоциональный интеллект, культурно-языковую компетенцию и развитие личного бренда. Определены профессиональные ниши, сохраняющие устойчивость к алгоритмизации. Обоснован вывод о том, что ИИ не обесценивает творческий труд, но требует смещения фокуса с технического исполнения на управление и кураторство.

Ключевые слова. Генеративный искусственный интеллект, творческие профессии, креативные индустрии, трансформация компетенций, промпт-инжиниринг, критическое мышление, эмоциональный интеллект, кураторская функция, личный бренд, культурно-языковая компетенция, рынок труда, цифровая трансформация, насмотренность, профессиональная устойчивость, автоматизация творчества, нейросети, эмпатия, алгоритмизация труда, модель компетенций, занятость

Введение. Генеративный искусственный интеллект (ИИ) является частью жизни современного человека. Его активно используют для решения бытовых задач, для ведения различных бизнес-процессов, а также в творческой деятельности.

Творческие профессии активно используют ИИ как инструмент для создания любых фото и видео, что заменяет целые фотосессии и операторские съёмки; текстов любого объёма, в любом стиле и для любых целей; многих музыкальных и речевых дорожек. В таких условиях активно встаёт проблема занятости или востребованности специалистов творческих направлений (фотографов, визажистов, звуко- и видеооператоров, дизайнеров, стилистов, художников, парикмахеров, копирайтеров, редакторов и т.д.) Масштаб проблемы подтверждается эмпирическими данными: согласно исследованию Хенли Винг Чиу, основанному на анализе 180 млн. вакансий в период с января 2023 по октябрь 2025 года, количество вакансий для компьютерных графиков сократилось на 32,7%, для фотографов — на 28,1%, для писателей — на 27,9% . Алекс Мейхон, бывший генеральный директор Channel 4, прогнозирует, что "все задачи начального уровня, связанные с "черновой работой", исчезнут, потому что они могут выполняться машинами".

Поэтому, ***целью*** этой научной статьи является предложение способов трансформации компетенций специалистов творческих профессий в условиях генеративного искусственного интеллекта для понижения угрозы безработицы или их низкой востребованности. ***Задачей*** *становиться разработка* и обоснование модели компетенций специалистов творческих профессий, обеспечивающей их конкурентоспособностью и экономической устойчивостью в условиях тотального распространения генеративного искусственного интеллекта. ***Предмет*** *исследования* — трансформация профессиональных компетенций и стратегий занятости специалистов творческих профессий (фотографов, видеографов, визажистов, дизайнеров) под воздействием генеративного искусственного интеллекта. ***Объект*** — рынок труда в креативных индустриях в контексте цифровой трансформации и внедрения технологий искусственного интеллекта. ***Методология*** данной работы — теоретический анализ научной литературы по проблеме и эмпирическое исследование трансформации креативного труда, анализ статистических данных рынка труда, экспертные интервью с представителями креативных индустрий.

Основной текст. Идея данной статьи возникла в результате наблюдения за каналом (@Dolly_ai) в известной социальной сети Telegram, посвящённым нейросетям, которые генерируют изображения и видеоролики со звуком. В данном канале периодически появляются тексты для постановки задачи нейросети - промты -, которые предлагаются пользователям для применения к своим фотографиям. В этих промтах подробно описывается поза человека на фото, одежда, причёска, макияж, задний фон, то, как выставлен свет на фото, фильтры, применяемая ретушь, вид камеры, на которую могло бы быть сделано такое фото, ракурс и т.п. То есть, всю долгую, дорогостоющую и трудоёмкую работу, которую раньше совместно могли выполнять фотографы, визажисты, стилисты, парикмахеры и дизайнеры для создания кадров, сейчас по определённому шаблону прописывает один человек. Далее пользователю

(заказчику) остаётся лишь взять заготовленный промт и применить к своему фото. Получение результата займёт от 20-ти секунд до 2-ух минут. Стоимость такой «фотосессии», как правило, окажется в сотни раз меньше. Причём, за небольшой промежуток времени можно попробовать сразу множество образов, локаций и стилей «не выходя из дома».

Похожая ситуация касается индустрии написания текстов. Сейчас нейросети необходимо от 10-ти секунд, до 3-ёх минут, чтобы написать грамотный, развёрнутый, стилистически-единый текст на любую тему, для любой области применения. При этом не тратиться время на подготовку к написанию текста, на изучение материала, на формулировку и связывание мыслей, на редакцию. Востребованность услуг редактора, журналиста, переводчика во многих нишах также становится под угрозу. На сегодняшний день бесчисленное множество таких текстов уже генерируется бесплатно.

Надо сказать, что направления записи речи, и, уж тем более, создания музыки, пока не настолько замещаются, потому что качество таких аудио-дорожек не всегда высокого уровня, чего не скажешь о фото, видео и текстах. Но ИИ стремительно эволюционирует, в скором времени и звуковая индустрия может начать заменятся продуктами нейросетей.

Таким образом, значительное число специалистов креативных сфер, где основу деятельности составлял творческий компонент, наличие собственных идей и способность их продвижения, куда человек вкладывал «частицу собственной души» замещается машинным трудом, а весь багаж навыков и опыта, приобретённый человеком в данной специализации «обесценивается». Важно понять, как таким специалистам использовать свой опыт, какими дополнительными навыками и компетенциями им следует обладать, чтобы не терять востребованность и ценность на рынке труда.

Одним из решений является освоение навыка промт-инжиниринга. *Промпт-инжиниринг* — это дисциплина разработки, оптимизации и структурирования запросов (промптов) для эффективного взаимодействия с большими языковыми моделями (LLM) - нейросетями. Промпт-инжиниринг включает: понимание архитектуры и возможностей различных моделей; умение настраивать стиль и контекст генерации; способность к итеративному уточнению запросов; знание шаблонов эффективных промптов.

Специалист, мысленно представляя готовый продукт, может генерировать изображения, видео, аудио и тексты, добиваясь более высокого и точного результата. Специалист, в отличие от среднего пользователя, обладает лучшей насмотренностью, которая представляет собой способность различать качественные и шаблонные решения, понимать контексты и тренды — становится тем активом, который не может быть сгенерирован алгоритмом. Его задача – максимально подробно описать машине задачу (описать «используемое» техническое оснащение, конкретные фильтры, применить определённый стиль одежды с подобранными заранее цветами, выбрать причёску, высоту голоса, тембр, объяснить позу, движения, выбрать определённые литературные эпитеты и т.п.), что, в конечном итоге, оптимизирует процесс создания продукта. Результат использования ИИ может выступить в качестве референса (образца, эскиза, шаблона) к будущей работе, созданной непосредственно специалистом. Это сократит количество «неудачных дублей», время и финансы.

Ещё одним решением является использование критического мышления и кураторской функции. В условиях избыточности генерируемого контента ключевое значение приобретает способность оценивать, отбирать и комбинировать результаты использования ИИ. Надежда Сурова, директор Центра компетенций «Цифровая экономика», подчеркивает: «Специалистам важно мыслить критически, чётко оценивать, что из сгенерированного контента является наилучшим и достоверным». Исследования показывают, что комфорт аудитории с «AI-новостями» низок, а раскрытие использования ИИ часто снижает доверие к материалу. Это создаёт спрос на специалистов, способных обеспечивать «человеческое» качество контента.

Специалистам творческих профессий (фотографам, операторам и звукооператорам) ИИ позволяет оптимизировать трудовой процесс. Нейросеть убирает различные шероховатости, недочёты, накладывает фильтры, добавляет недостающие элементы, помогая специалисту приблизить работу к идеалу. Часто такая работа оказывается трудоёмкой и рутинной, но освоив навыки обработки своих работ с помощью ИИ, можно освободиться от такого типа труда и увеличить количество проектов, в которых можно принять участие.

Востребованность специалистов сохранится в сферах, затрагивающих *эмоциональный интеллект и эмпатию*. Исследование Хенли Винг Чиу подтверждает: «Работы, требующие эмпатии, стратегии и сложного решения проблем, остаются устойчивыми». Живые эмоции, иные переживания, межличностная коммуникация — то, что никогда не поддается алгоритмизации. Специалисты, способные работать с «живыми» мероприятиями, торжественными и памятными событиями, семейными съемками, передавать характер и состояние человека, сохраняют уникальное преимущество. ИИ не сможет описать в статье реально прожитые эмоции и произошедшее событие, таким, каким оно являлось, не сможет сгенерировать реально прожитые мгновения, поэтому данная ниша всегда будет оставаться одной из самых неуязвимых.

Также генерация нестандартных, новых, нетипичных идей неподвластна искусственному интеллекту. Алекс Мейхон говорит: «Я не представляю, как ИИ мог бы придумать нечто подобное, например, сериалу The Traitors. Теперь будет больше времени для фокусировки на оригинальности и меньше времени на механику». Разница между исполнением шаблона и новым подходом становится одним из факторов, подчёркивающих значимость и ценность специалиста и человека в целом.

Также есть ещё одна ниша, которую мы обнаружили. Она касается непосредственно написания текстов. На данный момент, ИИ при *переводе текстов* не всегда учитывает культурный код, особенности и идиоматику языка. К примеру, переводя тексты с русского языка на белорусский, нейросеть сохраняет все причастные и деепричастные обороты, не всегда учитывает морфологические особенности (путает род, склонения, число), упускает важнейшие лексические тонкости («бусел» в белорусском языке не может «ляцець», он только «лунае»; «как говорится» ИИ изменяет на «як гаворыцца», а не на «як той казаў», что является в корне неверным) и т.д. Некоторые слова и вовсе оказываются выдуманными. Нейросеть переводит тексты дословно, упуская некоторую грамматическую логику и не обращая внимание на контекст. Такие переводы не будут «живописными», литературными и зачастую грамотными. Поэтому высокоспециализированные редакторы, переводчики и журналисты, которые работают с переводами текстов, остаются очень востребованы сейчас.

В условиях масштабирования ИИ становится ещё более важным развитие личного бренда. Личный бренд — это собирательный образ, деловая репутация в глазах партнеров и потенциальных клиентов. Он базируется на личных качествах человека, его идеях, мыслях, и формируется за счет информации, транслируемой окружающим через определённый контент. Доступность и стремительное совершенствование ИИ не отменяет того факта, что людям нравится работать с людьми. Сильные и интересные личности, мощный и запоминающийся личный бренд будут создавать огромное преимущество специалиста перед искусственным интеллектом, сделают его интересным для заказчиков, сформируют стабильность и безопасность профи на трудовом рынке.

В целях систематизации влияния генеративного искусственного интеллекта на креативные профессии целесообразно выделить несколько уровней замещения творческого труда. Такая классификация позволяет более точно определить зоны риска для специалистов, а также выявить области, в которых человеческий труд сохраняет наибольшую ценность.

Первый уровень — *полное замещение* — включает виды деятельности, которые могут быть практически полностью автоматизированы с помощью ИИ без существенной потери качества результата. К ним относятся задачи, характеризующиеся высокой степенью шаблонности и повторяемости: написание типовых текстов (описания товаров, SEO-материалы), базовая обработка изображений, создание простых визуальных композиций и элементов дизайна. В данных сегментах ИИ демонстрирует высокую скорость, низкую стоимость и приемлемое качество, что приводит к снижению спроса на специалистов начального уровня.

Второй уровень — *частичное замещение* — предполагает совместную работу человека и ИИ. В данном случае искусственный интеллект выступает в роли инструмента, повышающего производительность специалиста. К таким видам деятельности можно отнести видеомонтаж, разработку дизайн-концепций, подготовку текстовых заготовок и сценариев. Специалист сохраняет контроль над конечным продуктом, однако значительная часть рутинных операций делегируется алгоритмам. Это приводит к трансформации роли работника: от исполнителя к оператору и куратору процесса.

Третий уровень — *низкая замещаемость* — охватывает виды деятельности, в которых участие человека остаётся критически важным. К ним относятся создание оригинальных концепций, авторская режиссура, работа с эмоциональным восприятием аудитории, а также межличностная коммуникация. Эти задачи требуют эмпатии, контекстного мышления и способности к генерации принципиально новых идей, что в настоящее время недоступно алгоритмам в полной мере.

Данная классификация показывает неравномерность воздействия ИИ на различные сегменты креативного труда, помогает сориентироваться в выборе навыков, которые специалист планирует освоить. Наибольшему риску замещения искусственным интеллектом подвержены стандартизированные задачи, в то время как деятельность, связанная с уникальностью, смыслообразованием и эмоциональным взаимодействием, сохраняет устойчивость.

Несмотря на значительные преимущества, внедрение генеративного искусственного интеллекта сопровождается рядом рисков и ограничений, которые необходимо учитывать при анализе его влияния на креативные индустрии.

Одним из ключевых является *правовой риск*, связанный с вопросами авторского права и принадлежности сгенерированного контента. Использование обучающих выборок, включающих защищённые произведения, вызывает дискуссии о легитимности результатов работы нейросетей.

Существенное значение имеют и *этические аспекты*. Генеративные технологии позволяют создавать реалистичный, но искусственный контент, что повышает *риск манипуляции* информацией и снижает уровень доверия со стороны аудитории.

Кроме того, ограничения связаны с *качеством генерируемых материалов*. Нейросети могут допускать фактические ошибки и воспроизводить шаблонные решения, что снижает оригинальность и достоверность контента.

Использование генеративного ИИ требует критического подхода и осознанного контроля со стороны специалиста, что дополнительно усиливает значимость человеческого участия в креативных процессах.

Ни в коем случае нельзя терять мотивацию и стремление к развитию из-за популярного мнения о том, что людей всё равно превзойдёт искусственный интеллект и всякие вложения в развитие своего творческого и профессионального потенциала будут напрасны. Важно понимать, что ИИ не

«придумывает» новое, он учится на том, что уже существует, то есть на том, что создаёт человек. Фантазия человека безграчина, фантазия ИИ ограничена фантазией человека. Нейросеть будет «обгонять» лишь тех людей, которые не обладают творческим потенциалом. Поэтому принципиально важно всесторонне развиваться и иметь глубокие профессиональные знания.

Заключение. В ходе анализа научной литературы, эмпирического исследования статистических данных и экспертных интервью с представителями креативных индустрий установлено, что распространение генеративного ИИ приводит к значительному сокращению спроса на традиционные творческие специальности. Однако, вопреки мнению о неизбежной девальвации творческого труда, ключевым фактором сохранения конкурентоспособности становится качественная трансформация профессиональных компетенций. Специалист, обладающий *профессиональной* насмотренностью, эстетическим вкусом и техническими знаниями, способен использовать искусственный интеллект не как замену, а как инструмент, повышающий эффективность и качество работы.

Модель компетенций специалиста творческого направления включает в себя следующие элементы:

промпт-инжиниринг — способность формулировать и оптимизировать запросы для нейросетей с учётом профессиональных знаний и конечной цели;

критическое мышление и кураторская функция — умение оценивать, отбирать и комбинировать результаты работы искусственного интеллекта;

эмоциональный интеллект — способность работать с «живыми» событиями, передавать эмоции и выстраивать межличностную коммуникацию;

культурно-языковая компетенция (для работы с переводами текстов) — учёт культурного кода, идиоматики и стилистических особенностей языка;

развитие личного бренда — формирование профессиональной репутации на основе уникальных личных качеств и идей.

Также выявлены профессиональные ниши, где человеческое участие продолжает быть критически важным. Это – сферы, требующие эмпатии и работы с «живыми» событиями (семейные съёмки, торжественные мероприятия); координация процессов генерации с учётом личной насмотренности и профессионального видения; генерация нестандартных, оригинальных идей, не имеющих аналогов в обучающих выборках нейросетей; высококачественный литературный перевод с учётом культурных особенностей и контекста; создание уникального контента, формирующего личный бренд на основе индивидуального опыта автора.

Выявлены уровни замещения творческого труда (три), которые оценивают степень трансформации навыков в профессии. Каждый из уровней включает в себя свои ниши. Благодаря такой классификации специалисту проще сориентироваться при выборе вектора модернизации его сферы деятельности.

Также определены риски внедрения искусственного интеллекта в профессиональную сферу деятельности. Они связаны с авторскими правами, с этическими аспектами и с качеством генерируемого контента. Эти риски крайне важно учитывать при выборе и освоении новых умений.

Новизна работы в синтезе экономики, психологии и технологий, чтобы сформировать понимание того, как ИИ меняет творческие профессии. На этой основе была создана практичная модель навыков. Её плюс в том, что она подходит разным специалистам творческих сфер, легко адаптируется и делает акцент на том, что машина не сможет заменить. Было продемонстрировано, что существуют подходы к ИИ, которые не обесценивают творческие процессы, а меняют роль специалиста, ведь теперь становится важнее не техническое исполнение, а умение управлять, отбирать и создавать то, что способен только человек.

Список использованных источников:

1. Chiu H. W. The Impact of Generative AI on Labor Markets: Evidence from Job Postings (2023–2025). — 2025.

2. Mahon A. Interview on the impact of AI on creative industries. Channel 4, 2023–2024.

3. Ляхнович А. С., Терехова А. С. Роль искусственного интеллекта в современном бизнесе // Экономика и управление.

4. Габидулина Ч. Ф. Влияние искусственного интеллекта на профессии креативных индустрий // Креативная экономика.

5. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. — New York: W.W. Norton & Company, 2014.

6. Петросян Л. Э., Квасова В. О. Перспективы развития компетенций работы с нейросетями у студентов дизайнерских факультетов // Образование и цифровая экономика.

7. OpenAI. GPT-4 Technical Report. — 2023.

8. Ряжских М. Д., Булыго Е. К. Искусственный интеллект и творчество // Вестник современных исследований.

9. Сурова Н. Н. Цифровая экономика: компетенции будущего и влияние ИИ на рынок труда // Центр компетенций «Цифровая экономика».

10. Newman N., Fletcher R., Robertson C., Eddy K., Nielsen R. Reuters Institute Digital News Report 2023. — Oxford: Reuters Institute for the Study of Journalism, 2023.

11. Kuporov Y. Y., Moiseeva S. S. Artificial Intelligence and Its Impact on the Economy in the Artistic Sphere.

12.Гурушин П. Ю., Корнеева К. В. Искусственный интеллект в медиакоммуникациях и творческих профессиях: угрозы и возможности.

13. Корнеев П. С. Искусственный интеллект в творческих (креативных) индустриях.

14. McKinsey Global Institute. Generative AI and the Future of Work. — 2023.

15. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2023. — Geneva, 2023.

16.Как развитие ИИ повлияет на творческие профессии? — Режим доступа: https://www.gismeteo.ru/news/science/kak-razvitie-ii-povliyaet-na-tvorcheskie-professii/ — Дата доступа: 22.03.2026.

17. Апанасович А., Алейников А., Струтинская Н. В. Фотография в цифровом пространстве: угроза потери контроля над изображением.
18. Алтухова И. В., Маханькова Н. А., Соломатина Е. А. Особенности применения искусственного интеллекта при переводе художественных текстов.
19. Baker M. In Other Words: A Coursebook on Translation. — London: Routledge, 2018.
20. Иванова Н. А. «Личный (персональный) бренд» и его элементы: к вопросу о выработке научного определения.
21. Khedher M. Personal Branding Phenomenon // International Journal of Information, Business and Management. — 2014.

UDC 004.8:331.54

TRANSFORMATION OF COMPETENCIES OF CREATIVE PROFESSIONALS UNDER THE INFLUENCE OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Krasikova O. V., student of group 573903

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1]
Minsk, Republic of Belarus

Zhilinskaya N. N. – Candidate of Economic Sciences

Abstract. The article examines the impact of generative artificial intelligence on the labor market in creative industries. Based on statistical data analysis, theoretical literature review, and expert interviews, areas of professional vulnerability for traditional creative occupations are identified. A competency model for a new type of specialist is proposed, including prompt engineering, critical thinking, emotional intelligence, cultural and linguistic competence, and personal brand development. Professional niches that remain resistant to algorithmization are identified. The conclusion is substantiated that AI does not devalue creative labor but requires a shift in focus from technical execution to management and curation.

Keywords. Generative artificial intelligence, creative professions, creative industries, competency transformation, prompt engineering, critical thinking, emotional intelligence, curatorial function, personal brand, cultural and linguistic competence, labor market, digital transformation, visual literacy / professional discernment (or "exposure to quality content" depending on context), professional resilience, automation of creativity, neural networks, empathy, labor algorithmization, competency model, employment.

УДК 004.514:316.642.3

42. ВОСПРИЯТИЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЛЛЮЗИЙ В ВЕБ-ДИЗАЙНЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ С КОГНИТИВНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Красикова О. В., студент гр. 573903

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Остапенко И. В. – ст. преподаватель

Аннотация. Современные веб-интерфейсы широко используют визуальные эффекты, включая оптические иллюзии, для управления вниманием, формирования визуальной иерархии и улучшения восприятия информации. Однако такие элементы могут оказывать неоднозначное влияние на пользователей с когнитивными нарушениями, включая расстройства аутистического спектра (РАС), дислексию, синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) и интеллектуальные нарушения. В статье рассматриваются механизмы восприятия оптических иллюзий, их влияние на когнитивную нагрузку и пользовательский опыт, а также специфика реакции пользователей с когнитивными особенностями. Обобщены эмпирические данные, показывающие различия в восприятии геометрических, цветовых, глубинных и анимационных иллюзий. На основе анализа предложены рекомендации по проектированию веб-интерфейсов, минимизирующих дезориентирующий визуальный шум, повышающих доступность и удобство использования для уязвимых категорий пользователей, при этом сохраняя эстетическую ценность интерфейса.

Ключевые слова. Оптические иллюзии, визуальные иллюзии, веб-дизайн, когнитивные нарушения, доступность, UX, инклюзивный дизайн, пользовательский опыт, РАС, СДВГ, дислексия, интеллектуальные нарушения, гештальт-принципы, визуальная иерархия, цветовой контраст, восприятие глубины, иллюзия движения, геометрические иллюзии, цветовые иллюзии, анимации, визуальный шум, когнитивная нагрузка, интерфейс, веб-интерфейсы, читаемость, минимализм, пользовательские ошибки, визуальная дезориентация, адаптивный дизайн, WCAG, нейродиверсность.

Введение. Современный этап развития цифровых технологий характеризуется повсеместной интеграцией веб-интерфейсов в повседневную жизнь, что делает принципы инклюзивного дизайна не просто этической рекомендацией, а технической необходимостью. Веб-дизайн традиционно опирается на законы гештальтпсихологии, визуальную иерархию и когнитивные паттерны восприятия «среднестатистического» пользователя. Однако феномен оптических иллюзий, часто используемый дизайнерами для создания «правильного» визуального баланса, управления вниманием и снижения когнитивной нагрузки на нейротипичную аудиторию, может трансформироваться в барьер при взаимодействии с пользователями, имеющими когнитивные нарушения.

Актуальность исследования обусловлена противоречием между широким распространением визуальных приемов, основанных на несовершенстве человеческого восприятия (таких как иллюзия Мюллера-Лайера, иллюзия вертикально-горизонтального искажения, эффекты цветовой одновременности), и недостаточной изученностью их воздействия на людей с расстройствами аутистического спектра (РАС), дислексией, синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), а также интеллектуальными нарушениями.

В то время как существующие работы в области юзабилити и accessibility (a11y) преимущественно фокусируются на компенсации сенсорных (зрение, слух) и моторных ограничений, когнитивный аспект восприятия сложных визуальных конструкций остается наименее формализованным. Внедрение принципов WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) регламентирует контрастность и читаемость, но не учитывает феноменологию оптических искажений, которые могут дестабилизировать процесс обработки визуальной информации у пользователей с когнитивными особенностями.

Поэтому **объектом** данной статьи выступает *процесс визуального восприятия веб-интерфейсов*, **предметом** — *специфика интерпретации оптических иллюзий, имплицитно присутствующих в веб-дизайне, пользователями с когнитивными нарушениями*.

Целью работы является *выявление корреляции между наличием типовых оптических иллюзий в элементах интерфейса (кнопки, формы, сетки, анимация) и возникновением когнитивных затруднений, дезориентации и ошибочных сценариев взаимодействия у респондентов исследуемой группы*.

В работе выдвигается предположение, что пользователи с когнитивными нарушениями демонстрируют отличную от нейротипичной группы устойчивость к определенным классам оптических иллюзий, что требует пересмотра традиционных подходов к визуальному «сглаживанию» интерфейсов. Понимание этих различий позволит сформулировать эмпирически обоснованные рекомендации по проектированию интерфейсов, минимизирующих дезориентирующий визуальный шум для уязвимых категорий пользователей, не снижая при этом эстетической ценности и функциональности для основной аудитории.

Оптические иллюзии — это особые явления зрительного восприятия, при которых человек видит изображение не совсем таким, каким оно является на самом деле. Проще говоря, наш мозг иногда

«дополняет» или «искажает» информацию, пытаясь упростить её обработку, опираясь на предыдущий опыт, контекст и базовые механизмы восприятия формы, цвета и пространства. Такие иллюзии встречаются повсюду — начиная от простых рисунков и фотографий до сложных интерфейсов веб-сайтов. Обычно выделяют несколько типов иллюзий: геометрические, когда искажается длина и форма объектов; цветовые и световые, когда одинаковые цвета воспринимаются по-разному в зависимости от фона или освещения; а также иллюзии движения и глубины, когда создаётся впечатление, что объект двигается или находится ближе/дальше, чем он есть на самом деле (например, линии на фотографии кажутся наклонёнными, хотя на самом деле они параллельны).

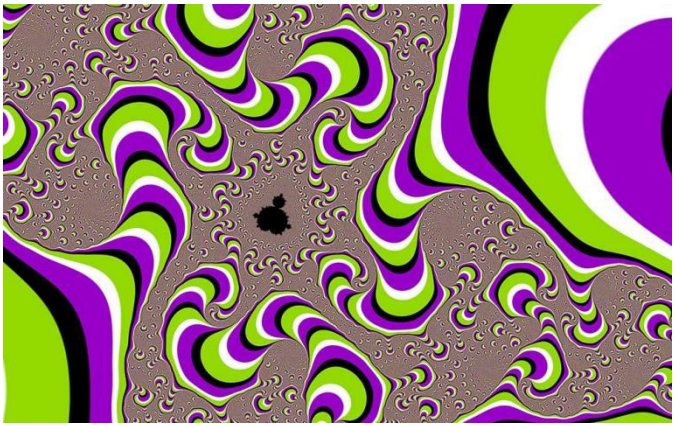


Рисунок 1 - Пример оптической иллюзии движения

Классические примеры таких явлений, как иллюзия Мюллера-Лайера (когда одинаковые по длине линии кажутся разными из-за стрелок на концах) или эффект контраста (когда один и тот же цвет воспринимается по-разному на разных фонах), показывают, что наше восприятие зависит не только от самого объекта, но и от его окружения, от того, что его окружает. Эти принципы активно используют в веб-дизайне, иногда даже без осознания этого — дизайнеры могут создавать кнопки, формы и другие элементы так, чтобы они казались более гармоничными, ровными или заметными, не думая, что тем самым они играют с восприятием пользователя.

Рисунок 2 — Применение иллюзии Мюллера-Лайера в графическом изображении

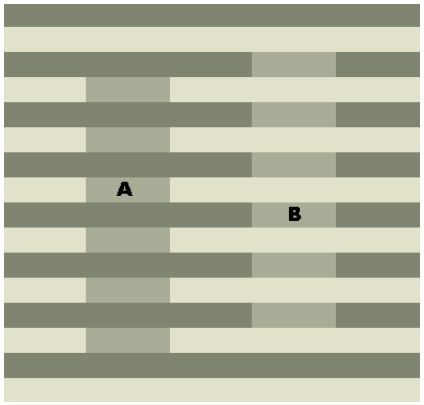


Рисунок 3 — Применение эффекта контраста в графическом изображении (ячейки A и B одного цвета)

В современном веб-дизайне оптические иллюзии применяются для разных целей. Например, они помогают выравнивать элементы интерфейса, так чтобы кнопки и поля казались одинаковыми по размеру, даже если на самом деле размеры чуть-чуть отличаются (это облегчает визуальное восприятие). Их используют для создания визуальной иерархии, когда более важные элементы выделяют размером, цветом или тенью, чтобы привлечь внимание пользователя. Иллюзии помогают создать ощущение глубины (например, с помощью теней и градиентов), а также улучшают читаемость текста, делая информацию более понятной.

Однако важно понимать, что разные виды иллюзий влияют на пользователей по-разному. Например, рассмотрим геометрические иллюзии. Иллюзия Мюллера-Лайера в интерфейсе может проявляться в полосах загрузки, кнопках или карточках. В таких случаях полезно слегка корректировать размеры элементов, чтобы они визуально казались одинаковыми, а также выравнивать текст и кнопки с учётом восприятия. Нежелательно намеренно искажать формы кнопок или использовать асимметричные элементы, которые могут казаться «сломаными» (например, слишком вытянутые или срезанные углы). Для пользователей с РАС такие иллюзии могут быть менее заметны, поэтому визуальные компенсации могут не работать, а для людей с интеллектуальными нарушениями это способно вызывать путаницу: элементы кажутся разными, хотя на самом деле они одинаковы.

Цветовые и контрастные иллюзии также широко применяются в веб-дизайне. Примером может служить ситуация, когда один и тот же цвет выглядит по-разному на светлом и тёмном фоне. В таких случаях полезно использовать умеренный контраст для выделения важных элементов и делать чёткое различие между текстом и фоном (например, тёмный текст на светлом фоне или наоборот). Нежелательно создавать слишком яркие или кричащие сочетания цветов, использовать сложные градиенты или узорчатые фоны, а также располагать текст на пёстром фоне. Для пользователей с дислексией такие эффекты создают «визуальный шум», мешают чтению, а пользователи с СДВГ могут отвлекаться на яркие контрастные элементы и терять концентрацию.

Иллюзии глубины (например, тени и объём) создают впечатление, что элементы находятся выше или ниже, чем они есть. Например, кнопка с тенью кажется интерактивной. Здесь полезно использовать простые и чёткие тени и поддерживать минималистичную и понятную иерархию. Нежелательно применять сложные многослойные тени, псевдо-3D эффекты или слишком тонкие различия между активными и неактивными элементами. Для пользователей с РАС такие различия могут быть недостаточно очевидны, и они могут не понять, какой элемент важнее или активен.

Иллюзии движения и анимации создают ощущение изменения состояния или движения, например кнопка «всплывает» при наведении курсора. Полезно использовать простые и короткие анимации, подтверждающие действие (например, визуальная реакция на нажатие кнопки), а также плавные переходы между экранами. Нежелательно, чтобы анимации постоянно отвлекали (движущиеся баннеры, мигающие элементы), создавали иллюзию движения там, где её нет, или были слишком быстрыми и резкими. Такие эффекты могут сильно отвлекать пользователей с СДВГ и перегружать их восприятие, мешая сосредоточиться на задаче.

Гештальт-принципы, такие как группировка элементов, тоже относятся к эффектам восприятия. Например, элементы, расположенные рядом, воспринимаются как связанные. Здесь полезно логично объединять элементы и оставлять достаточные отступы между разными блоками. Нежелательно располагать элементы слишком плотно или создавать неочевидные связи между ними. Для людей с РАС такие эффекты работают слабее, поэтому лучше делать структуру максимально явной и понятной.

Когнитивные нарушения — это состояния, при которых по-другому работают внимание, память и восприятие. К ним относятся расстройства аутистического спектра (РАС), синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), дислексия и интеллектуальные нарушения.

РАС — это особенности развития, при которых человеку сложнее воспринимать социальную информацию и общую картину происходящего. На уровне мозга это связано с работой зрительных зон

(затылочная доля), областей, отвечающих за пространство (теменная доля), и префронтальной коры. Связь между зонами мозга может работать иначе, чем у нейротипичных людей. Исследования Uta Frith и Francesca Happé показывают, что люди с РАС лучше замечают детали, но хуже воспринимают общую картину. Они обычно меньше подвержены классическим оптическим иллюзиям, таким как иллюзия Мюллера-Лайера. Это объясняет, почему такие пользователи могут не «поддаваться» иллюзиям, основанным на контексте, и почему им сложнее понимать структуру интерфейса, если она построена на тонких визуальных эффектах, например тенях или глубине.

СДВГ связано с трудностями концентрации, импульсивностью и повышенной отвлекаемостью. Основную роль здесь играет префронтальная кора, отвечающая за контроль внимания, а также дофаминовые системы мозга. Исследования Russell Barkley показывают, что пользователям с СДВГ сложнее игнорировать лишние стимулы: они чаще отвлекаются на яркие или движущиеся элементы, даже если они не имеют отношения к задаче. Поэтому оптические иллюзии, анимации и яркие цвета могут перегружать восприятие, мешая выполнять задачи.

Дислексия — это нарушение, связанное с трудностями чтения, которое связано с особенностями работы левого полушария мозга, особенно зон, отвечающих за распознавание слов и символов (височно-теменные и затылочно-височные области). Исследования Sally Shaywitz показывают, что у людей с дислексией хуже работает автоматическое распознавание текста, а визуальные эффекты могут создавать впечатление, что текст «движется» или «размывается». Любые визуальные искажения (цвет, контраст, расстояние между буквами) только усиливают эти трудности.

Интеллектуальные нарушения связаны со снижением уровня мышления, памяти и внимания и могут затрагивать лобные и теменные доли мозга. Исследования показывают, что усложнённая визуальная информация значительно повышает нагрузку на рабочую память таких пользователей, а оптические иллюзии требуют дополнительного анализа, что может вызывать ошибки и непонимание интерфейса.

Общая особенность для многих когнитивных нарушений — повышенная чувствительность к визуальному шуму и ограниченные ресурсы внимания. Теория когнитивной нагрузки John Sweller подтверждает, что чем сложнее и неоднозначнее информация, тем труднее её обрабатывать. Один и тот же элемент дизайна может помогать одним пользователям и мешать другим, и это важно учитывать при проектировании интерфейсов.

Заключение. Анализ научной литературы показывает, что люди с когнитивными нарушениями в целом видят оптические иллюзии, но воспринимают их по-другому. Иллюзии не исчезают, но их эффект может быть слабее или, наоборот, вызывать больше трудностей.

Люди с РАС часто меньше поддаются иллюзиям, но им сложнее понять структуру интерфейса. Пользователи с СДВГ, наоборот, сильно реагируют на визуальные эффекты, но это мешает концентрации. Люди с дислексией видят иллюзии, но они ухудшают чтение. При интеллектуальных нарушениях иллюзии усложняют понимание информации.

По сравнению с обычными пользователями, для которых иллюзии чаще помогают, для людей с когнитивными нарушениями они могут создавать проблемы.

Поэтому при разработке интерфейсов для такой аудитории стоит придерживаться следующих рекомендаций

– не использовать иллюзии, которые искажают форму и размер элементов
– избегать сложных теней, градиентов и псевдо-объёма;
– уменьшать количество анимаций;
– делать элементы чёткими и понятными (чтобы кнопка выглядела как кнопка);
– использовать спокойные и понятные цветовые решения;
– не перегружать интерфейс деталями;
– добавлять упрощённые режимы отображения;
– учитывать когнитивные особенности пользователей при тестировании.

Оптические иллюзии в веб-дизайне нужно использовать осторожно. Если основная аудитория — люди с когнитивными нарушениями, то важнее простота и понятность, чем визуальные эффекты.

Список использованных источников:

1. Macknik S. L., Martínez-Conde S., Blakeslee S. Sleights of Mind: What the Neuroscience of Magic Reveals about Our Everyday Deceptions. New York: Henry Holt and Co., 2010. — 291 с.

2. Seckel A. Optical Illusions & Perception. Long Island: Sterling Publishing, 2004. — 256 с.

3. Ditzinger T. Illusions of Seeing: Exploring the World of Visual Perception. Berlin: Springer, 2022. — 274 с.

4. Wade N. The Art and Science of Visual Illusions. London: Routledge, 1982. — 320 с.

5. Rubin E. Synsoplevede figurer: Studier i psykologisk analyse [Perceived Figures]. Copenhagen: Gyldendal, 1915. — 210 с.

6. Gori S., Molteni M., Facoetti A. Visual Illusions: An Interesting Tool to Investigate Developmental Dyslexia and Autism Spectrum Disorder // Frontiers in Human Neuroscience, 2016, 10:175. DOI:10.3389/fnhum.2016.00175.

7. Montiel V., Navarrete V., González-Pérez A. M. et al. Perception of Visual Illusions in Children and Teenagers With ADHD // Journal of Attention Disorders, 2026;30(1):116–130. DOI:10.1177/10870547251369665.

8. Hokken M. J. et al. Gestalt, Navon and Kanizsa illusion processing in CVI, ADHD, and dyslexia children with normal verbal IQ // Frontiers in Human Neuroscience, 2024;18:1496796. DOI:10.3389/fnhum.2024.1496796.

9. Denisova E. G., Zaitseva Y. N., Ermakov P. N. Электрофизиологические корреляты распознавания визуальных иллюзий: исследование вызванной активности мозга // Национальный психологический журнал, 2023;18(2):119–128. DOI:10.11621/npj.2023.0209.

10. Kristjánsson Á., Sigurdardottir H. M. The Role of Visual Factors in Dyslexia // Journal of Cognition, 2023;6(1):31.

11. Abbasov I. B. Некоторые особенности восприятия и распознавания изображений // Международный научно-исследовательский журнал, 2020.

12. Cognitive Accessibility: Designing for Neurodiversity in the Digital Age // Web Standards Commission, 2025. URL: https://wsc.us.org/article/8 (дата обращения: 22.03.2026).

13. Меньшикова Г. Я. Зрительные иллюзии: психологические механизмы и модели : автореф. дис. канд. наук. Москва, 2014.

14. Оптическая иллюзия // Википедия : справочник по иллюзиям и механизмам их возникновения. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическая_иллюзия (дата обращения: 22.03.2026).

15. Cognitive accessibility // Mozilla Developer Network (MDN) — руководство по когнитивной доступности веб-контента, описывающее особенности восприятия и рекомендации для улучшения доступности для людей с когнитивными нарушениями. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Accessibility/Guides/Cognitive_accessibility (дата обращения: 22.03.2026).

16. How People with Disabilities Use the Web: Diverse Abilities and Barriers // W3C Web Accessibility Initiative (WAI) — раздел официального стандарта W3C, который раскрывает принципы когнитивной доступности в веб-среде и требования WCAG. URL: https://www.w3.org/WAI/cognitive/ (дата обращения: 22.03.2026).

17. К вопросу о классификации зрительных иллюзий / Г. Я. Меньшикова // Психологические исследования, 2012, № 25, с. 1–10 — статья по классификации иллюзий и анализу их механизмов.

18. Влияние трёхмерной конфигурации на выраженность зрительных иллюзий / Г. Я. Меньшикова, Е. Г. Лунякова, Н. В. Полякова // PsyJournals.ru — исследование влияния 3D-предъявления иллюзий на их восприятие.

19. Impact of web accessibility on cognitive engagement in individuals without disabilities // PMC — National Center for Biotechnology Information — исследование, подтверждающее, что доступный дизайн улучшает когнитивное восприятие и фокус внимания. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12310036/ (дата обращения: 22.03.2026).

UDC 004.514:316.642.3

PERCEPTION OF OPTICAL ILLUSIONS IN WEB DESIGN BY USERS WITH COGNITIVE IMPAIRMENTS

Krasikova O. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Ostapenko I. V. – senior lecturer

Annotation. Modern web interfaces widely utilize visual effects, including optical illusions, to direct attention, create a visual hierarchy, and enhance information perception. However, such elements can have a complex impact on users with cognitive disabilities, including autism spectrum disorder (ASD), dyslexia, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), and intellectual disabilities. This article examines the mechanisms by which optical illusions are perceived, their impact on cognitive load and user experience, and the specific responses of users with cognitive disabilities. Empirical data demonstrating differences in the perception of geometric, color, depth, and animation illusions are summarized. Based on this analysis, recommendations are proposed for designing web interfaces that minimize disorienting visual noise, improve accessibility and usability for vulnerable user groups, while preserving the aesthetic value of the interface.

Keywords. Optical illusions, visual illusions, web design, cognitive impairments, accessibility, UX, inclusive design, user experience, ASD, ADHD, dyslexia, intellectual disabilities, Gestalt principles, visual hierarchy, color contrast, depth perception, motion illusion, geometric illusions, color illusions, animations, visual noise, cognitive load, interface, web interfaces, readability, minimalism, user errors, visual disorientation, responsive design, WCAG, neurodiversity.

43. ВОЗВРАТ ТОВАРОВ В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНАХ КАК ФАКТОР БИЗНЕС-МОДЕЛИ

Барадулькина А.С., студент гр.373904, Гилетич Е.В., студент гр. 373904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Маклакова О.М. – ст. преподаватель

Аннотация. В работе исследуется роль возвратов товаров в интернет-магазинах как неотъемлемого элемента современной бизнес-модели. Особое внимание уделяется анализу причин возвратов, их влиянию на операционные и финансовые показатели компании, а также взаимосвязи процедуры возврата с формированием потребительской лояльности и клиентского опыта. Рассматриваются подходы к оптимизации возвратных процессов как инструмента повышения конкурентоспособности.

Ключевые слова. Возврат товара, интернет-торговля, бизнес-модель, потребительское поведение, клиентский опыт, управление возвратами, операционные издержки, лояльность покупателей, политика возврата.

Процедура возврата товара – это важный бизнес-процесс, от которого зависит успех компании. Если говорить простыми словами, то механика возврата – это порядок действий, который запускается, когда покупатель хочет вернуть покупку. Обычно всё начинается с заявления от клиента, где он объясняет, почему возвращает товар: например, вещь сломалась, не подошла по размеру или её привезли с опозданием/повреждением.

Следующим этапом является проверка товара, по итогам которой компания принимает решение о возврате денежных средств, обмене или замене изделия. Данная процедура регламентируется внутренней политикой организации, устанавливающей сроки, требования к состоянию товара и прочие условия.

Эффективность возврата напрямую зависит от качества взаимодействия между ключевыми подразделениями: клиентским сервисом, складом и финансовым отделом. Слаженная работа этих служб позволяет не только удовлетворить запрос клиента, но и сократить издержки бизнеса. Более того, наличие прозрачной политики возвратов служит фактором повышения потребительского доверия, так как покупатели склонны изучать эти условия до момента оплаты.

Стоит отметить, что возвраты не всегда являются индикатором неудовлетворенности. В современной практике они выступают инструментом формирования лояльности, предоставляя покупателю дополнительные гарантии. Следовательно, грамотно выстроенный процесс возврата способен трансформироваться из статьи расходов в конкурентное преимущество, укрепляя положительный имидж компании.

Для эффективного управления бизнесом критически важно понимать мотивацию потребителей при возврате продукции. Анализ практики позволяет выделить несколько ключевых групп причин, вызывающих неудовлетворенность покупателя и, как следствие, инициирующих возвратный процесс:

- Информационные несоответствия: Расхождение между заявленными в каталоге характеристиками товара и его реальными свойствами (комплектация, цвет, размер, функционал).
- Производственные дефекты: Наличие брака или неисправностей, возникших на этапе изготовления или транспортировки.
- Качественные характеристики: Несоответствие субъективным ожиданиям потребителя относительно уровня качества, материалов или исполнения изделия.
- Организационные факторы: Негативный опыт взаимодействия с сервисной службой компании на любом этапе (от заказа до доставки), что формирует общее отрицательное впечатление.

Сама механика урегулирования данных ситуаций (возврат средств, обмен на аналогичный или альтернативный товар) требует от компании четких и прозрачных регламентов. Понятная клиенту процедура возврата выступает фундаментом потребительского доверия. В то время как сбои в этой системе или непонятные условия способны нанести серьезный урон репутации, грамотно выстроенная политика возвратов, напротив, становится инструментом удержания клиентов и повышения их лояльности.

Несмотря на кажущуюся простоту, процедура возврата товара представляет собой многоступенчатый процесс, содержащий ряд важных нюансов. В современной практике возвраты трансформировались из рядовой операции в значимый элемент клиентского опыта, напрямую влияющий на формирование образа магазина в сознании потребителя. Глубокое понимание механики данного процесса позволяет компании выстроить комфортную процедуру, учитывающую интересы обеих сторон.

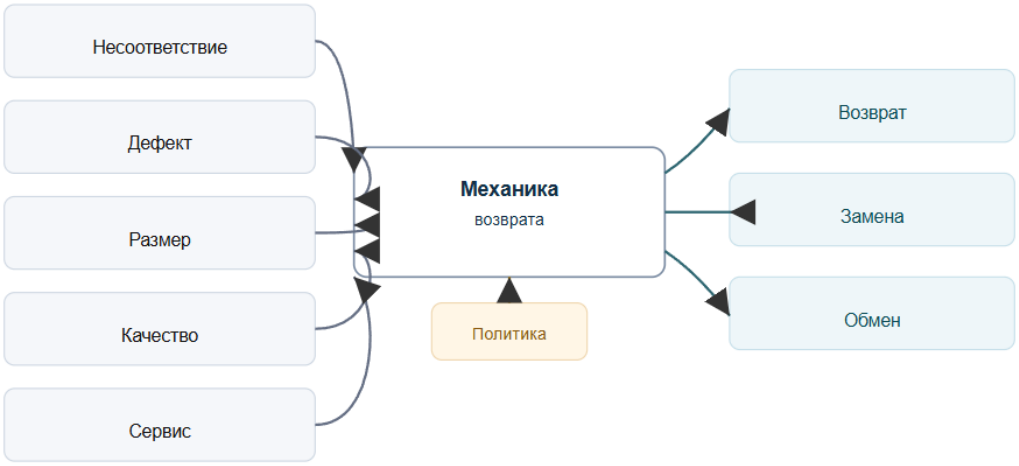


Рисунок 1 – Причины возвратов

Типовая схема возврата инициируется обращением покупателя, которое может быть реализовано через различные каналы: электронную форму на сайте, контактный центр или непосредственно в точке продаж. Ключевым этапом выступает верификация соответствия товара установленным критериям возврата. Стандартными требованиями розничных сетей выступают сохранение товарного вида, отсутствие следов эксплуатации, наличие оригинальной упаковки и полного комплекта сопроводительной документации.

Возвраты товаров оказывают комплексное воздействие на деятельность предприятия, затрагивая различные аспекты его функционирования. Прежде всего, они напрямую влияют на финансовые показатели, снижая прибыль и создавая дополнительную нагрузку на операционные процессы. Рост числа возвратов влечет за собой необходимость перераспределения ресурсов: увеличение времени обработки заявок, привлечение дополнительного персонала и, как следствие, рост операционных издержек.

Возвраты существенно влияют на управление запасами: возвращенные товары требуют оценки, что задерживает их повторную продажу и ведет к избыточным остаткам и проблемам с обновлением ассортимента.

Особое значение возвраты имеют для отношений с клиентами. Ситуации, вынуждающие вернуть товар (особенно из-за нехватки информации или низкого качества), подрывают доверие к бренду. Поэтому долгосрочная стратегия должна опираться на приоритет клиентского сервиса как ключевого фактора снижения негативных последствий.

Для минимизации ущерба нужен комплексный подход, объединяющий превентивные меры и оптимизацию процессов. До покупки важно обеспечить информационную прозрачность: детальные описания, качественный визуальный контент, четкие размерные сетки. Технологические решения — виртуальные примерочные и дополненная реальность — помогают точнее оценить товар, что критически важно для одежды и товаров для дома. Параллельно следует совершенствовать контроль качества на этапе производства и упаковки, чтобы снизить риск брака.

Что касается операционного управления уже инициированными возвратами, оптимизация должна быть направлена на снижение издержек и ускорение оборота средств. Внедрение автоматизированных систем обработки возвратов позволяет быстрее проводить оценку состояния товара и принимать решение о его дальнейшей судьбе (повторная продажа, уценка, утилизация). Аналитика накопленных данных о причинах возвратов дает возможность выявлять проблемные позиции ассортимента и своевременно корректировать закупки или описания. Кроме того, гибкость политики возвратов – например, предложение обмена на другой товар вместо прямого возврата денег или предоставление бонусов за сохранение покупки – может не только сократить финансовые потери, но и укрепить лояльность клиентов, трансформируя потенциально негативный опыт в позитивное взаимодействие с брендом.

Список использованных источников:

1. Гоулман Дэниел. Эмоциональный интеллект. Почему он может значить больше, чем IQ. М., 2022. 544 с.

2. Димова Н.Й. Особенности эмоционального потребительского поведения. // Маркетинг в России и за рубежом. 2012. № 4. С. 42-46.

3. Щербатых Ю.В. Искусство избегать обмана / Ю.В. Щербатых. – М.: ЭКСМО-Пресс, 1999. – 288 с.

4. Safiullin L. N., Mahmudova G. R., Shigabieva A. M., Gaizatullin R. R. Relationship between psychological and social factors and green consumer behavior (environmental supporters) // Procedia Environmental Science, Engineering and Management. 2022. Т. 8. № 4. С. 801-809.

УДК 338.1

44. РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ СОВМЕСТНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ В БЕЛАРУСИ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА РЫНОК ТРУДА И МАЛЫЙ БИЗНЕС

Махров В.М., Василевская М.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н.Н. – канд. эконом. наук

Аннотация. В статье рассмотрена экономика совместного потребления как форма организации деятельности на базе цифровых платформ. Проанализированы сущность платформенной модели, факторы её становления и влияние на рынок труда. Особое внимание уделено развитию платформенной экономики в Беларуси: анализу крупных платформ, их воздействию на занятость, малый бизнес и конкурентную среду. Рассмотрены проблемы регулирования, институциональные ограничения и риски рыночной концентрации. Оценены меры госрегулирования. Сформулированы перспективы развития и направления совершенствования нормативного регулирования.

Ключевые слова. Экономика совместного потребления, платформенная экономика, цифровые платформы, маркетплейсы, квазимонополия, платформенная занятость, алгоритмическое управление, электронная коммерция, малый бизнес, сетевые эффекты, цифровизация, финансовые экосистемы, государственное регулирование.

Экономика совместного потребления (sharing economy) представляет собой современную форму организации экономической деятельности, основанную на цифровых платформах, обеспечивающих прямое взаимодействие между пользователями — поставщиками и потребителями ресурсов, услуг или труда. Данный феномен рассматривается как часть более широкого процесса трансформации экономической системы под воздействием цифровизации и распространения платформенных бизнес-моделей.

Сущность экономики совместного потребления заключается не столько в самом факте совместного использования ресурсов, сколько в институционализации и коммерциализации данного процесса. Современные практики sharing economy представляют собой «ранние проявления будущего, в котором обмен между равными (peer-to-peer) становится все более распространённым, а “толпа” заменяет корпорацию в центре капитализма»[1]. Таким образом, происходит смещение центра экономической активности от традиционных иерархических организаций к децентрализованным сетям пользователей.

Несмотря на терминологическую отсылку к совместному потреблению, данная модель не предполагает безвозмездного обмена. Напротив, она функционирует в рамках рыночной системы и основана на денежных транзакциях: «ни один из этих сервисов не предоставляется бесплатно… вы платите поставщику, который делится с вами, и получаете оплату, предоставляя услугу»[1]. Это позволяет характеризовать экономику совместного потребления как гибридную форму, сочетающую элементы традиционного рынка и неформальных практик обмена.

Возникновение данной модели обусловлено совокупностью факторов, среди которых ключевыми являются цифровизация, развитие мобильных технологий и распространение платформенных бизнес-моделей. Цифровые технологии существенно снизили транзакционные издержки и расширили масштабы экономического взаимодействия. Если ранее обмен между частными лицами был ограничен локальными социальными связями, то в настоящее время он осуществляется в рамках глобальных цифровых сетей. В этой связи отмечается, что «технологии расширяют экономическое сообщество далеко за пределы семьи или друзей… до цифрово верифицированной части населения»[1].

Развитие мобильных приложений обеспечило постоянный доступ к платформам и возможность оперативной координации спроса и предложения. Это привело к формированию экономики мгновенного доступа (on-demand), в которой владение активами уступает место их временному использованию. Особенно ярко это проявляется в секторах транспорта, аренды жилья и услуг.

Фундаментальным элементом является платформенная модель бизнеса. Платформы выступают не как производители, а как посредники, организующие взаимодействие между различными группами пользователей. В рамках данной модели «платформы представляют собой цифровые инфраструктуры, которые позволяют взаимодействовать двум или более группам… они позиционируют себя как посредники, объединяющие различных пользователей»[2]. Основным ресурсом становится не физический капитал, а данные и механизмы их обработки.

Платформы функционируют как многосторонние рынки, извлекая прибыль за счёт комиссий, монетизации данных и дополнительных сервисов. Их конкурентное преимущество основано на сетевых эффектах, при которых увеличение числа пользователей повышает ценность платформы для каждого участника. Это способствует высокой концентрации рынка и формированию доминирующих игроков.

К основным принципам функционирования цифровых платформ относятся посредничество и координация взаимодействия между участниками, децентрализация предложения за счёт вовлечения частных лиц, алгоритмическое управление процессами, использование репутационных механизмов

(рейтингов и отзывов), а также гибкость занятости, предполагающая нерегулярный и временный характер участия.

Несмотря на ряд преимуществ, включая повышение эффективности использования ресурсов, снижение барьеров входа и расширение потребительского выбора, экономика совместного потребления сопровождается структурными ограничениями. Усиливается зависимость участников от платформ, контролирующих доступ к рынку и условия взаимодействия. Высокая конкуренция между поставщиками приводит к давлению на цены и снижению доходов, особенно в сегменте малого бизнеса. Одновременно формируется нестабильная занятость, лишённая традиционных социальных гарантий.

Таким образом, экономика совместного потребления представляет собой не только технологическую инновацию, но и институциональное преобразование, затрагивающее базовые механизмы функционирования рынка труда и предпринимательства. Её развитие связано с переходом к платформенному капитализму, в котором ключевое значение приобретают данные, цифровая инфраструктура и контроль над сетевыми эффектами.

Развитие платформенной экономики в Беларуси характеризуется высокой степенью концентрации рынка вокруг крупных транснациональных цифровых платформ, прежде всего в сферах транспорта и электронной коммерции. Наиболее показательными примерами являются сервисы Yandex Go и Wildberries, которые формируют институциональную среду для занятости, потребления и функционирования малого бизнеса.

Одной из ключевых особенностей белорусского рынка является доминирование отдельных платформ, что приводит к формированию квазимонопольных структур. В сфере пассажирских перевозок отмечается, что «объём Яндекс-Такси (он же Яндекс Go) на рынке в Беларуси оценивался в 90% в 2024 году»[3]. Такая концентрация существенно ограничивает конкуренцию и усиливает зависимость работников и малого бизнеса от одной платформы.

Платформенная модель занятости, реализуемая через Yandex Go, трансформирует традиционные трудовые отношения. Формально водители не являются наёмными работниками, что позволяет платформе минимизировать обязательства. Это выражается в следующем: «без официального трудоустройства… у водителя нет большинства трудовых гарантий, среди которых оплачиваемый отпуск, больничные, минимальный заработок»[3]. Таким образом, происходит институциональное размывание трудовых отношений и перенос рисков с работодателя на работника.

Ключевую роль в управлении трудом играют алгоритмы, определяющие распределение заказов и уровень дохода. При этом их непрозрачность становится источником асимметрии информации: «формирование цены за поездку происходит на платформе. Её алгоритмы являются непрозрачными и остаются загадкой для большинства водителей»[3]. Это означает, что работники фактически лишены возможности прогнозировать доход и влиять на условия труда.

Дополнительным инструментом контроля выступают рейтинговые системы и механизмы санкций. Они формируют зависимость работников от оценок пользователей и алгоритмических решений платформы. В частности, «при низком рейтинге… существуют санкции: меньше выгодных заявок… или даже блокировка»[3]. Это усиливает дисциплинарную функцию платформы, заменяя традиционные формы менеджмента алгоритмическим контролем.

Важным следствием является рост конкуренции между самими работниками, что ведёт к снижению доходов. Платформа искусственно усиливает конкуренцию, используя внутренние механизмы распределения заказов: «количество заказов… и заработок водителя зависит от уровня конкуренции на линии»[3]. В результате формируется ситуация, при которой увеличение числа участников приводит не к росту эффективности, а к перераспределению дохода в пользу платформы.

Несмотря на отдельные попытки государственного регулирования, их эффективность остаётся ограниченной. В частности, введение реестра перевозчиков и признание платформы монополистом направлены на формализацию рынка: «в октябре 2024 Министерство… признало Яндекс монополистом… включая обязанность… не допускать монопольно высоких или монопольно низких цен»[3]. Однако фактическое влияние этих мер на положение работников остаётся незначительным.

Параллельно развивается сегмент электронной коммерции, где ключевую роль играют маркетплейсы, прежде всего Wildberries. Их влияние проявляется в трансформации структуры розничной торговли и изменении поведения потребителей. Отмечается рост масштабов онлайн-торговли: «в 2025 году количество пунктов выдачи заказов Wildberries в Беларуси выросло на 30%»[4]. Это свидетельствует о расширении инфраструктуры платформ и проникновении в региональные рынки.

Одновременно фиксируется увеличение числа продавцов и оборотов: «количество зарегистрированных поставщиков из Беларуси выросло на 17,2%… продажи товаров белорусского производства… увеличились на 44%»[4]. Это указывает на вовлечение малого бизнеса в платформенную экономику и использование маркетплейсов как канала сбыта.

Однако развитие маркетплейсов сопровождается рядом негативных эффектов. Во-первых, усиливается зависимость продавцов от платформ, которые контролируют доступ к аудитории и условия торговли. Во-вторых, наблюдается вытеснение традиционных форм торговли и независимых интернет-магазинов. Государственные органы фиксируют структурные изменения спроса: «доля реализации

отечественных товаров просела на 12,7 процентного пункта»[4], что частично связано с доминированием крупных платформ и иностранных товаров.

В-третьих, возникают проблемы качества и регулирования. Так, «в работе площадки нашли ряд нарушений… отсутствует информация об изготовителе»[4], а также фиксируется рост числа жалоб: «в 2023 году было зарегистрировано 2000 обращений… в 2024-м — уже 1000»[4]. Это свидетельствует о недостаточной прозрачности и контроле со стороны платформ.

Отдельного внимания заслуживает направление развития маркетплейсов, связанное с их постепенной трансформацией из торговых посредников в самостоятельные финансово-технологические экосистемы. Наиболее показательные процессы в данном направлении наблюдаются в России, где крупнейшие платформы активно расширяют контроль над платежной инфраструктурой и финансовыми потоками.

В частности, фиксируется тенденция к внедрению собственных платёжных решений и стимулированию пользователей к их использованию. Как отмечается, маркетплейсы стремятся замкнуть расчёты внутри своих экосистем, предлагая скидки и иные экономические стимулы при оплате через внутренние сервисы, что позволяет им снижать зависимость от традиционного банковского сектора и перераспределять финансовые потоки в свою пользу [11]. Это приводит к конфликту интересов между платформами и банками, поскольку последние теряют часть комиссионных доходов и контроль над транзакциями.

Дополнительно подчеркивается, что усиление роли цифровых платформ в финансовой сфере становится предметом внимания государства. В рамках обсуждения на уровне экономической политики отмечается необходимость выработки подходов к налогообложению и регулированию подобных экосистем, поскольку они начинают выполнять функции, выходящие за рамки классической электронной торговли [10]. Таким образом, маркетплейсы трансформируются в многофункциональные цифровые структуры, сочетающие торговые, логистические и финансовые сервисы.

Замыкание платежных потоков внутри маркетплейсов ведёт к перераспределению финансовой власти в пользу платформ. Контроль над транзакциями обеспечивает доступ к данным о поведении пользователей, структуре спроса и финансовых потоках, что усиливает информационное преимущество платформ и позволяет им управлять ценами, ранжированием товаров и условиями доступа к рынку. В результате маркетплейс получает возможность одновременно выступать посредником и фактическим регулятором внутри собственной экосистемы.

Снижение роли традиционных банковских институтов приводит к деформации финансового рынка, поскольку утрата комиссионных доходов и клиентского взаимодействия ограничивает возможности банков по развитию собственных сервисов и снижает их конкурентоспособность. В долгосрочной перспективе это способно ослабить банковскую систему как ключевой элемент финансовой инфраструктуры, особенно в сегменте розничных платежей [11].

Одновременно усиливается зависимость продавцов и потребителей от конкретной платформы, поскольку концентрация расчётов, логистики и продвижения товаров внутри одной экосистемы делает выход из неё экономически затруднительным. Это повышает барьеры смены платформы и ограничивает реальную конкуренцию, формируя эффект привязки пользователей к инфраструктуре маркетплейса.

Контроль над платежными механизмами также создаёт предпосылки для дискриминационных практик, при которых платформа может предоставлять более выгодные условия для внутренних способов оплаты или аффилированных участников, тем самым искажая рыночные механизмы конкуренции. Ограниченная прозрачность алгоритмов усиливает данные риски и затрудняет внешний контроль.

Усиление роли маркетплейсов в финансовой сфере усложняет государственный контроль за денежными потоками и налогообложением, поскольку платформы начинают выполнять функции, сопоставимые с банковскими, не подпадая под аналогичные требования регулирования. Это формирует необходимость разработки новых институциональных подходов, учитывающих специфику цифровых экосистем [10].

В контексте Беларуси данные процессы могут рассматриваться как вероятный сценарий развития платформенной экономики. С учётом высокой зависимости внутреннего рынка от транснациональных платформ существует риск переноса аналогичных моделей, при которых маркетплейсы будут усиливать контроль не только над торговыми операциями, но и над платежной инфраструктурой. Это может привести к дальнейшей концентрации экономической власти, снижению роли национальных финансовых институтов и усилению асимметрии между платформами и другими участниками рынка.

Таким образом, платформенная экономика в Беларуси оказывает комплексное влияние на рынок труда и малый бизнес. С одной стороны, она расширяет возможности занятости и доступа к рынкам, снижает барьеры входа и способствует развитию электронной коммерции. С другой стороны, формируется зависимость от платформенной инфраструктуры, усиливается давление на цены и доходы, а также происходит институциональная эрозия трудовых гарантий.

В долгосрочной перспективе наблюдается тенденция к концентрации экономической власти в руках платформ, что требует более системного регулирования. Без него платформенная экономика рискует закрепить модель асимметричных отношений, в которой основные выгоды аккумулируются у платформ, тогда как риски и издержки распределяются между работниками и малым бизнесом.

Формирование платформенной экономики в Беларуси сопровождается попытками институционального оформления и правового регулирования цифровых платформ, однако действующая нормативная база носит фрагментарный и реактивный характер. Регулирование преимущественно сосредоточено на отдельных секторах (в частности, пассажирские перевозки и электронная коммерция), тогда как комплексного подхода к платформенной занятости и цифровым посредникам не сформировано.

Одним из наиболее показательных направлений государственного вмешательства является регулирование рынка такси и агрегаторов. В ответ на стремительный рост платформенных сервисов была введена система обязательной регистрации участников рынка. Законодательно закреплено, что «с 1 ноября прошлого года в Беларуси работает реестр нерегулярных перевозчиков: те, кто не состоит в нем, считаются "вне закона"»[5]. Данная мера направлена на легализацию рынка, повышение налоговой прозрачности и усиление контроля за деятельностью водителей и платформ.

Реестр включает не только водителей, но и транспортные средства, диспетчеров и платформенных посредников, что фактически означает институционализацию всей платформенной экосистемы. При этом доступ к рынку становится зависимым от выполнения формальных требований: «в реестр включаются сведения об автомобильных перевозчиках… для включения… требуется пройти очное обучение»[5]. Таким образом, государство стремится трансформировать гибкую платформенную занятость в более формализованную модель.

Однако введение данных мер привело к ряду негативных последствий. Ограничение доступа к рынку сократило предложение услуг и вызвало рост цен: «это привело к сокращению численности доступного парка такси»[5]. В результате регулирование, направленное на упорядочивание отрасли, фактически снизило её эффективность и доступность для потребителей.

Дополнительной проблемой стало усиление административного давления на участников рынка. Исключение платформ из реестра фактически означает их запрет: «электронная информационная система заказа такси Maxim была исключена из реестра… по причине нарушения законодательства»[6]. Это демонстрирует высокую степень регуляторного контроля, при которой государство может напрямую влиять на структуру рынка.

В то же время регулирование не затрагивает ключевые аспекты платформенной экономики — алгоритмическое управление и распределение доходов. Несмотря на признание доминирующего положения отдельных платформ, механизмы контроля за их внутренними процессами остаются ограниченными. Отмечается, что даже при формальном признании монополии «включая обязанность… не допускать монопольно высоких или монопольно низких цен»[3], алгоритмы ценообразования остаются непрозрачными и недоступными для внешнего контроля.

Существенным ограничением является также отсутствие чёткого правового статуса платформенной занятости. В рамках действующего законодательства водители и курьеры рассматриваются либо как индивидуальные предприниматели, либо как самозанятые, что позволяет платформам избегать обязательств работодателя. Эта проблема носит системный характер и отражает более широкую трансформацию труда в цифровой экономике: «платформы способны превращать труд в товар, разбивая его на отдельные задачи и управляя им с помощью алгоритмов»[2].

Одновременно платформы извлекают выгоду из неопределённости правового статуса, сохраняя контроль над участниками рынка: «они получают контроль над условиями взаимодействия, зачастую не принимая на себя обязанности традиционных работодателей»[2]. Это создаёт асимметричную модель, в которой государственное регулирование не обеспечивает баланс интересов между платформами и работниками.

В более широком контексте платформенная экономика вписывается в процесс цифровизации государственного управления. В Беларуси реализуются элементы электронной инфраструктуры, включая платёжные системы и цифровые сервисы. Например, внедрение национальных решений в сфере цифровых платежей демонстрирует стремление государства контролировать финансовые потоки: система E-POS функционирует как «национальный механизм приёма безналичных платежей… регулятором — Национальный банк Республики Беларусь»[7]. Это указывает на тенденцию к созданию централизованных цифровых экосистем под государственным контролем.

Тем не менее, регулирование платформенной экономики сталкивается с рядом фундаментальных проблем.

Во-первых, наблюдается несоответствие законодательства динамике развития цифровых платформ. Нормативные меры носят реактивный характер и вводятся постфактум, что подтверждается оценками о «несоответствии действующего законодательства экономической реальности»[3]. Это приводит к тому, что регулирование либо запаздывает, либо носит избыточно жёсткий характер.

Во-вторых, отсутствует комплексный подход к регулированию платформ как особого института. Законодательство регулирует отдельные аспекты (перевозки, налогообложение, торговлю), но не учитывает специфику платформ как многосторонних рынков, основанных на данных и алгоритмах. В результате ключевые элементы — алгоритмическое управление, использование данных, сетевые эффекты — остаются вне правового поля.

В-третьих, усиление контроля сопровождается ростом административных барьеров, что негативно влияет на малый бизнес и занятость. Формализация деятельности через реестры и лицензирование

ограничивает доступ к рынку, снижает гибкость занятости и может стимулировать уход части участников в неформальный сектор.

В-четвёртых, сохраняется дисбаланс в регулировании: платформы как крупные цифровые посредники обладают значительными ресурсами для адаптации к новым требованиям, тогда как индивидуальные участники (водители, малые продавцы) несут основные издержки. Это усиливает структурное неравенство внутри платформенной экономики.

Таким образом, государственное регулирование платформенной экономики в Беларуси находится на стадии формирования и характеризуется противоречивостью. С одной стороны, предпринимаются попытки легализации и контроля цифровых платформ, включая создание реестров и признание доминирующего положения отдельных игроков. С другой стороны, отсутствие системного подхода и учёта специфики платформенной модели приводит к ограниченной эффективности регулирования и воспроизводству асимметричных отношений между платформами, работниками и малым бизнесом.

В перспективе требуется разработка комплексной нормативной модели, учитывающей особенности платформенной экономики, включая прозрачность алгоритмов, защиту прав работников и обеспечение конкурентной среды.

Дальнейшее развитие платформенной экономики в Беларуси будет определяться как внутренними институциональными условиями, так и глобальными тенденциями цифрового капитализма. При сохранении текущей траектории можно ожидать углубления платформизации ключевых отраслей — транспорта, торговли и услуг — с одновременным усилением роли крупных цифровых посредников. Однако такая динамика сопряжена с существенными структурными рисками, затрагивающими рынок труда, конкуренцию и устойчивость малого бизнеса.

Одним из ключевых направлений развития является дальнейшая концентрация экономической власти в руках платформ. Это обусловлено их способностью аккумулировать данные и использовать их для контроля над рынком. В рамках концепции «надзорного капитализма» подчеркивается, что «надзорный капитализм в одностороннем порядке присваивает человеческий опыт как бесплатное сырьё для преобразования в поведенческие данные… эти данные затем обрабатываются и превращаются в продукты прогнозирования» [8]. Таким образом, данные становятся стратегическим ресурсом, обеспечивающим платформам не только экономическое, но и институциональное доминирование.

В условиях Беларуси это может привести к усилению зависимости национального рынка от транснациональных платформ, контролирующих ключевые цифровые инфраструктуры. Отсутствие собственных крупных платформ усиливает данный эффект и ограничивает возможности государственного и экономического суверенитета в цифровой сфере.

Вторым значимым риском является трансформация рынка труда в сторону нестабильной и фрагментированной занятости. Платформенная модель предполагает переход от стандартных трудовых отношений к системе краткосрочных задач и заказов. Эта тенденция описывается следующим образом: «будущее может оказаться населено лишёнными прав работниками, которые перемещаются между платформами в поисках очередной краткосрочной подработки» [1]. Данный сценарий отражает риск формирования «прекариата», лишённого устойчивых доходов и социальных гарантий.

Вместе с тем платформы создают альтернативную модель занятости, основанную на гибкости и низких барьерах входа. Однако без соответствующего регулирования эта гибкость трансформируется в экономическую уязвимость. Возникает необходимость разработки механизмов социальной защиты, адаптированных к платформенной занятости, включая переносимые (portable) формы социальных гарантий.

Третьим направлением риска является снижение самостоятельности малого бизнеса. Маркетплейсы, с одной стороны, предоставляют доступ к широкой аудитории, с другой — формируют зависимость от инфраструктуры платформ. Это связано с тем, что платформы контролируют условия доступа к рынку, алгоритмы ранжирования и ценообразования. В результате малые предприятия теряют возможность автономного развития и становятся зависимыми от правил, устанавливаемых платформами.

Системный характер данной проблемы отражён в исследованиях регулирования: «отсутствие регуляторной базы ведет к злоупотреблению доминирующим положением, концентрации рыночной власти и недобросовестной конкуренции» [9]. Это указывает на прямую связь между институциональной неопределённостью и усилением рыночной концентрации.

Дополнительным риском является правовая фрагментация и отсутствие согласованного регулирования. В частности, отмечается, что «разрозненное регулирование… создает риски для цифровых платформ… отсутствие единого подхода порождает правовую неопределенность и увеличивает издержки для платформ» [9]. Для Беларуси это означает, что заимствование отдельных мер без системной интеграции может привести к снижению эффективности регулирования.

С учётом указанных рисков можно выделить несколько ключевых направлений совершенствования регулирования платформенной экономики.

Во-первых, необходимо формирование целостной законодательной базы, учитывающей специфику платформ как посреднических структур. Это включает разработку чётких дефиниций и разграничение ответственности между платформами и пользователями. Подчеркивается, что «регулирование платформенной экономики требует создания системной и единообразной законодательной базы,

учитывающей специфику деятельности цифровых платформ и интересы всех заинтересованных сторон» [9].

Во-вторых, требуется усиление антимонопольного регулирования, направленного на ограничение рыночной власти крупных платформ. Международный опыт показывает, что «в докладе были представлены доказательства антиконкурентного поведения доминирующих технологических компаний» [4], что актуализирует необходимость превентивных мер в национальном контексте.

В-третьих, важным направлением является регулирование алгоритмов и данных. Контроль за алгоритмическим ценообразованием и ранжированием должен стать частью правового поля, поскольку именно эти механизмы определяют распределение доходов и доступ к рынку.

В-четвёртых, необходимо развитие механизмов социальной защиты для платформенных работников. Это может включать создание гибридных форм занятости, сочетающих элементы самозанятости и наёмного труда, а также внедрение обязательных социальных взносов через платформы.

В-пятых, следует учитывать баланс между регулированием и инновациями. Избыточное вмешательство может привести к снижению эффективности платформ и ограничению предпринимательской активности: «чрезмерное регулирование… способно негативно повлиять на малый и средний бизнес и ограничить выбор потребителей» [9]. Следовательно, задача государства заключается в поиске регуляторного оптимума.

Игнорирование указанных проблем может привести к ряду негативных последствий. Во-первых, усилится монополизация рынков, что ограничит конкуренцию и инновации. Во-вторых, возрастёт доля нестабильной занятости, сопровождающейся снижением уровня социальной защиты. В-третьих, малый бизнес окончательно утратит самостоятельность, превратившись в зависимый элемент платформенной экосистемы.

Перспективы развития платформенной экономики в Беларуси носят двойственный характер. С одной стороны, она обладает потенциалом повышения эффективности и расширения экономических возможностей. С другой стороны, без системного регулирования существует риск закрепления модели, в которой экономическая власть концентрируется у платформ, а основные издержки перераспределяются на работников и малый бизнес.

Список использованных источников:

1. Sundararajan, A. The Sharing Economy: The End of Employment and the Rise of Crowd-Based Capitalism / A. Sundararajan. – Cambridge : MIT Press, 2016. – 256 p.

2. Srnicek, N. Platform Capitalism / N. Srnicek. – Cambridge : Polity Press, 2017. – 224 p.

3. Яндекс.Такси: алгоритмы платформы против водителей // https://www.salidarnast.info/ru/post/yandeks-taksi-algoritmy-platformy-protiv-voditeley. Электронный ресурс.

4. МАРТ изучил рынок маркетплейсов: на что жалуются белорусы // https://myfin.by/article/rynki/mart-izucil-rynok-marketplejsov-na-cto-zaluutsa-belorusy-41119. Электронный ресурс.

5. В Беларуси введён реестр перевозчиков такси // https://www.business-gazeta.ru/news/622496. Электронный ресурс.

6. Известному сервису такси запретили работать в Беларуси // https://sputnik.by/20250320/izvestnomu-servisu-taksi-zapretili-rabotat-v-belarusi--mintrans-poyasnil-1094660263.html. Электронный ресурс.

7. E-POS — система приёма платежей // https://raschet.by/biznesu/erip/e-pos/. Электронный ресурс.

8. Zuboff, S. The Age of Surveillance Capitalism / S. Zuboff. – New York : PublicAffairs, 2019. – 704 p.

9. Кошель А., Кузьминов Я. Поиск регуляторного оптимума цифровых платформ / А. Кошель, Я. Кузьминов. – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 200 с.

UDC 338.1

THE DEVELOPMENT OF THE SHARING ECONOMY IN BELARUS AND ITS IMPACT ON THE LABOR MARKET AND SMALL BUSINESSES

Mahrov V.M., Vasilevskaya M.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Zhilinskaya N.N. – Candidate of Economic Sciences

Annotation. This article examines the sharing economy as a form of business organization based on digital platforms. It analyzes the nature of the platform model, the factors driving its emergence, and its impact on the labor market. Particular attention is paid to the development of the platform economy in Belarus, including an analysis of major platforms and their impact on employment, small businesses, and the competitive environment. It examines regulatory challenges, institutional constraints, and the risks of market concentration. It evaluates government regulatory measures and outlines prospects for development and directions for improving regulatory frameworks.

Keywords. *Sharing economy, platform economy, digital platforms, marketplaces, quasi-monopoly, platform-based employment, algorithmic control, e-commerce, small businesses, network effects, digitalization, financial ecosystems, government regulation.*

45. ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ МАРКЕТИНГА ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ КАЗИНО И IGAMING-ПРОЕКТОВ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Тимофеева Е.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Маклакова О.М. – старший преподаватель

В данном докладе рассматриваются маркетинговые стратегии продвижения на рынке онлайн-казино Республики Беларусь. Основное внимание уделяется ключевым инструментам привлечения и удержания игроков в условиях жесткой конкуренции и ограниченного рынка: наружная реклама, партнерский маркетинг, геймификация, спонсорство, мобильные приложения.

С ростом возможностей сети Интернет субъекты хозяйствования в сфере игорной индустрии получили возможность для развития бизнеса путем открытия онлайн казино. На сегодняшний день в Республике Беларусь права на осуществление деятельности по организации и проведению азартных игр в сети Интернет предоставлены следующим организаторам: ООО «АльМах» (winline.by), ООО «БетСити» (betcity.by), ООО «БИЗОН БЕТ» (fonbet.by), ООО «Букмекерская контора Марафон» (marathonbet.by, mobile.marathonbet.by); ООО «Золотой Фараон» (brazino777.by); ООО «Ставка-Бет» (1xbet.by, m.1xbet.by), ООО «СТАТУСКВО» (pm.by, betera.by), ООО «Финансово-инвестиционная компания «ИНХО» (maxline.by) ООО «Число Удачи» (grandcasino.by, gg.by, grandsport.by).

В Республике Беларусь онлайн-казино стали доступными в 2019 г., когда вступил в силу Указ Президента Республики Беларусь от 7 августа 2018 г. № 305 «О совершенствовании правового регулирования игорного бизнеса». Обозначенный акт установил достаточно строгие правила лицензирования и налогообложения рассматриваемой деятельности, а также определил требования и условия осуществления игорной деятельности.

Специфика привлечения казино трафика значительно отличается от других индустрий. Здесь доминирует модель CPA-трафика (Cost per Action), где оплата осуществляется за конкретные действия, а не за клики или просмотры. По итогу, качество трафика становится важнее его объема, поэтому приоритет отдается таким метрикам, как удержание игроков и их LTV (Lifetime Value).

Учитывая вышеперечисленные специфики, рассмотрим наиболее эффективные стратегии продвижения, которые доказали свою результативность в текущих рыночных условиях:

1. Наружная реклама.

Одним из наиболее заметных и традиционных каналов является наружная реклама. Её эффективность определяется не столько прямым откликом, сколько ее способностью решать задачи долгосрочного характера: формирование и поддержание узнаваемости бренда, создание устойчивых ассоциативных связей. Наружные носители срабатывают в моменты специфических психологических состояний – под воздействием стресса или эйфории у потребителя может возникнуть желание испытать удачу. Для борьбы с «баннерной слепотой» операторы вынуждены постоянно обновлять креативы и визуальные решения.

Важным трендом стала интеграция в наружную рекламу маскотов. На белорусском рынке наиболее яркими примерами являются Кот Betera и Гусь Maxline. Маскоты – это «лица» компании, обеспечивающие эмоциональную связь с потребителем и повышающие запоминаемость бренда.

2. *Партнерский маркетинг.*

Партнерские программы являются одним из наиболее эффективных инструментов масштабирования трафика, особенно в условиях относительно небольшого географического рынка с ограниченным потенциалом роста. Так, примером может служить компания Maxline, которая увеличила объемы привлекаемого трафика на 40% в результате партнерской программы [1]. Ключевыми факторами такого успеха стали, во-первых, прозрачность аналитики – использование специализированного программного обеспечения. Во-вторых, огромную роль сыграла репутация: легальный статус и узнаваемость бренда существенно облегчают привлечение новых партнеров.

3. Геймификация.

Используя различные элементы геймификации, компании значительно увеличивают вовлеченность и формируют устойчивые поведенческие паттерны, стимулирующие регулярные возвраты на платформу. Правильно спроектированная система лояльности оказывает прямое влияние на ключевые метрики и увеличивает частоту игровых сессий.

Betera первой среди гемблинг-операторов Беларуси внедрила полноформатную систему геймификации, интегрированную непосредственно в продукт. Их «Betera Pass» был удостоен бронзовой награды престижной профессиональной премии ADMA в номинации «Инновации в бизнесе, продукте или услугах» [2].

Механика геймификации построена по принципу компьютерных ролевых игр: пользователи выполняют разнообразные задания, получают за это игровые баллы, повышают свой уровень, открывают новые достижения и обменивают накопленные баллы на фриспины (бесплатные вращения в слотах) или фрибеты (бесплатные ставки на спорт).

Успех геймификации подтверждается и действиями конкурентов: например, онлайн-лотерея belbet запустила проект «Баттлы», позволяющий пользователям соревноваться за выигрыши, что превратилось в очень популярный вид взаимодействия и общения [3].

4. Спортивное спонсорство.

Важным направлением маркетинговых коммуникаций выступает спонсорство спортивных и киберспортивных структур, которое позволяет брендам интегрироваться в целевые сообщества.

Партнерство со спортивными организациями работает на нескольких уровнях: оно повышает престиж и репутацию бренда, формирует доверие со стороны болельщиков и обеспечивает широкий медийный охват через трансляции матчей и социальные сети клубов.

Ярким примером является компания Maxline, которая выступает партнером ряда футбольных клубов, включая всемирно известный «Манчестер Юнайтед. Значимым игроком на поле спортивного спонсорства выступает также компания Winline, которая в 2022 году заключила партнерское соглашение с хоккейным клубом «Динамо-Минск». Особого внимания заслуживает развитие киберспортивного направления в маркетинговой стратегии компании Betera. В 2023 году компания основала собственную киберспортивную команду Betera Esports. За время своего существования команда приняла участие в многочисленных турнирах, достигнув значимых результатов.

5 Мобильные приложения.

Согласно мировым исследованиям, более 60% игроков используют мобильные устройства для доступа к игровым платформам [4]. Поэтому собственное мобильное приложение становится важным инструментом удержания и прямой коммуникации с игроками. Мобильные приложения обеспечивают возможность отправки push-уведомлений для реактивации неактивных игроков и формируют повышенную лояльность благодаря более удобному UX.

Betera демонстрирует системный подход к развитию мобильного направления. В 2025 году компания стала лучшей в категории «Мобильное приложение для ставок на спорт» на конкурсе «Народная марка» [5], что стало знаком высокого доверия и признания. Сегодня в мобильном приложении бренда доступны около 8 000 игр от 100 всемирно известных провайдеров, что является наивысшим показателем на рынке Беларуси.

Однако сложная модерация в App Store и Google Play для gambling-приложений, высокие затраты на разработку и необходимость постоянных обновлений создают серьезные барьеры для входа. Альтернативным решением может быть внедрение PWA-приложений, которые обеспечивают нативный интерфейс для пользователя без необходимости прохождения модерации в официальных магазинах. Организация эксклюзивных акций для мобильных пользователей, использование QR-кодов для быстрого доступа и тщательная оптимизация под различные размеры экранов помогают максимизировать эффективность мобильной стратегии.

Несмотря на разнообразный креатив и значительные инвестиции в маркетинг, операторы белорусских казино сталкиваются с рядом серьезных системных вызовов и ограничений, которые напрямую влияют на эффективность их стратегий. Главным является объективно небольшой объем локального рынка. Это означает, что потенциал роста ограничен, и даже многократное увеличение рекламных бюджетов не приведет к пропорциональному росту клиентской базы из-за нехватки новых пользователей. По итогу, операторы начинают конкурировать за одних и тех же потенциальных клиентов, что неизбежно ведет к удорожанию их привлечения.

Вторым критическим вызовом является негативное восприятие рекламы азартных игр широкой общественностью. Интенсивность и повсеместность рекламного присутствия, когда баннеры казино встречаются на улицах городов, в метро, в социальных сетях, на сайтах, у блогеров и даже на здании Национальной библиотеки, вызывает закономерное раздражение у населения.

В заключение, белорусский рынок iGaming функционирует в условиях жесткого государственного регулирования и высокой конкуренции между несколькими операторами. Ключевыми факторами успеха в продвижении становятся комплексные маркетинговые стратегии, сочетающие традиционные каналы продвижения, цифровые инструменты, геймификацию, спортивное и киберспортивное спонсорство, а также качественные мобильные приложения.

Список использованных источников:

1. Кейс Maxline: масштабирование партнерского трафика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://partnerkin.com. – Дата доступа: 03.03.2026.

2. Проект первой геймификации Betera Pass получил награду престижной премии ADMA. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pressball.by. – Дата доступа: 03.03.2026.

3. Belbet Баттлы: как игровая фича стала социальным феноменом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://workspace.ru. – Дата доступа: 03.03.2026.

4. iGaming Statistics & Insights for Data-Driven Decisions. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.scaleo.io. – Дата доступа: 03.03.2026.

5. Betera получила высшие награды на премии "Выбор года" и укрепила лидерство на рынке. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pressball.by. – Дата доступа: 03.03.2026.

УДК 347.78:004.8

46. АГЕНТНАЯ КОММЕРЦИЯ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ И БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ

Головатенко А.А. студент группы 334701, Сантоцкий И.С. студент группы 334701

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакова Е.В. – канд. экон. наук

Аннотация. В данной работе исследуется концепция агентной коммерции как принципиально нового этапа развития цифровой торговли, характеризующегося переходом от рекомендательных систем к автономным ИИ-агентам. Рассматриваются механизмы трансформации потребительского поведения, при которых делегирование полномочий по совершению покупок программным алгоритмам меняет основы рыночного взаимодействия. Проанализированы изменения в бизнес-моделях предприятий и правовые вызовы, стоящие перед экономикой Республики Беларусь в условиях автоматизации волеизъявления потребителей.

Ключевые слова. агентная коммерция, ИИ-агенты, автономные покупатели, трансформация поведения, бизнес-модели, цифровая экономика, предиктивное потребление, динамическое ценообразование, персональные данные, правовое регулирование.

Современный электронный бизнес переживает фундаментальную трансформацию под влиянием стремительного развития больших языковых моделей, а также агентных технологий на базе специализированных фреймворков. Агентная коммерция представляет собой эволюционное продолжение электронной коммерции, где ключевым субъектом принятия решений и совершения транзакций становится не человек, а автономный ИИ-агент. Это программная сущность, наделенная способностью к планированию, логическому рассуждению, использованию внешней памяти и действию в интересах пользователя через набор инструментов. В отличие от традиционных алгоритмов рекомендаций, которые лишь предлагают варианты для ручного выбора и утверждения, современные ИИ-агенты обладают расширенными полномочиями: самостоятельно вести многоэтапные переговоры с продавцами через программные интерфейсы, сравнивать сложные многомерные параметры предложений, включая цену, качество по международным стандартам, сроки доставки с учетом логистики, экологичность по углеродному следу и совместимость с экосистемой пользователя, а также проводить оплату в рамках заранее заданных целей, ограничений по риску и этических норм. Это создает принципиально новую экономическую реальность — "агентную экономику", где процесс потребления становится практически невидимым, полностью фоновым и глубоко интегрированным в повседневную цифровую среду пользователя: от мессенджеров с ботами-агентами и голосовых ассистентов до систем умного дома и личных финансовых приложений. Архитектура таких систем часто базируется на когнитивных паттернах рассуждения и действия, что позволяет агентам разбивать сложные задачи на подзадачи и корректировать стратегию в реальном времени.

Внедрение агентной коммерции радикально меняет классическую психологию потребления, которая десятилетиями строилась на эмоциональном вовлечении, визуальном маркетинге и импульсивных покупках под влиянием скидок. Традиционные методы привлечения внимания, такие как яркий дизайн упаковки с нейромаркетинговыми цветами, интуитивные цветовые схемы интерфейсов, лимитированные акции с таймерами и персонализированные баннеры, теряют свою эффективность, поскольку ИИ-агент систематически игнорирует эмоциональные триггеры, субъективные нарративы и визуальные манипуляции. Он фокусируется исключительно на рациональном анализе структурированных данных: агрегированных отзывов с семантическим парсингом, динамических рейтингов, исторических показателей надежности поставщиков и предиктивных моделей спроса. Потребитель постепенно эволюционирует от роли активного искателя товаров к роли стратегического менеджера, который лишь задает высокоуровневые, декларативные цели для своего домохозяйства или бизнеса, например, поддерживая запасы продуктов в заданном бюджете с приоритетом на органику и локальных производителей, полностью делегируя всю когнитивную нагрузку по поиску по множеству площадок, сравнению альтернатив, оценке рисков и оформлению заказов с учетом логистики искусственному интеллекту [1]. Происходит феномен "когнитивной разгрузки", где человек переходит от функции поиска к функции верификации, проверяя лишь критические отклонения от заданных параметров.

Этот сдвиг приводит к качественному переходу к модели предиктивного, проактивного и контекстно-адаптивного потребления: агент непрерывно мониторит остатки товаров в реальном времени через интеграцию с умными бытовыми устройствами или специализированными приложениями, анализирует детальную историю использования посредством технологий идентификации и распознавания, сезонные паттерны, изменения в расписании семьи из цифровых календарей,

демографические сдвиги и даже внешние факторы вроде локальной погоды через сервисы данных, глобальных праздников или экономических индикаторов, совершая закупки еще до того, как человек осознанно почувствует потребность или сформулирует запрос. Такое предвидение полностью нивелирует "парадокс выбора", освобождая значительное количество времени пользователя, повышая общую удовлетворенность и снижая уровень сожаления о покупках. Однако одновременно формируется глубокая технологическая зависимость от алгоритмов, снижается критическое восприятие рыночных предложений, ослабевают навыки самостоятельного принятия решений и повышается уязвимость к сбоям ИИ. В новой парадигме лояльность к бренду уступает место лояльности к эффективности самого алгоритма-посредника, который беспристрастно ищет оптимальное сочетание цены, качества, скорости доставки, устойчивости и других метрик, полностью игнорируя эмоциональную привязанность человека к конкретной марке, упаковке или ритуалу покупки [2], [3]. Это ведет к коммодитизации интерфейсов: побеждает не тот, у кого красивее сайт, а тот, чьи данные лучше читаются машиной.

Бизнес-среда вынуждена срочно адаптироваться к реальности машинно-машинного взаимодействия, где традиционное продвижение через рекламные сети и поисковые системы уступает место специализированной оптимизации для агентных систем. Главным фактором конкурентного успеха становится не визуальная привлекательность сайта, а доступность полных, актуальных и высокоструктурированных данных о товаре через открытые программные интерфейсы, включая детальную техническую документацию, реальные соглашения об уровне сервиса по доставке, прозрачные данные о цепочках поставок, агрегированные метрики удовлетворенности и семантические аннотации в машиночитаемом формате. Компании радикально пересматривают маркетинговые бюджеты, перенося акцент с дорогой визуальной рекламы и инфлюенсер-маркетинга на инвестиции в семантическую чистоту каталогов, автоматизированное обновление цен через потоки данных, создание дружественных для агентов интерфейсов и даже агент-маркетинг. Появляется полноценная модель взаимодействия бизнеса с агентом, предполагающая внедрение динамического ценообразования в реальном времени и микро-торги между агентом продавца и агентом покупателя: цена товара может корректироваться за миллисекунды на основе объема закупки, истории платежей, текущего спроса, альтернативных предложений конкурентов и даже внешних событий вроде колебаний валют или инфляции. Кроме того, агентная коммерция ускоряет развитие подписочных сервисов следующего поколения, где потребитель платит не за фиксированный ассортимент товаров, а за достижение умеренного результата, что обеспечивается автономными закупками расходников, регулировкой микроклимата, предиктивным обслуживанием техники и даже ресейлом излишков на вторичном рынке. Такие модели уже тестируют крупные международные ритейлеры, интегрируя ИИ-агентов в свои экосистемы для создания "бесшовного потребления".

Развитие агентной коммерции неизбежно ведет к формированию новой рыночной инфраструктуры, где традиционные посредники заменяются специализированными сервисами верификации и репутации для автономных систем. Возникает потребность в независимых аудиторских организациях, подтверждающих надежность и безопасность алгоритмов агентов, аналогично тому, как рейтинговые агентства оценивают финансовую устойчивость компаний. Рынок трансформируется в среду взаимодействия множественных агентских сущностей, где конкуренция смещается с уровня цен на уровень качества сервисных соглашений и скорости исполнения транзакций. Это требует создания универсальных протоколов обмена сообщениями между агентами разных платформ, обеспечивающих интероперабельность и предотвращающих формирование закрытых экосистем, ограничивающих свободный выбор потребителя. Без таких стандартов существует риск фрагментации цифрового пространства, где агенты одного провайдера не смогут эффективно взаимодействовать с предложениями другого, что противоречит принципам открытой экономики.

Реализация агентной коммерции в правовом поле Республики Беларусь требует глубокой корректировки нормативной базы, прежде всего в части признания юридической силы за действиями автономных ИИ-систем и их квалификации как "электронных представителей". Согласно гражданскому законодательству о сделках, сделка требует ясного волеизъявления субъекта, и на текущий момент остается открытым вопрос квалификации автоматической транзакции, совершенной агентом без прямого подтверждения человеком — является ли это выражением воли владельца или самостоятельным актом "цифрового лица"? Необходимы новые институты, такие как цифровая доверенность, специальные правовые режимы технологических песочниц в рамках специализированных зон или даже статус "искусственного лица", позволяющие нанимателям нести ответственность за действия своих программных представителей, включая возмещение убытков от ошибочных решений или несанкционированных трат. Целесообразно рассмотреть возможность внедрения смарт-контрактов как юридически значимого инструмента фиксации условий агентского взаимодействия, что согласуется с специальными нормативными актами о развитии цифровой экономики.

Особое внимание уделяется защите персональных данных и этике ИИ, поскольку для эффективной гиперперсонализации агент нуждается в широком доступе к финансовой истории, личным предпочтениям, геолокации, медицинским данным и даже социальным связям пользователя [4]. В рамках законодательства о защите персональных данных возникает потребность в механизмах обязательного аудита алгоритмов, раскрытия источников данных, объяснимого ИИ, чтобы исключить манипулирование выбором в пользу аффилированных поставщиков или скрытых комиссий разработчика платформы. Актуальными остаются вопросы распределения ответственности за сбои: кто несет убытки от некорректной интерпретации заказа, неверного прогноза спроса или кибератаки на агента — пользователь, разработчик ИИ или продавец? Отдельный пласт проблем составляет кибербезопасность агентных систем: риски инъекции промптов, когда злоумышленник через описание товара может перепрограммировать агента покупателя, или атаки на цифровые кошельки, интегрированные в агент. Решение этих вызовов потребует межведомственного сотрудничества с участием национальных академий наук, профильных министерств, технологических кластеров и международных стандартов безопасности.

Агентная коммерция — закономерный итог цифровизации экономики Республики Беларусь, переносящий акцент с человеческого выбора на алгоритмическую эффективность и открывающий белорусским компаниям возможности для кратного снижения транзакционных издержек, полной автоматизации продаж и выхода на глобальные рынки через интерфейсы взаимодействия с агентами. Однако успех зависит от глубокой перестройки ИТ-инфраструктуры: внедрения универсальных стандартов для агентов, блокчейн-верификации транзакций и федеративного обучения моделей для сохранения приватности. Для страны ключевыми станут государственные инициативы по цифровизации малого и среднего предпринимательства в рамках национальной стратегии, пилотные проекты в технологических зонах, подготовка кадров в профильных технических вузах и интеграция с регуляциями международных экономических объединений для обеспечения трансграничной совместимости агентов.

Трансформация рынка труда под влиянием агентных технологий носит структурный характер, затрагивая не только сектор розничной торговли, но и сферы логистики, клиентского сервиса и управления цепочками поставок. Автоматизация рутинных операций высвобождает человеческие ресурсы для задач, требующих креативности, эмпатии и стратегического мышления, однако одновременно создает запрос на новые компетенции. Система высшего и дополнительного образования должна оперативно реагировать на эти изменения, внедряя программы подготовки специалистов по управлению автономными системами, этике искусственного интеллекта и анализу агентных данных. Для национальной экономики критически важно обеспечить опережающую переподготовку кадров, чтобы предотвратить структурную безработицу и обеспечить плавный переход к новой модели занятости, где человек выступает в роли архитектора бизнес-процессов, а не исполнителя транзакций.

Вместе с тем вызовы включают риски монополизации платформ-агрегаторов, этические дилеммы предвзятости алгоритмов, социальные последствия — от потери рабочих мест в розничной торговле и колл-центрах до "фильтрационных пузырей" в рекомендациях и цифрового разрыва между пользователями продвинутых агентов и остальным населением. Важным аспектом является концепция сохранения человека в контуре управления, сохраняющая за ним право вето на критически важные решения. Успешная интеграция агентных технологий в белорусскую экономику будет определяться балансом между инновациями, жестким регулированием безопасности и доверием общества, что потребует формирования новой цифровой культуры и повышения грамотности населения в области взаимодействия с автономными системами.

Список использованных источников:

1. А.П. Ковалев Развитие электронной коммерции В Республике Беларусь: опыт, проблемы, перспективы Минск, 2009. – 131 с.

2. Ермакова, Е.В. Государственное управление инновационной деятельностью // Право. Экономика. Социальное партнерство [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. Междунар. ун-т «МИТСО» ; редкол.: В. Ф. Ермолович [и др.]. – Минск : Междунар. ун-т «МИТСО», 2023. – С. 529–532.

3. European Commission. AI Act (Regulation (EU) 2024/1689) — Shaping Europe's digital future.

4. Закон Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З «О персональных данных».

UDC 347.78:004.8

AGENT COMMERCE: TRANSFORMING CONSUMER BEHAVIOR AND BUSINESS MODELS

Golovatenko A.A., Santotsky I.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ermakova E.V. – Candidate of Economic Sciences

Annotation. This article explores the concept of agent commerce as a fundamentally new stage in the development of digital commerce, characterized by the transition from recommender systems to autonomous AI agents. It examines the mechanisms of consumer behavior transformation, whereby delegating purchasing authority to software algorithms changes the foundations of market interaction. Changes in enterprise business models and the legal challenges facing the Belarusian economy in the context of automated consumer choice are analyzed.

Keywords. Agent-based commerce, AI agents, autonomous shoppers, behavior transformation, business models, digital economy, predictive consumption, dynamic pricing, personal data, legal regulation.

47. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ НА УПРАВЛЕНИЕ ДЕНЕЖНЫМИ ПОТОКАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

Бранковская А.Е., Ивашкова Д.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Насонова И.В. – канд. эконом. наук

Аннотация. В статье исследуются изменения в подходах к управлению денежными потоками организаций Республики Беларусь под влиянием цифровизации платежного рынка. Рассмотрен переход от традиционных расчетов к использованию современных инструментов Национального банка Республики Беларусь, таких как системы BISS и СМП. Описано влияние внедрения цифрового рубля, блокчейн-технологий и открытых API на финансовую устойчивость и ликвидность предприятий. В работе выявлены основные преимущества и риски цифровых платежных систем, а также предложены практические рекомендации по использованию сервиса Request to Pay для повышения эффективности управления дебиторской задолженностью.

Ключевые слова. Денежный поток, платежные системы, цифровой рубль, блокчейн, смарт-контракты, ликвидность, транзакционные издержки, система мгновенных платежей.

В современных условиях цифровая трансформация платежного рынка Республики Беларусь выступает стратегическим фактором изменения подходов к управлению денежными потоками организаций. Традиционные методы, характеризующиеся использованием бумажных носителей, необходимостью инкассации наличности и длительными межбанковскими циклами, создают риски «замораживания» ликвидности и увеличивают транзакционные издержки субъектов хозяйствования.

Актуальность темы обусловлена необходимостью перехода к высокотехнологичным платежным инструментам, обеспечивающим поступление выручки в режиме реального времени. Внедрение системы ЕРИП, технологий QR-платежей и интернет-эквайринга, а также развитие платформы цифрового рубля позволяют минимизировать финансовые и временные риски и оптимизировать структуру оборотного капитала.

Понятие платежная система представляет собой инструмент, обеспечивающий осуществление денежных переводов и расчетов между участниками. Платежная система облегчает проведение различных видов платежей, включая электронные, банковские, наличные, а также онлайн-платежи, предоставляя удобный и безопасный механизм для передачи средств [1].

Традиционные механизмы управления денежными потоками организаций в Республике Беларусь на современном этапе сталкиваются с объективными ограничениями. Ключевые из них связаны с прерывистым характером межбанковских расчетов и высокими затратами на обслуживание наличного денежного оборота. Классические методы проведения платежей (использование бумажных платежных поручений и выполнение операций в рамках ограниченного банковского операционного дня) приводят к временным разрывам между отгрузкой продукции и поступлением денежных средств на расчетный счет. В результате замедляется оборачиваемость средств, находящихся в дебиторской задолженности и в пути, что негативно влияет на показатели текущей ликвидности.

Дополнительную нагрузку на бюджет организации создает система работы с наличной выручкой. Основные транзакционные издержки включают: комиссионные выплаты банкам за инкассацию и пересчет наличных; расходы на обеспечение физической безопасности и содержание кассовой инфраструктуры; операционные риски, связанные с человеческим фактором, включая ошибки персонала и вероятность приема поддельных денежных средств.

Цифровая трансформация платежной системы Республики Беларусь, инициированная Национальным банком, существенно изменяет структуру денежного цикла организаций. Ее основой является автоматизированная система межбанковских расчетов BISS (Belarus Interbank Settlement System). Система BISS работает по принципу расчетов в реальном времени, обрабатывая каждый крупный или срочный платеж по отдельности сразу в момент его поступления. Это исключает ожидание завершения общего банковского дня и гарантирует, что перевод является окончательным – его нельзя отозвать или отменить после совершения. Для предприятий такая надежность и скорость означают возможность мгновенно использовать зачисленные крупные суммы для дальнейших операций, что делает управление капиталом более гибким и защищает от рисков, связанных с задержками в банковской цепочке [2].

Важную роль в управлении текущей ликвидностью играет система мгновенных платежей (СМП), обеспечивающая проведение операций круглосуточно и непрерывно. В отличие от традиционных клиринговых механизмов, она позволяет зачислять средства получателю в течение нескольких секунд. Это сокращает финансовый цикл и дает организациям возможность своевременно исполнять обязательства перед контрагентами без учета банковских выходных и праздничных дней.

Значительное внимание уделяется развитию национальной платежной системы БЕЛКАРТ, которая обеспечивает стабильность внутренних расчетов независимо от внешних факторов. Для бизнеса это

означает надежность приема платежей и снижение рисков, связанных с возможностью ограничения функционирования международных платежных систем.

Развитие инфраструктуры открытых банковских API (Open Banking), предусмотренное Концепцией развития платежного рынка на 2023-2025 годы, позволяет интегрировать банковские сервисы в корпоративные информационные системы. Это обеспечивает: консолидацию данных и централизованный контроль ликвидности по всем счетам; автоматизацию сверки платежей и ускорение операционных процессов; повышение безопасности и стандартизацию обмена данными благодаря внедрению формата ISO 20022 [3].

Перспективным направлением является внедрение цифрового белорусского рубля (ЦРБ) на базе технологии распределенного реестра (блокчейн). Он рассматривается как полноценное платежное средство, сочетающее характеристики наличных и безналичных денег. Использование смарт-контрактов открывает возможности автоматизации финансовых потоков, включая автоматическое распределение поступлений по заданным направлениям (налоги, заработная плата, кредиты), контроль целевого использования средств, упрощение и удешевление трансграничных расчетов [4].

Применение блокчейн-технологий повышает уровень финансовой безопасности: данные защищаются с помощью криптографии, каждая операция фиксируется в неизменяемом реестре, а отсутствие единого центра хранения снижает риски сбоев и кибератак.

Преимущества цифровых платежных систем:

- высокая скорость проведения расчетов (вплоть до нескольких секунд);
- круглосуточная доступность платежных операций (24/7/365);
- снижение транзакционных и операционных издержек;
- повышение прозрачности и контролируемости финансовых потоков;
- автоматизация учета и интеграция с корпоративными системами;
- снижение рисков, связанных с наличным оборотом и человеческим фактором;
- повышение устойчивости к внешним и геополитическим ограничениям (за счет национальной инфраструктуры).

Недостатки:

- зависимость от цифровой инфраструктуры и технической стабильности систем;
- риски киберугроз и необходимость значительных инвестиций в информационную безопасность;
- затраты на внедрение и интеграцию новых технологий;
- необходимость повышения квалификации персонала;
- возможные регуляторные ограничения и изменения законодательства;
- риски технологической несовместимости между различными системами и платформами [5].

В качестве практической рекомендации для повышения эффективности управления дебиторской задолженностью целесообразно внедрение сервиса Request to Pay. Данная технология позволяет инициировать платеж со стороны покупателя путем направления электронного счета непосредственно в его платежное приложение. Это переводит процесс управления денежными поступлениями из пассивного ожидания в активную фазу, повышая предсказуемость поступлений и точность кассового планирования [6].

Таким образом, переход к цифровым платежным инструментам является ключевым фактором повышения эффективности управления денежными потоками организаций. Современные решения позволяют существенно сократить временные разрывы в расчетах, снизить издержки, повысить прозрачность и управляемость финансовых операций. Внедрение инновационных технологий, включая мгновенные платежи, открытые API и цифровую валюту, формирует устойчивую и гибкую финансовую инфраструктуру. В долгосрочной перспективе это способствует укреплению финансовой устойчивости организаций, повышению их конкурентоспособности и снижению зависимости от внешних факторов.

Список использованных источников:

1. Что такое платежная система? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.alfabank.by/about/wiki/banks/payment_system/.

2. Платежная система Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nbrb.by/payment/payment-system.

3. Концепция развития платежного рынка Республики Беларусь на 2023-2025 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nbrb.by/payment/koncepcija-rasvitija-platioznogo-rinka_2023-2025.pdf.

4. Концепция цифрового белорусского рубля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nbrb.by/payment/digital_ruble/concept.pdf.

5. Pros and cons of digital payments [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.chase.com/personal/credit-cards/education/basics/the-pros-and-cons-of-digital-payments.

6. Запрос о платеже (RtP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.invoicebox.ru/docs/scenarios/rtp/#:~:text=Запрос%20о%20платеже%20(RtP%20или,оплаты%20на%20платёжной%20странице%20Инвойсбокс.

48. РАЗВИТИЕ РЫНКА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Вабищевич А.С., Савич А.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Орлова Е. И. – старший преподаватель

В работе проведён анализ рынка телекоммуникационных услуг Республики Беларусь с акцентом на его сегментацию и современное состояние. Телекоммуникационные услуги представляют собой деятельность, направленную на передачу, получение и обработку информации, что составляет технологическую основу цифровой экономики. Рынок рассматривается как система экономических отношений между продавцами и покупателями данных услуг. В исследовании применяется подход к сегментированию рынка и выделению групп потребителей. На основе данных описаны количественные достижения отрасли: всеобщий охват сотовой связью, высокое проникновение интернета. Ключевые проблемы: технологическое отставание инфраструктуры, цифровое неравенство регионов и кадровый дефицит. Сделан вывод о необходимости комплексной государственной политики для перехода от экстенсивного роста к качественной трансформации сектора.

В условиях глобальной цифровой трансформации телекоммуникационные услуги (ТКУ), представляющие собой деятельность, направленную на передачу, получение и обработку информации, становятся критической инфраструктурой для экономики и общества. Цифровая экономика как система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании возможностей цифровых информационно-коммуникационных технологий, представляет собой новую парадигму развития современного общества [1]. Рынок в экономическом смысле представляет собой систему отношений между продавцами (операторами связи) и покупателями (потребителями), в рамках которой происходит обмен услугами на денежные средства. Сегментирование рынка является ключевым инструментом его анализа и определяется как разделение рынка на группы покупателей, обладающих схожими характеристиками, с целью изучения их реакции на тот или иной товар/услугу и выбора целевых сегментов рынка [2].

Для рынка ТКУ эффективное сегментирование позволяет операторам адаптировать продукты, тарифы и маркетинговые стратегии под специфические потребности разных групп. В основе новой технологической революции («Индустрия 4.0») лежит развитие глобальных промышленных сетей, где киберфизические системы объединяются, взаимодействуют в режиме реального времени и требуют бесперебойной высокоскоростной передачи данных, что предъявляет особые запросы к инфраструктуре связи, особенно в сегменте B2B [1].

Сегментация потребителей рынка ТКУ в Беларуси может быть проведена по нескольким ключевым признакам:

По типу потребителя: физические лица (население) и юридические лица (предприятия, государственные органы). Потребности этих сегментов радикально отличаются: от массовых тарифов на мобильную связь и интернет для частных лиц до комплексных корпоративных решений с гарантированной полосой пропускания и технической поддержкой.

По виду потребляемой услуги: базовыми сегментами являются мобильная телефония и данные, фиксированная (проводная) телефония, широкополосный доступ в интернет (фиксированный и беспроводной), телевизионное и радиовещательное вещание. Каждый сегмент имеет собственную инфраструктуру и динамику развития.

По поведенческим и демографическим характеристикам (внутри сегмента физических лиц): здесь выделяются «новаторы» (активные пользователи новых технологий, первые абоненты 5G), «раннее большинство» (потребители высокоскоростного 4G интернета и OTT-сервисов) и «консерваторы» (пользователи базовых услуг голосовой связи). Дополнительно сегментация ведётся по возрасту, уровню дохода и географии (город/сельская местность) [3].

Анализ состояния выделенных сегментов в Республике Беларусь по данным на конец 2024 года показывает значительные количественные успехи. Сегмент мобильной связи с проникновением 129,3 абонента на 100 жителей и охватом 99,3 % территории демонстрирует насыщение. Ключевым драйвером роста здесь стали услуги передачи данных. Сегмент широкополосного доступа в интернет показывает активное развитие: проникновение достигло 155 на 100 человек, а объём потреблённого трафика составил 8 692 Пбайт, что свидетельствует о смещении потребительского поведения в сторону ресурсоёмких цифровых сервисов. Сегменты телерадиовещания и стационарной связи характеризуются высокой степенью цифровизации и обеспеченности инфраструктурой, выполняя роль социально значимых универсальных услуг [4]. Динамика рынка телекоммуникационных услуг приведена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Динамика рынка телекоммуникационных услуг

Согласно рисунку 1, представленные данные свидетельствуют о сохранении положительной динамики: за период с 2020 по 2027 гг. объем услуг увеличился более чем в 1,6 раза. При этом показатели 2026 и 2027 гг. являются прогнозными: ожидается, что к 2027 г. объем достигнет 5 775,33 тыс. бел. руб. при темпе прироста 3,8 %. Однако, несмотря на позитивную экстенсивную динамику, дальнейшее развитие рынка ТКУ Беларуси сталкивается с системными вызовами, требующими стратегического реагирования.

Качественное технологическое отставание. Существует разрыв между фактическими средними скоростями доступа в интернет (65–70 Мбит/с фиксированного, 25–30 Мбит/с мобильного) и требованиями для внедрения технологий Индустрии 4.0, телемедицины, облачных платформ. Сдерживающим фактором является дефицит радиочастотного спектра для сетей 5G и высокая капиталоемкость модернизации.

Углубляющийся цифровой разрыв между сегментами потребителей по географическому признаку. Качество услуг в сельской местности (где у 30 % населённых пунктов скорость ≤10 Мбит/с) существенно уступает городскому, создавая риски социально-экономического неравенства и ограничивая возможности для развития цифрового предпринимательства на периферии.

Критический кадровый дефицит. Отрасль теряет высококвалифицированных инженерно-технических специалистов (дефицит до 30 %) из-за конкуренции с ИТ-сектором, где уровень оплаты труда выше на 30–40 %. Это ставит под угрозу реализацию сложных проектов по строительству и эксплуатации сетей нового поколения.

Таким образом, сегментированный анализ рынка ТКУ Беларуси выявляет противоречие между высоким уровнем охвата базовыми услугами и нарастающими качественными ограничениями инфраструктуры. Для перехода к модели интенсивного развития, ориентированной на потребности различных сегментов в эпоху цифровой экономики, необходима комплексная государственная политика. Её приоритетами должны стать: стимулирование инвестиций в модернизацию сетей и выделение спектра для 5G; реализация целевых программ по устранению цифрового неравенства, особенно в сельских сегментах; разработка механизмов закрепления и подготовки кадров для телекоммуникационной отрасли. Решение этих задач позволит трансформировать количественные успехи в качественный рывок, обеспечивающий долгосрочную конкурентоспособность национальной экономики.

Список использованных источников:

1. Ильин, А.Б. Цифровое предпринимательство: учебник / А.Б. Ильин, Д.А. Шпилев, К. Н. Алексеев. – Москва: КНОРУС, 2025. – 192 с.

2. Истомин, П.О. Сегментация рынка / Истомин П.О.; науч. рук. Беспалов О.Э. // Научная статья. – ГБОУ ВПО «Московский городской психолого-педагогический университет». – Москва, Россия.

3. Карасев, А.П. Две стороны понятия «Сегментирование рынка» // Научная статья. – УДК 229.138.

4. Развитие телеком-рынка Беларуси [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://nexign.com/ru/map-telecom/belarus. – Дата доступа: 05.12.2025.

49. ТОКЕНЫ КАК ЦИФРОВОЙ ФИНАНСОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Егоров А.С.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Орлова Е.И. – старший преподаватель

На основе анализа состояния и регулирования токенов в Республике Беларусь предлагаются пути минимизации рисков и совершенствования нормативной базы для развития цифровых финансовых активов

Развитие в Республике Беларусь цифровых технологий, блокчейна, криптовалют способствуют развитию цифровой экономики за счет применения в инвестиционных процессах Республики Беларусь инновационных финансовых инструментов в виде цифровых знаков (токенов), которые обеспечивают ускоренное привлечение инвестиций в экономику страны. Актуальность темы обусловлена необходимостью соблюдения баланса между стимулированием инноваций, привлечением капитала и обеспечением защиты прав инвесторов в цифровые активы.

В научной литературе исследованием природы цифровых знаков (токенов) занимаются многие ученые [1; 2]. О.В. Степанова и Д.Г. Цыганкова определяют токен как цифровой финансовый актив в виде единицы криптовалюты, структурно состоящей из строки (набора) сложных технических символов (закодированная и подписанная определенными алгоритмами) и дающей его владельцу полномочия на объект имущественных гражданских прав в информационной системе [1].

В законодательстве в соответствии с п. 12 приложения 1 к Декрету Президента Республики Беларусь № 8 «О развитии цифровой экономики» цифровой знак (токен) определен как запись в реестре блоков транзакций (блокчейне), иной распределенной информационной системе, которая удостоверяет наличие у владельца токена прав на объекты гражданских прав и (или) является криптовалютой. Правовое регулирование обращения и использования токенов в Беларуси осуществляется на основе ряда нормативных актов. В частности, Декрет № 8, согласно подпункту 2.1 пункта 2 определяет, что юридические лица вправе владеть токенами и совершать операции через резидентов ПВТ, в том числе создавать и размещать собственные токены в Республике Беларусь и за рубежом; приобретать, отчуждать токены, совершать с ними иные сделки (операции). Порядок использования токенов физическими лицами также регулируется пунктом 1 Указа Президента Республики Беларусь № 367 «Об обращении цифровых знаков (токенов)», где установлено, что законные операции по приобретению, отчуждению токенов за деньги (в том числе электронные) физическим лицам разрешено совершать только исключительно через резидентов ПВТ. Совершение сделок (операций) с токенами с нарушением требований декрета № 8 и Указа № 367 является незаконным и запрещается.

Для инвесторов, осуществляющих законные операции с токенами через цифровые платформы резидентов ПВТ, инвестирование в токены является привлекательным за счет льготного налогообложения. С 01.01.2026 в соответствии с подп. 2.1 п. 2 ст. 202–1 Налогового кодекса Республики Беларусь (Особенная часть) доходы в виде процентов и (или) иные доходы, предусмотренные документами о создании и размещении токенов организаторами ICO, освобождаются от подоходного налога с физических лиц, если в соответствии с условиями создания и размещения токенов: срок их обращения (размещения) составляет более одного года; в течение одного года с даты начала их размещения организатором ICO не могут осуществляться их досрочное погашение и выкуп. Таким образом, были унифицированы льготы и подходы по уплате налогов к долговым токенам и облигациям для физических лиц. При осуществлении деятельности с токенами, которая в соответствии с законодательными актами является незаконной и (или) запрещается: полученные доходы подлежат налогообложению по ставке 26 % в соответствии с подп. 7.4, 7.5 п. 7 ст. 214 Налогового кодекса.

Для юридических лиц с 1 января 2025 г. валовая прибыль от операций с токенами облагается налогом на прибыль (ст. 184 Налогового кодекса): для резидентов ПВТ – по ставке 9 %; для иных организаций – по ставке, которую они применяют в своей деятельности (по общему правилу – 20 %, а если валовая прибыль нарастающим итогом с начала года превысила 25 млн бел. рублей – 25 %). При этом согласно подп. 2.34 ст. 115 Налогового кодекса с 2025 г. не признаются объектами обложения НДС обороты по отчуждению цифровых знаков (токенов), в том числе обороты по их отчуждению субъектами, не состоящими на учете в налоговых органах Беларуси. Внедрение с 2025 года в Налоговый кодекс налоговых новаций означает завершение льготного периода налогообложения, и свидетельствует о том, что совершенствование правового регулирования операций с токенами будет осуществляться в более рыночных условиях, с наполнением государственного бюджета налоговыми поступлениями.

Токен – это высокорисковый финансовый инструмент инвестиций, который позволяют даже мелкому инвестору вложить небольшую сумму в крупный проект. Цифровая платформа выступает посредником, а

высокие проценты (вплоть до 10 % годовых в валюте) как раз и свидетельствуют о степени рискованности таких вложений. Совокупный объем инвестиций в токены в 2022–2025 гг. в Беларуси составил более 100 млн долл. США в эквиваленте [3]. По информации рейтингового агентства BIK Ratings совокупный объем средств, находящихся под риском невозврата или уже потерянных инвесторами за 2023–2025 гг. (дефолт), превышает 14 млн долл. США [4]. Статистика 2022–2025 гг. подтверждает высокую премию за риск: при доходности в 5–10 % годовых в валюте, инвесторы столкнулись с дефолтностью на уровне около 5–7 % от общего объема рынка [4]. Основными факторами дефолтов в отчете рейтингового агентства называются неблагоприятная конъюнктура для малого бизнеса и недостаточная оценка кредитного риска эмитентов на ранних этапах развития рынка. Еще одной причиной дефолтов по токенам является недобросовестность эмитентов и мошенничество [5]. Наиболее ярким примером мошенничества, связанного с дефолтом по токенам в Беларуси, являются токены компании ООО «Суомитрейд» (2024 г.), когда полученные средства были использованы руководством по собственному усмотрению, а не на заявленные цели бизнеса [6]. В отношении руководства ООО «Суомитрейд» возбуждено уголовное дело по факту мошенничества в особо крупном размере (ч. 4 ст. 209 УК РБ). Еще один пример мошенничества компании ООО «БАЯН», которая осуществила 16 выпусков токенов, но заплатили гражданам лишь за четыре. Все остальное было выведено за рубеж, пострадали около 1,6 тыс. белорусов . Руководители компании предоставляли ложные сведения о финансовой устойчивости предприятия для допуска к токенизации на платформе Finstore. Это подчеркивает необходимость принятия дополнительных мер по защите инвесторов и усиление контроля.

Порядок контроля и надзора за соблюдением резидентами ПВТ, осуществляющими виды деятельности с использованием цифровых знаков (токенов), законодательства, а также решений Наблюдательного совета ПВТ установлен Указом Президента Республики Беларусь № 19 «О криптобанках и отдельных вопросах контроля в сфере цифровых знаков (токенов)». Функции контроля осуществляет секретариат Наблюдательного совета ПВТ, который наделяется полномочиями направлять профессиональным участникам рынка токенов обязательные для исполнения предписания и (или) требования о введении запретов, ограничений на осуществление отдельных видов сделок (операций), об устранении выявленных нарушений законодательства. В случае систематического невыполнения предписаний и (или) требований вносит представление Наблюдательному совету ПВТ о лишении такого участника статуса резидента. Таким образом, усиление контроля со стороны ПВТ может обеспечить снижение риска дефолта и мошенничества по токенам.

Для повышения надежности токенов как финансового инструмента инвестиций и борьбы с мошенничеством со стороны эмитентов предлагается следующий комплекс мер: внедрение обязательного финансового скоринга и аудита эмитентов (анализ отчетности, ежеквартальный мониторинг); регламентация требований к содержанию документации выпуска White Paper (Декларации), включая прозрачность целей; обязательное или рекомендательное получение кредитного рейтинга от национального рейтингового агентства; уголовная ответственность за поддельные балансы для допуска к ICO; создание гарантийных фондов и страхование ответственности операторов цифровых платформ перед инвесторами. Является важным и переход к модели превентивного надзора, согласно которой эмитент проверяется до выпуска токенов, а за нецелевое использование средств отвечает личным имуществом и свободой. Задача государства в таких условиях – определить понятные, прозрачные правила игры и механизмы контроля в данной сфере.

Республика Беларусь определила правовые основы для выпуска цифровых активов (токенов) через цифровые платформы. Для обеспечения надежности и устойчивости цифровых инвестиций необходимо комплексное совершенствование нормативной базы, контроль и усиление механизмов защиты прав инвесторов и развитие правовой культуры.

Список использованных источников:

1. Степанов, О. В. О формировании термина «цифровой знак (токен)» в юридической науке / О. В. Степанов, Д. Г. Цыганков // Экономика, право, общество в условиях глобализации: сборник научных статей / Белорусский государственный экономический университет; редкол.: О. В. Степанов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГЭУ, 2023. – С. 92–98. – Режим доступа: edoc.bseu.by. – Дата доступа: 03.03.2026.

2. Усоский, В. Н. Криптовалюты и токены краудэкономики Беларуси / В. Н. Усоский // Банковский вестник. – 2023. – № 5 (718). – С. 13–24. – Режим доступа: www.nbrb.by. – Дата доступа: 03.03.2026.

3. Сколько белорусы потратили денег на инвестиции в отечественные предприятия? [Электронный ресурс] // Myfin.by: финансовый портал. – Режим доступа: https://myfin.by/article/money/skolko-belorusy-potratili-deneg-na-investicii-v-otecestvennye-predpriatia. – Дата доступа: 03.03.2026.

4. Неисполнение обязательств по облигациям и токенам (апрель – сентябрь 2024 года) [Электронный ресурс] // BIK Ratings: рейтинговое агентство. – Режим доступа: https://bikratings.by/analitika/neispolnenie-obyazatelstv-po-obligacziyam-i-tokenam-aprel-sentyabr-2024-goda. – Дата доступа: 03.03.2026.

5. Обманули свыше 500 человек на BYN 1 млн: Генпрокуратура возбудила дело о мошенничестве с токенами [Электронный ресурс] // СБ. Беларусь сегодня. – Режим доступа: https://www.sb.by/articles/genprokuratura-vozbudila-delo-o-moshennichestve-s-tokenami-na-summu-svyshe-milliona-rubley.html. – Дата доступа: 03.03.2026.

6. Для держателей токенов ООО «Суомитрейд» [Электронный ресурс] // Finstore.by: официальный блог платформы. – 26.04.2024. – Режим доступа: finstore.by. – Дата доступа: 03.03.2026.

УДК 004.514.64

50. ДИЗАЙН И ФОРМИРОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТА ДЛЯ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ПИРАМИДКИ

Зыкун Р. Д., студент гр.573902

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Остапенко И. В. – старший преподаватель

Аннотация. В данной статье исследуются особенности проектирования и оптимизации визуального контента для систем псевдоголографического отображения типа «голографическая пирамида». Рассматривается физический принцип формирования изображения, основанный на эффекте «Призрака Пеппера», и выявляются ключевые детерминанты искажений: трапецеидальная деформация, хроматические аберрации и потеря контрастности при внешнем освещении. Предложен алгоритм предварительного искажения исходных медиаданных и систематизированы рекомендации по выбору цветовых схем и динамических параметров анимации. Результаты работы позволяют сформулировать методологическую базу для повышения реалистичности визуализации и минимизации артефактов восприятия в веб-ориентированных презентационных системах.

Ключевые слова. голографическая пирамида, веб-графика, визуальный контент, 3D-моделирование, искажение перспективы, оптические иллюзии, цифровой дизайн, анимация, дополненная реальность, методология проектирования.

Введение. Современный этап развития систем визуализации информации характеризуется устойчивой тенденцией перехода от классических плоскостных интерфейсов, оперирующих двумерным представлением данных, к технологиям, целенаправленно создающим иллюзию пространственного присутствия цифровых объектов в физической среде обитания человека. Данный тренд обусловлен как эволюцией вычислительных средств, позволяющих обрабатывать сложные трехмерные сцены в реальном времени, так и глобальным изменением концепции взаимодействия между пользователем и информационной средой, где приоритетными становятся естественность восприятия, интуитивность интерфейса и высокая степень интерактивности. Одним из наиболее эффективных, эстетически привлекательных и технологически доступных решений в области дополненной реальности являются четырехгранные голографические пирамиды. В практике проектирования мультимедийных инсталляций данные устройства нередко обозначаются термином «голографическая пирамидка» — в силу их компактных габаритов и специфической геометрии конструкции.

Данные устройства, базирующиеся на фундаментальных оптических принципах отражения и частичного преломления светового потока, позволяют интегрировать синтетический контент в физическое пространство, обеспечивая при этом принципиально важное свойство — возможность многопользовательского обзора без необходимости применения индивидуальных гарнитур или специализированных очков дополненной реальности. Это открывает широкие перспективы для использования подобных систем в музейной деятельности, образовательном процессе, ритейле и при проведении высокотехнологичных выставочных мероприятий. Однако, несмотря на достигнутую аппаратную зрелость технологии, процесс проектирования, дизайна и адаптации визуального контента для подобных систем сталкивается с рядом специфических проблем, требующих глубокого научного и инженерного осмысления.

Эти проблемы локализованы на стыке прикладной оптики, когнитивной психологии восприятия и современных методов компьютерной графики. К числу наиболее существенных препятствий для достижения убедительного визуального результата относятся геометрические аберрации, вносимые наклонными отражающими поверхностями, а также специфика цветопередачи в условиях вариативности внешней освещенности. Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью формализации и унификации подходов к дизайну графического контента, которые учитывали бы физику полупрозрачных сред и ограничения веб-ориентированного рендеринга. ***Объект исследования*** *— процесс формирования псевдоголографического образа,* ***предмет*** *— методы цифровой коррекции и оптимизации графики для компенсации искажений.*

Теоретические основы и анализ проблемы формирования изображения. Физический принцип функционирования голографической пирамиды базируется на явлении частичного зеркального отражения, исторически известном как эффект «Призрака Пеппера». Данный оптический эффект, впервые нашедший применение в театральных постановках XIX века, в современном исполнении получил качественно новое воплощение благодаря использованию высокотехнологичных диэлектрических материалов и жидкокристаллических дисплеев с высокими показателями яркости и контрастности. Основным структурным элементом системы является полупрозрачный диэлектрик (стекло или акриловый полимер), установленный под строго определенным углом (традиционно 45°) к плоскости источника изображения. Формируемое в результате отражения изображение является виртуальным, локализованным во внутреннем объеме пирамидальной конструкции. Это создает у наблюдателя устойчивую иллюзию парящего в пространстве объекта, обладающего глубиной и объемом.

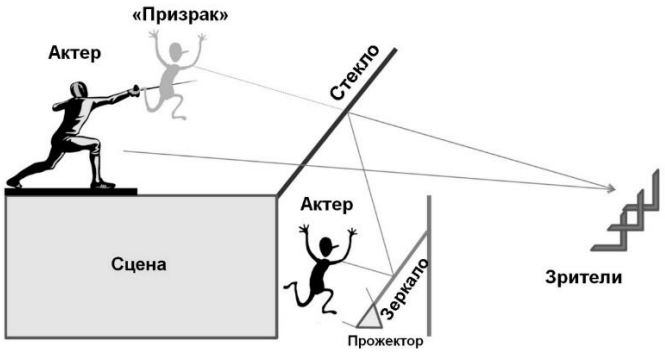


Рисунок 1 – Эффект призрака Пеппера

Однако в процессе распространения светового потока от источника излучения к органам зрения наблюдателя изображение претерпевает ряд неизбежных трансформаций. Ключевой проблемой, оказывающей наиболее деструктивное воздействие на реалистичность образа, является трапецеидальное искажение. Суть данной аберрации заключается в том, что точки объекта, проецируемые на верхнюю часть наклонной грани, визуально воспринимаются более сжатыми по горизонтали по сравнению с точками, расположенными у основания. В результате возникает нежелательная деформация перспективы, при которой правильные геометрические формы (например, куб) воспринимаются как усеченные или скошенные структуры. Это не только разрушает эффект реалистичности, но и снижает когнитивное доверие пользователя к отображаемой информации. Данная проблема существенно усугубляется при динамическом смещении точки обзора, что делает необходимым поиск универсальных алгоритмических решений для предварительной компенсации формы.

Дополнительным критическим фактором, снижающим качество визуализации, является специфика светопропускания отражающих граней. В отличие от стандартных экранных интерфейсов, где черный цвет обеспечивается блокировкой светового потока, в голографической пирамиде черный цвет интерпретируется как зона абсолютной прозрачности. Данное обстоятельство радикально меняет подходы к графическому дизайну: любая погрешность в глубине черного в исходном медиафайле — будь то цифровой шум, артефакты сжатия или завышенная гамма — приводит к возникновению «серого облака» вокруг объекта. Этот эффект демаскирует иллюзию и визуально связывает виртуальный объект с плоскостью стекла. Кроме того, при использовании толстостенных материалов возникает эффект двойного отражения (ghosting), когда свет отражается как от внешней, так и от внутренней поверхностей грани, что приводит к потере резкости контуров. Эти факторы диктуют необходимость применения специализированной предрендеринговой обработки, адаптированной к специфике оптической среды.

Методология проектирования и алгоритмическая коррекция контента. Для достижения целостного и корректного визуального образа рекомендуется использование методологии, включающей этап геометрического предварительного программного искажения. Математическая модель коррекции базируется на трансформации координат исходной растровой сетки с использованием обратных аффинных преобразований. Для нивелирования наклона грани в 45° к изображению применяется обратная трапецеидальная деформация, при которой верхняя кромка кадра расширяется на расчетный коэффициент k. Масштабирование данного коэффициента напрямую зависит от физических габаритов пирамиды и предполагаемой дистанции обзора. На основе анализа геометрии типовых конструкций установлено, что для настольных систем с высотой граней 150–300 мм оптимальное значение компенсации составляет от 12% до 15% от ширины кадра. Интеграция данного алгоритма на этапе финального композитинга позволяет восстановить корректные пропорции объекта для наблюдателя.

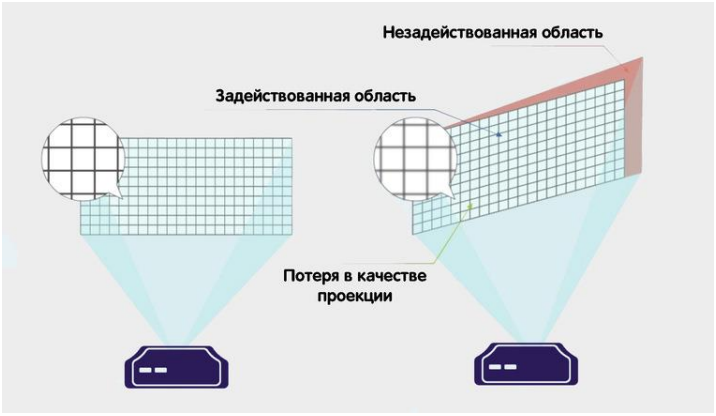


Рисунок 2 — Пример трапецеидального искажения исходного контента при проецировании

Важным аспектом формирования качественного контента является работа с цветовыми характеристиками и световыми схемами синтезируемых сцен. Теоретический анализ механизмов зрительного восприятия показывает, что человеческий глаз значительно эффективнее идентифицирует объем виртуального объекта в пирамиде при использовании акцентированного контурного освещения (rim lighting). Данный прием позволяет визуально отделить объект от фона даже в условиях недостаточной контрастности отражающей поверхности. Важно отметить, что использование чисто белого цвета (#FFFFFF) является нежелательным ввиду избыточной световой эмиссии, которая порождает переотражения внутри пирамиды и приводит к «засветке» смежных граней. Оптимальным решением является использование палитры с пиковой яркостью в диапазоне 85–90% и приоритетным использованием насыщенных холодных оттенков (циан, глубокий синий), которые демонстрируют наибольшую стабильность в полупрозрачных средах. Для веб-ориентированных систем на базе WebGL и Three.js рекомендуется внедрение шейдеров, обеспечивающих автоматическое затенение граней, не направленных непосредственно на наблюдателя, что значительно усиливает эффект бинокулярного параллакса.

Анимационные сценарии в голографических системах также требуют специфического подхода, обусловленного четырехсторонним обзором. Композиция кадра представляет собой крестообразную структуру, в которой четыре независимые проекции (камеры) направлены на объект под углами 90° относительно друг друга. В таких условиях критическую значимость приобретает прецизионная синхронизация движения. Даже минимальные временные задержки или рассогласования кадров в одной из проекций приводят к визуальному разрыву целостности объекта при смене точки обзора пользователем. Методологически оправданным является использование зацикленных анимаций с плавными траекториями. Следует избегать резких перемещений по оси Z (вглубь пирамиды), так как ограниченный фокусный объем устройства не позволяет глазу быстро перефокусироваться, что при длительном наблюдении может спровоцировать зрительное утомление и головную боль. Кроме того, чрезмерная скорость вращения может вызвать эффект стробоскопического мерцания из-за дискретности частоты обновления кадров большинства современных дисплеев.

Рекомендации по эргономике и оптимизации восприятия. Помимо алгоритмических и дизайнерских аспектов, существенное влияние на успех визуализации оказывают эргономические параметры. На основе анализа оптических искажений можно сформулировать ряд прикладных рекомендаций. Для обеспечения читаемости текстовых элементов и мелких графических деталей необходимо не только применять пре-дисторшн, но и использовать шрифты с увеличенным межбуквенным интервалом и отсутствием тонких засечек, которые наиболее подвержены размытию.

Влияние факторов внешней освещенности также может быть эффективно компенсировано программным путем. Повышение насыщенности в средних тонах цветового диапазона позволяет поддерживать приемлемый уровень контрастности в офисных или выставочных помещениях с яркостью освещения до 400 люкс. Это позволяет значительно расширить сферу применения голографических пирамид, исключая необходимость в создании специальных темных зон или светоизолирующих помещений. Перспективным направлением является реализация данных алгоритмов непосредственно в браузерной среде с использованием аппаратного ускорения видеокарты, что делает процесс настройки контента гибким и масштабируемым под различные аппаратные конфигурации.

Заключение. В ходе проведенного исследования была обоснована и систематизирована методика адаптивного формирования визуального контента для систем типа «голографическая пирамида». Разработанный комплекс мер, включающий алгоритмическую компенсацию геометрических искажений и специфическую настройку цветосветовых параметров, позволяет эффективно избежать негативного влияния физических ограничений оптической схемы на базе эффекта «Призрака Пеппера». Достижение высокого качества псевдоголографического образа требует междисциплинарного подхода,

объединяющего знание физико-математических закономерностей оптики и психофизиологических особенностей человеческого зрения.

Практическая значимость работы заключается в создании прикладной базы для проектировщиков мультимедийных систем, дизайнеров и инженеров, работающих в сфере дополненной реальности и презентационного оборудования. Сформулированные рекомендации позволяют существенно повысить качество визуализации, снизить зрительную нагрузку на пользователя и расширить эксплуатационные возможности голографических инсталляций.

Список литературы

1. Роджерс, Д. Алгоритмические основы машинной графики / Д. Роджерс. – М. : Мир, 1989. – 512 с.

2. Иттен, И. Искусство цвета / И. Иттен ; пер. с нем. – М. : Д. Аронов, 2011. – 96 с.

3. Макарова, Н. В. Инженерная психология и эргономика в дизайне интерфейсов / Н. В. Макарова // Вестник визуальных технологий. – 2022. – № 4. – С. 15–22.

4. Bimber, O. Displaying Optical Illusions on Interactive Holographic Surfaces / O. Bimber, B. Fröhlich // IEEE Computer Graphics and Applications. – 2005. – Vol. 25, № 1. – P. 16–21.

5. Савельев, А. В. Оптические системы дополненной реальности / А. В. Савельев // Журнал технической физики. – 2019. – Т. 89, № 5. – С. 780–785.

6. Pepper's Ghost and the History of Reflection Illusions [Electronic resource] / Museum of Science. – Mode of access: https://www.museum.org/peppers-ghost. – Date of access: 10.02.2024.

7. Кузнецов, С. А. Веб-графика и 3D-моделирование в браузерных системах / С. А. Кузнецов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2021. – 320 с.

8. Sutherland, I. E. A head-mounted three dimensional display / I. E. Sutherland // Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I. – 1968. – P. 757–764.

UDC 004.514.64

DESIGN AND FORMATION OF VISUAL CONTENT FOR A HOLOGRAPHIC PYRAMID

Zykun R. D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Ostapenko I. V. – senior lecturer

Annotation. This article investigates the specific features of designing and optimizing visual content for pseudo-holographic display systems of the "holographic pyramid" type. The study examines the physical principle of image formation based on the "Pepper's Ghost" effect and identifies key determinants of distortion: trapezoidal deformation, chromatic aberrations, and loss of contrast under ambient lighting. The author proposes an algorithm for the pre-distortion of source media data and systematizes recommendations for selecting color schemes and dynamic animation parameters. The results of this work allow for the formulation of a methodological framework to enhance visualization realism and minimize perceptual artifacts in web-oriented presentation systems.

Keywords. holographic pyramid, web graphics, visual content, 3D modeling, perspective distortion, optical illusions, digital design, animation, augmented reality, design methodology.

УДК 336.74-047.44(476)

51. АНАЛИЗ ДЕФОЛТНЫХ ЭМИТЕНТОВ НА РЫНКЕ ЦИФРОВЫХ ТОКЕНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Иваненко К.С., студент гр. 353501, Романовский М.Д., студент гр.353501

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Насонова И.В. – кандидат экономических наук

Аннотация. В статье исследуется рынок корпоративных токенов в Республике Беларусь. С помощью авторского скрипта на языке Python сформирована база данных на основе платформы Finstore, охватывающая более 700 объектов. Проведен сравнительный анализ токенов и классических финансовых инструментов, выявлена статистика дефолтов (21,5%) и изучена корреляция между уровнем доходности и инвестиционными рисками. Рассмотрены сценарии банкротства эмитентов и грядущие изменения в законодательстве 2026 года, направленные на защиту инвесторов и повышение прозрачности рынка цифровых активов.

Ключевые слова. Токенизация, цифровые знаки (токены), Республика Беларусь, инвестиционные риски, дефолт эмитента, блокчейн, Finstore, финансовое регулирование, квалифицированные инвесторы, долговые инструменты

За последнее время всё больше белорусских компаний выпускают собственные токены, как крупные компании вроде БЖД или МАЗ, так и более мелкие вроде частных фирм. Для бизнеса это новый способ занять деньги у инвесторов, а для инвесторов — возможность получать проценты больше, чем в банках. Токены не стоит путать с акциями. Акции — это деловой инструмент, который означает, что покупатель фактически стал становится совладельцем компании, то есть у покупателя появляются права на дивиденты. А токен — это "цифровая запись", которая подтверждает, что компания заняла деньги под процент и обязуется вернуть. В случае покупки токена покупатель не становится владельцем компании, он становится её кредитором. По смыслу токен ближе к облигации, чем к акции. Только облигации — это старый классический инструмент, а токен — его цифровая версия. Так же стоит отметить, что у акций есть рыночная цена, которая может расти или падать, потому что это долевой инструмент. А у токенов и облигаций цена, как правило, стабильна. Покупатель знает, сколько получит и когда. Поэтому волатильности, как на фондовом рынке, здесь почти нет. Если регуляцией акций занимается министерство финансов РБ, то токены регулируются Парком высоких технологий. В отличие от большинства вкладов, где возможность вывети средства отсутствует до конца срока, токен можно перепродать или вернуть предприятию. И при этом все уже начисленные выплаты останутся у покупателя.

Ближайшие годы токенизация может выйти на совершенно другой уровень, вплоть до оцифровки реальных активов. В современной финансовой практике активно развивается процесс токенизации материальных активов (золото, сырьевые товары, лесные угодья), что способствует демократизации рынка и расширению доступа для розничных инвесторов. Традиционное приобретение физического золота сопряжено с логистическими издержками (организация хранения, страхование) и высоким спредом, снижающим рентабельность инвестиций на этапе покупки. Токенизация нивелирует данные недостатки: цифровой актив, обеспеченный реальным металлом в хранилище, обладает высокой ликвидностью и упрощенным механизмом передачи прав собственности.

Инновационные финансовые инструменты применяются и в более специфических сферах. В качестве примера можно привести проект токенизации лесных участков в Узбекистане, где привлеченный посредством эмиссии токенов капитал был направлен на лесоразведение. Распределение будущей прибыли среди держателей цифровых активов планируется по достижении лесом зрелости (через 40–50 лет). Подобные прецеденты демонстрируют, как технология блокчейн делает ранее недоступные долгосрочные инвестиционные проекты открытыми для частного капитала.

На сегодняшний день в Беларуси существует четыре официальные платформы, через которые компании могут выпускать токены:

– Bynex — активно работает с лизинговыми компаниями и банками;
– Finstore — запущена одним из банков;
– FainEx — онлайн-платформа по покупке и продаже токенов;
– Whitebird — новая площадка, которая только недавно заявила о старте.

Для сбора информации была выбрана платформа Finstore, так как она предоставлят наименование компании, наименование выпуска, а так же сами декларации с материалом для аналитики [1]. Был разработан скрипт на языке программирования Python, который проанализировал все декларации и извлек первичную информацию: суммы, валюты, процентные ставки и прямые ссылки на декларации для дальнейшей проверки корректности. Это позволило обработать массив из более чем 700 объектов за достаточно малый промежуток времени. По результатам обработки была проведена выборочная проверка на корректность. Некорректно обработанные данные были проанализированны вручную.

Полученная в результате этих действий база данных является одной из самых полных и чистых баз данных по архивным и текущим выпускам токенов.

Анализируемые токены были выпущены 121-им юридческим лицом, из них 26 эмитентов допустили дефолт, что составляет 21.5% от всех эмитентов. При этом важно понимать, что дефолт не всегда означает полную потерю средств инвесторами, иногда это может быть просрочка выплаты купона на некоторый срок, или опоздание выплаты тела долгового токена. Такие ситуации достаточно часто происходят на рынке корпоративных облигаций Российской Федерации, однако на рынке долговых токенов РБ полностью выйти из дефолта и исполнить свои обязательства смог только 1 эмитент — ОДО «ВИТАЛЮР»[2], который раньше владел одноименной сетью супермаркетов, а сейчас преимущественно занимается девелопментом объектов недвижимости. Другим похожим случаем стала компания ООО «Биоклин», просрочившая срок погашения токенов, однако через три месяца после этого вернувшая тело (но без процентов за просрочку и последнего купона). Аналогичная по исходу ситуация произошла у эмитента ООО «АкриКам»: компания допустила дефолт всего через месяц после начала обращения долговых токенов, однако, в отличие от «Биоклин», при выпуске токенов «АкриКам» не планировало выполнение своих обязательств, что было обнаружено проверкой Комитета государственного контроля, в результате чего было возбуждено уголовное дело по мошеничеству в особо крупном размере.

Остальные 23 дефолтных эмитента не смогли на данный момент исполнить своих обязательств. При этом некоторые эмитенты исполнили свои обязательства перед инвесторами владеющими только небольшой суммой их токенов, предположительно для того, чтобы сократить количество истцов. О-днако большинство эмитентов не вернули никаких долгов по токенам. Дальше у должников наблюдаются два сценария развития.

Первый сценарий включает уход в банкротство или ликвидацию (так поступило 11 эмитентов). Процедура инициируется или инвесторами (в надежде возрата долга посредством продажи имущества), или собственниками компании (зачастую в надежде на непредявление требований некоторыми инвесторами). Среди данных компаний:

– ООО «Суомитрейд», ООО «Технодвор», ООО «СкиСтройИнвест» — закончили процедуру банкротства, были исключены из ЕГР. Все 3 компании не смогли найти средств для того, чтобы выполнить обязательства перед инвесторами;

– ООО «ААА Солюшенс», ООО «ЛВЛ Эволюшн», ОДО «Белсепт НПК», ООО «Мебелинк», — проходят через процедуру банкротства в данный момент. При этом у первых двух, в соответствии с информацией из Единого государственного реестра сведений о банкротстве[3], имеются высокие шансы на частичный или даже полный возрат средств путём продажи недвижимости или товара и взыскания дебиторской задолженоти. Однако у «Белсепт» и «Мебелинк» (по данным ЕГРС) не имеется достаточно активов для погашения обязательств владельцев токенов;

– ООО «Свисс Лизинг», ООО «ПАРКЕРПЛАСТ» — начали процесс ликвидации, однако пока не ясно, достаточно ли активов для покрытия долгов или они будут вынуждены перейти к процедуре банкротства;

– ООО «Калита» — данная компания зарегестрирована на территории РФ и проходит процедуру банкротства. В отличие от РБ, в РФ нету реестра сведений о банкротстве, и в открытых источниках отсутствует какая либо информация о компании.

– ООО «Фабрика Ромакс» — предприятие по производству бытовой химии, которое ранее было связано с сетью «Остров чистоты и вкуса». Сейчас находится в процедуре санации. Данная процедура направлена на «оздоровление» финансов компании с последующим выходом из банкротного состояния.

По второму сценарию пошли 12 эмитентов, которые до сих пор остаются юридически действующими. В основном они или не успели дойти до банкротства ввиду недавнего дефолта, или уже не имеют никаких активов и инициация процедуры банкроства экономически нецелесообразна (в таком состоянии находится, например, первый дефолтный эмитент ООО «Хлебозавод № 10»). Однако ряд компаний смогли договориться со своими инвесторами и продолжают активную экономическую деятельность, постепенно погашая свой долг (так поступили, например, ООО «Лумбер» и ЗАО «Витебский завод промышленной переработки»). Инициация процедуры банкротства для эмитентов «GLOBAL&AKTIV» и «BAYAN» усложняется ввиду их нахождения в юрисдикции Казахстана.

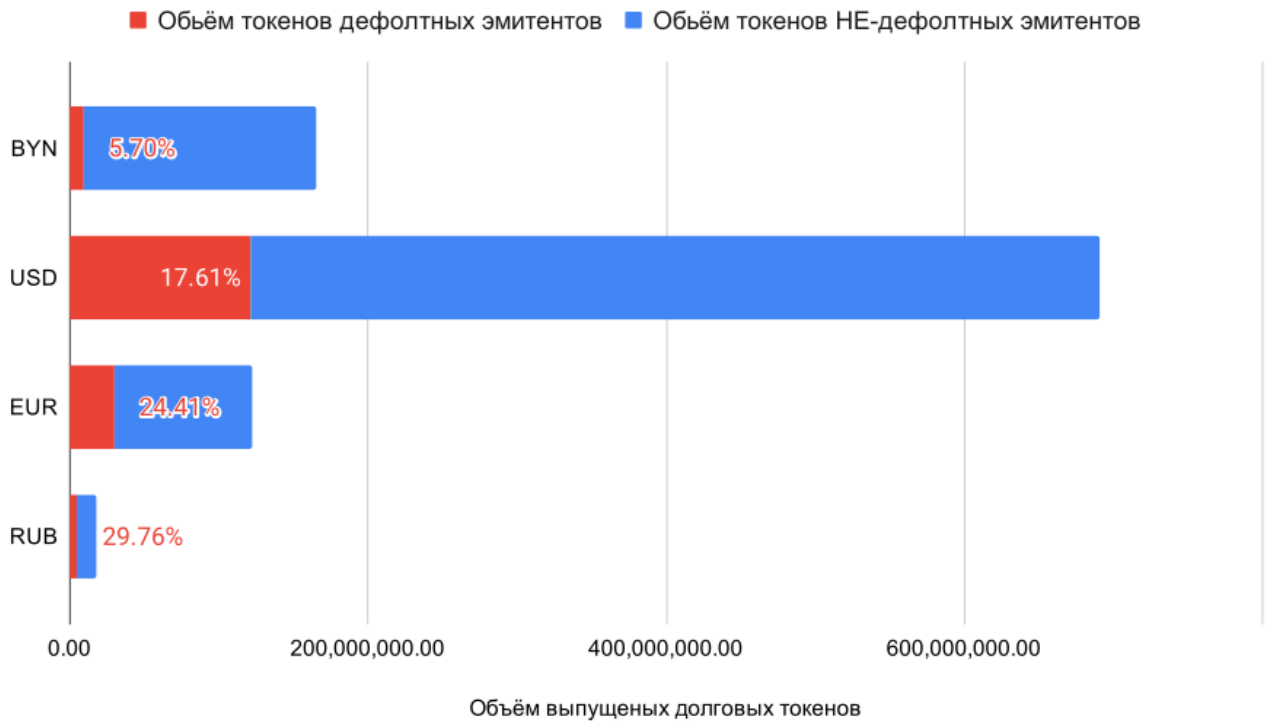
Несмотря на то, что прошло более 5 лет по дефолтам некоторых эмитентов, у большинства из них сохраняется шанс на возрат средств инвесторам, пускай в большинстве случаев и небольшой.

Другим интересным для анализа фактором выступают сами параметры токенов у эмитентов, допустивших и не допустивших дефолт. Одним из таких параметром является объём выпущеных токенов. С учётом того, что токены выпускаются в четырёх различных валютах (доллары США, евро, белорусский рубль, российский рубль) имеет смысл дополнительно разбить анализ по различным валютам. Для корректного сравнения обьёмы выпусков были приведены к белорусскому рублю на основании курса валют НБРБ от 20.03.2026. Таким образом, наибольший обьём (229 107 135 USD) токенов номинирован в долларах США; 17.6% из этих токенов были выпущены эмитентами, прошедшими дефолт. Следующим по объёму (165 227 000 BYN) являются токены в белоруских рублях. В отличие от других валют они имеют процент дефолтов в несколько раз меньше, чем в иностранных валютах. Третьими по обьёму (35 389 008 EUR) являются токены, номинированые в евро; из них 24.4% выпущены эмитентами, допустившими дефолт. Наименьший обьём (12 807 091 RUB) имеют токены номинированые в российских рублях, при

этом среди них наблюдается наибольшая доля, выпущеная эмитентами дефолтниками — 29.8%. Графически объёмы представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 — Объём токенов дефолтных и не-дефолтных эмитентов по валюте.

Другим основным фактором, описывающим токены (кроме валюты и объёма выпуска) является процент доходности. Он определяет доход, который получает владелец токена до его погашения. Сам доход приходит на кошелёк владельца с разной частотой у разных токенов, большинство начисляют его каждый месяц (в отличие от облигаций, где популярны начисления раз в квартал или в полугодие), однако благодаря сравнению в процентах годовых сравнение разных токенов осуществляется достаточно просто. Процент дохода сильно зависит от валюты токена, поэтому важно проводить его сравнение в пределах



одной валюты. Кроме того, ввиду разных экономических факторов с течением времени процент, под который компании готовы занимать деньги, менялся. На графике на Рисунке 2 показан выпуск токенов в долларах США в зависимости от времени начала обращения и процентов годовых. Токены выпущеные эмитентами которые не допускали дефолтов показаны синми ромбами, а токены эмитентов допустившими дефолт красными кругами.

Так, можно заметить, что большинство эмитентов, которые впоследствии не смогли исполнить свои обязательства, предлагали свои токены на самых больших процентах. Зачастую это обьясняется тем, что данные токены изначально являлись достаточно рискованными, и единственным способом привлечь инвесторов являлось предложение, в ретроспективе, невозможных процентов[4]. Основным примером правила «выше процент — выше риск» является Виталюр, который средих всех дефолтных эмитентов выпукал токены под сравнительно разумные 5% годовых и был единственым эмитентом, полностью выполнившим обязательства перед инвесторами, несмотря на дефолт, в то время как эмитенты, предлагавшие в конце 2022 года токены под ставку 16% годовых, находятся в крайне тяжёлом положении, и неспособны исполнить своих обязательств. Однако полагаться исключительно на процент годовых при выборе нельзя, контрпримером выступает Хлебозавод №10, выпускавший токены под сравнительно небольшой, относительно прочих участников рынка, процент, и всё равно оказавшийся в дефолте.

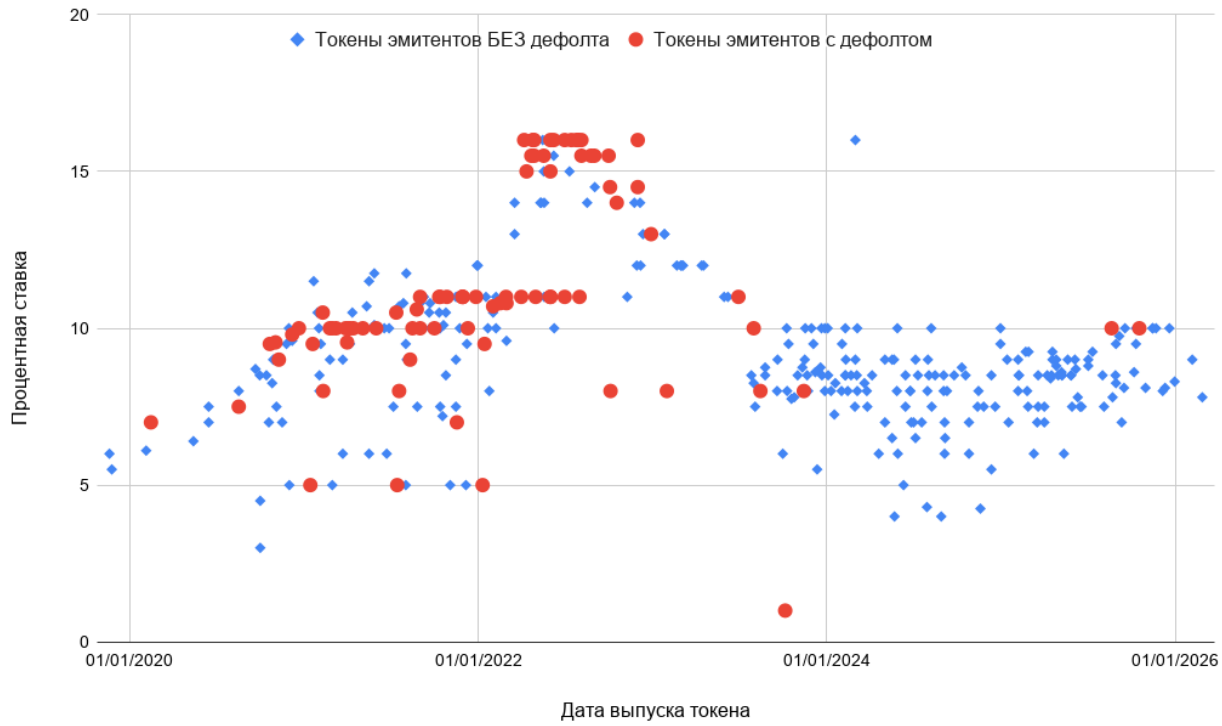


Рисунок 2 — Объём токенов дефолтных и не-дефолтных эмитентов по валюте.

Ввиду наростающай частоты и громкости дел связанных с неисполнениями обязательств по долговым токенам, а также с большим количеством пострадавших, с 1 мая 2026 года вступает в силу обновленная нормативно-правовая база, регламентирующая процедуры первичного размещения токенов[5]. Допуск к эмиссии цифровых знаков предоставляется субъектам хозяйствования со сроком деятельности не менее одного года при условии полного формирования уставного фонда и обеспечения безубыточности по итогам предшествующего финансового года и последнего завершенного квартала. Законодательство закрепляет обязательную верификацию статуса инвесторов операторами криптоплатформ на основе трехуровневой институциональной классификации, детерминирующей профиль риска. Неквалифицированные инвесторы лимитированы объемом вложений до 80 000 белорусских рублей на одной платформе и наделены правом приобретения исключительно обеспеченных токенов резидентов Республики Беларусь со сроком функционирования от двух лет, низким риском банкротства и объемом эмиссии в пределах стоимости чистых активов. Квалифицированные инвесторы, проходящие установленные имущественные или профессиональные цензы, обладают правом неограниченного приобретения токенов любых резидентов. Особо квалифицированные инвесторы при подтверждении профессиональной компетенции и повышенного имущественного ценза допускаются к инвестированию в любые цифровые активы, включая токены нерезидентов. Нормативы информационной прозрачности обязывают эмитентов публиковать квартальную и годовую отчетность с расчетом стоимости чистых активов и оценкой риска банкротства. Инвестиционная декларация должна содержать аудиторские заключения, детализацию механизмов обеспечения обязательств и ретроспективные данные о предшествующих эмиссиях. На операторов платформ возлагается функция мониторинга соблюдения эмитентами требований раскрытия финансовой информации и контроля триггеров принудительной приостановки размещения активов, включающих инициацию процедур ликвидации или банкротства, а также факты неисполнения обязательств по обращающимся финансовым инструментам.

Список использованных источников:

1. Архив выпусков [Электронный ресурс] // Finstore. – Режим доступа: https://finstore.by/zaversennye-vypuski. – Дата доступа: 19.03.2026

2. Для владельцев токенов от ОДО «Виталюр» [Электронный ресурс] // Finstore. – 2025. – Режим доступа: https://finstore.by/blog/dla-vladelcev-tokenov_250206. – Дата доступа: 22.03.2026.

3. Единый государственный реестр сведений о банкротстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bankrot.gov.by/. – Дата доступа: 20.03.2026

4. Риск и доходность [Электронный ресурс] // Единый интернет-портал финансовой грамотности населения. – Режим доступа: https://www.fingramota.by/ru/guide/investments/risk-i-dohod. – Дата доступа: 22.03.2026.

5. Адамович, М. В Беларуси ужесточат регулирование ICO [Электронный ресурс] / М. Адамович // OfficeLife. – 2026. – Режим доступа: https://officelife.media/news/70282-v-belarusi-uzhestochat-regulirovanie-ico/. – Дата доступа: 22.03.2026

UDC 336.74-047.44(476)

ANALYSIS OF DEFAULTED ISSUERS IN THE DIGITAL TOKEN MARKET OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Ivanenko K.S, Ramanouski M. D

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Nasonova I.V. – PhD in Economics, Associate Professor

Annotation. The article examines the corporate token market in the Republic of Belarus. Using a custom Python script, a database was compiled based on the Finstore platform, covering more than 700 objects. A comparative analysis of tokens and traditional financial instruments was conducted, default statistics were identified (21.5%), and the correlation between yield levels and investment risks was studied. The paper considers issuer bankruptcy scenarios and upcoming 2026 legislative changes aimed at investor protection and increasing the transparency of the digital asset market

Keywords. Tokenization, digital signs (tokens), Republic of Belarus, investment risks, issuer default, blockchain, Finstore, financial regulation, qualified investors, debt instruments

52. РАЗВИТИЕ МИРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Каменков В.А., студент гр.473904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н.Н. – канд. экон. наук, доцент

В работе исследуются теоретические основы мировой электронной торговли, анализируются региональные модели развития цифровых платформ в Северной Америке, Азиатско-Тихоокеанском регионе и Восточной Европе, рассматриваются актуальные проблемы и перспективы развития отрасли в условиях цифровизации. Установлено, что цифровые платформы и маркетплейсы выступают ключевыми структурными элементами современной электронной коммерции. Показано, что развитие мировой электронной торговли определяется технологическими инновациями и интернационализацией, однако сдерживается регуляторной фрагментацией, цифровым неравенством и рыночной монополизацией.

Электронная торговля (ЭТ) является одним из ключевых драйверов роста мировой экономики и трансформации международных торговых отношений. Электронная торговля определяется как форма торговли, осуществляемая с использованием информационных систем, информационно-коммуникационной сети Интернет и электронных процедур. В рамках данного исследования понятия «электронная торговля» и «электронная коммерция» используются как тождественные, что соответствует практике международных организаций.

Ключевым инструментом ЭТ выступают цифровые платформы, прежде всего маркетплейсы. Возникновение цифровых платформ обусловлено четырьмя факторами: снижением трансакционных издержек; повышением эффективности и автоматизацией; трансформацией потребительского поведения; консолидацией рынка. Электронная торговля охватывает разнообразные бизнес-модели: B2B (Business-to-Business), B2C (Business-to-Consumer), C2C (Consumer-to-Consumer), B2G (Business-to-Government) и др. В 2019 году мировой рынок B2B оценивался в 12,2 трлн долл. США, что более чем в 6 раз превышает объём рынка B2C (2,8 трлн долл. США в 2018 году) [1].

Современный рынок электронной торговли характеризуется выраженной географической асимметрией. По оценкам ЮНКТАД, общая стоимость продаж предприятий в формате ЭТ в 43 странах увеличилась с 17 трлн долл. США в 2016 году до 27 трлн долл. США в 2022 году [2]. Около 62,6% мировых онлайн-продаж в 2020 году пришлось на Азиатско-Тихоокеанский регион, при этом Китай занимает до 47% всего мирового рынка. Фирмы, базирующиеся в США и Китае, совокупно обеспечивают 90% рыночной капитализации 70 крупнейших мировых цифровых платформ [3, 8].

Проведённый сравнительный анализ позволил выделить три основные региональные модели развития цифровых платформ в мировой электронной торговле.

Североамериканская модель представляет зрелый, высоконасыщенный рынок с фокусом на высокий средний чек, аналитику лояльности и сложные инструменты работы с большими данными. Ключевым игроком выступает корпорация Amazon.com, на долю которой приходится около 41% всех розничных B2C-продаж онлайн в США. Бизнес-модель Amazon является гибридной: прямые продажи формируют ~49% выручки, услуги сторонним продавцам (маркетплейс/FBA) – ~22%, облачные сервисы AWS – ~12,5%, абонентские услуги Prime – ~6,7%. Сегмент AWS обеспечивает около 60% операционной прибыли компании и занимает лидирующие позиции на мировом рынке облачной инфраструктуры [4]. Правовую основу ЭТ в США составляют федеральный закон об электронных подписях (ESIGN, 2000 г.) и единый закон об электронных транзакциях (UETA, 1999 г.), закрепившие равнозначность электронной и письменной форм договора и ставшие образцом для типовых законов ЮНСИТРАЛ об электронной торговле.

Региональная модель Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) строится на принципах гипермасштаба и вертикально интегрированных экосистем. Ключевым игроком выступает Alibaba Group, включающая около 700 дочерних структур и объединяющая розничную (Taobao, Tmall, AliExpress) и оптовую торговлю, логистику (Cainiao), облачные технологии (Alibaba Cloud) и финансовые сервисы (Alipay). AliExpress, основанная в 2010 году, реализует международную розничную B2C-стратегию более чем в 200 странах; объём валовой торговли платформы достиг 46,2 млрд долл. США в 2023 году [4]. Азиатская модель отличается глубокой интеграцией мобильных платёжных систем (Alipay, WeChat Pay), охватывающих практически весь китайский рынок мобильных платежей, а также лидерством в сфере социальной и мобильной коммерции: 64% покупок в Китае совершаются с мобильных устройств.

Восточноевропейская модель (ЕАЭС/СНГ) сформировалась позднее, однако демонстрирует высокие темпы роста. Ключевыми платформами региона являются российские маркетплейсы Wildberries (основан в 2004 г.) и Ozon (основан в 1998 г.), которые обеспечивают поставки не только в Россию, но и в Беларусь, Казахстан и на ряд других рынков. Обе платформы построены на гибридной бизнес-модели, сочетающей функции маркетплейса с развитой логистической и финансовой экосистемой. Конкурентным преимуществом платформ выступают обширные сети пунктов выдачи заказов: Ozon – более 78 тыс. ПВЗ,

Wildberries – более 71 тыс. Оборот Wildberries в сегменте e-commerce за 2024 год превысил 4,1 трлн рос. руб.; общий оборот Ozon с учётом услуг за 9 месяцев 2025 года составил 2,9 трлн рос. руб. (+51% г/г) [5, 6]. Правовое поле региона характеризуется отсутствием единого наднационального законодательства ЕАЭС в сфере ЭТ, что обязывает платформы адаптироваться к национальным нормам государств-членов.

Развитие мировой ЭТ в условиях цифровизации сопряжено с рядом системных проблем: отсутствием единых стандартов трансграничных сделок; цифровым неравенством (лишь 35% населения наименее развитых стран пользуются интернетом против 67% в среднем по миру) [9]; монополистическими тенденциями платформенной экономики; нарастающей нагрузкой на логистическую инфраструктуру; рисками кибербезопасности; экологическими последствиями цифровизации (на сектор ИКТ приходится от 1,5 до 3,2% глобальных выбросов парниковых газов) [2].

Вместе с тем внедрение искусственного интеллекта, больших данных и автоматизации открывает значительные перспективы: по оценкам McKinsey, к 2030 году около 45% логистических операций будут автоматизированы, а 71% покупателей уже сейчас ожидают персонализированного взаимодействия онлайн [7, 10]. Перспективными направлениями также являются социальная коммерция, развитие финтех-экосистем внутри маркетплейсов, цифровая торговля услугами и применение блокчейн-технологий в трансграничных расчётах.

Таким образом, развитие мировой электронной торговли определяется двумя векторами: беспрецедентным потенциалом роста, обусловленным технологическими инновациями и интернационализацией, и усилением рисков, связанных с рыночной монополизацией, регуляторной фрагментацией и значительным экологическим следом. Эффективная стратегия развития требует баланса между инфраструктурным детерминизмом, технологическим лидерством и проактивным, согласованным регулированием электронной торговли.

Список использованных источников:

1. Кузьмина, Т. И. Состояние и тенденции развития электронной коммерции в практике мировой торговли / Т. И. Кузьмина. – М. : РЭУ им. Г. В. Плеханова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=47975056.

2. UNCTAD. Доклад о цифровой экономике, 2024 год : Обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unctad.org/system/files/official-document/der2024_overview_ru.pdf.

3. Смирнов, Е. Н. Глобальные цифровые платформы как фактор трансформации мировых рынков // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10, № 1. – С. 13–24. – DOI: 10.18334/vinec.10.1.100699.

4. Cross-Border E-Commerce Competitiveness Research Report – Platform Enterprises. World Internet Conference. – November 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.wicinternet.org/2024-11/20/c_1046850.htm.

5. Объединённая компания Wildberries и Russ отчиталась о прибыли за 2024 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.forbes.ru/biznes/533847-ob-edinennaa-kompania-wildberries-i-russ-otcitalas-o-pribyli-za-2024-god.

6. Ozon. Финансовые результаты за 3 квартал и 9 месяцев 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ir.ozon.com.

7. Smart Logistics: How Robotics, IoT and AI Are Shaping the Future of Warehousing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.modula.eu/blog/smart-logistics-how-robotics-iot-and-ai-are-shaping-the-future-of-warehousing.

8. Обзор электронной коммерции Восточной и Юго-Восточной Азии: проблемы, перспективы, игроки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cart-power.ru/blog/obzor-elektronnoj-kommercii-vostochnoj-i-jugo-vostochnoj-azii-problemy-perspektivy-igroki.

9. Making e-commerce and the digital economy work for all / UNCTAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unctad.org/news/making-e-commerce-and-digital-economy-work-all.

10. What is digital-twin technology? / McKinsey [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-digital-twin-technology.

53. РОЛЬ UGC (USER GENERATED CONTENT) В ФОРМИРОВАНИИ ДОВЕРИЯ К ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ

Бидун Е. О. студент гр. 373902, Мычко Д. А. студент гр. 373902

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Маклакова О. М. – старший преподаватель кафедры менеджмента

Аннотация. Статья посвящена анализу роли пользовательского контента (UGC) как инструмента формирования потребительского доверия в условиях электронной коммерции. На основе теоретического обзора и результатов авторского анкетного исследования систематизированы механизмы воздействия ключевых форматов UGC применительно к поисковым, опытным и имиджевым товарным категориям. Эмпирически подтверждено, что фотографии пользователей являются наиболее значимым форматом (средний балл 4,00; выбраны 85,2% респондентов), тогда как эффективность видеоконтента носит контекстно зависимый характер. Обосновывается комплементарность UGC и профессиональных брендовых коммуникаций.

Ключевые слова: пользовательский контент, UGC, электронная коммерция, доверие потребителей, онлайн-отзывы, социальное доказательство, товарные категории.

Распространение дистанционных форм торговли поставило перед исследователями вопрос о механизмах формирования доверия в условиях, где физический контакт с товаром невозможен. Возникающая информационная асимметрия между продавцом и покупателем повышает воспринимаемый потребительский риск [1]. В этом контексте пользовательский контент (User-Generated Content, далее — UGC) — отзывы, фотографии и видеоматериалы, создаваемые реальными покупателями, — выступает одним из наиболее действенных инструментов снижения такой асимметрии [2]. Согласно данным отчёта HubSpot (2025), 93% потребителей считают пользовательский контент наиболее достоверным типом информации, опережая по уровню доверия как традиционную рекламу, так и контент, создаваемый инфлюенсерами [3]. В свою очередь, исследование Sprout Social (2025) фиксирует, что 78% покупателей принимают решение о покупке именно после знакомства с UGC, а 67% готовы заплатить больше за товар, если бренд активно демонстрирует реальные отзывы и фотографии своих клиентов [4]. Цель настоящей статьи — выявить дифференцированное воздействие форматов UGC на различные товарные категории в контексте формирования доверия к интернет-магазину.

В современной литературе UGC рассматривается не только как канал коммуникации, но и как элемент системы управления репутацией, способный нивелировать риски, связанные с отсутствием физического контакта с товаром [5]. В отличие от традиционных маркетинговых коммуникаций, носящих односторонний характер, пользовательский контент формирует горизонтальные связи между потребителями и выполняет функцию независимого социального доказательства. Тип и формат UGC при этом оказывают различное воздействие на когнитивные и аффективные компоненты принятия решений: текстовые отзывы преимущественно снижают функциональный риск, визуальный контент уменьшает неопределённость в отношении внешнего вида товара, а видеообзоры обеспечивают квазисенсорное погружение и наиболее полно имитируют живой опыт взаимодействия с продуктом. Данные теоретические положения нуждаются в эмпирической проверке, что и определяет логику дальнейшего исследования.

Для проверки выдвинутых теоретических положений в марте 2026 г. было проведено анкетное исследование потребителей, совершающих покупки в интернет-магазинах. Анкета включала 16 вопросов, сгруппированных в шесть тематических блоков: частота покупок, категории товаров, внимание к отзывам, оценка влияния форматов UGC по пятибалльной шкале Лайкерта, дифференциация предпочтений по типам товаров и имиджевая функция контента. В исследовании приняли участие 54 респондента; опрос проводился в анонимном формате, что позволило минимизировать риск социально желательных ответов и повысить достоверность полученных данных.

Большинство респондентов совершают покупки регулярно: 46,3% — несколько раз в месяц, 42,6% — несколько раз в неделю; лишь 11,1% делают это редко. Наиболее популярные категории — одежда и обувь, косметика, товары для дома, что определяет преобладание опытных и имиджевых категорий в структуре покупательского поведения выборки (таблица 1).

Таблица 1 — Оценка влияния форматов UGC на решение о покупке (N = 54)

Формат UGC	Средний балл (1–5)	Выбрали как значимый, %
Фотографии пользователей	4,00	85,2
Текстовые отзывы	3,87	66,7
Рейтинги / оценки	3,85	66,7
Видеообзоры	3,85	31,5

Дифференциация по категориям товаров. При покупке техники 66,7% респондентов ориентируются одновременно на характеристики и отзывы; 24,1% отдают предпочтение техническому описанию. При

покупке одежды наиболее значимы текстовые отзывы (40,7%) и фотографии покупателей (35,2%), тогда как официальные фото бренда важны лишь для 18,5% опрошенных.

Влияние UGC на доверие к интернет-магазину. 96,3% участников подтвердили, что большое количество отзывов повышает доверие к магазину. 79,6% отметили значительное влияние реальных фото на доверие к товару. 85,2% считают, что UGC делает бренд более честным и открытым. 81,5% респондентов приобретали товар, ориентируясь на стиль жизни, представленный в UGC.

Полученные данные подтверждают и уточняют теоретические положения. Доминирующая роль фотографий пользователей (4,00; 85,2%) объясняется преобладанием в выборке покупателей опытных категорий (одежда, обувь, косметика), где снижение визуальной неопределённости является ключевым фактором. При покупке одежды 35,2% опираются на фото реальных покупателей — практически столько же, сколько на текстовые отзывы (40,7%).

Сопоставимые баллы текстовых отзывов (3,87) и рейтингов (3,85) подтверждают их значимость в поисковых категориях. Тот факт, что 66,7% респондентов при выборе техники ориентируются одновременно на характеристики и на отзывы, свидетельствует о взаимодополняющем характере этих источников [6].

Относительно невысокая доля выбравших видеообзоры (31,5%) при сопоставимом среднем балле (3,85) указывает на то, что данный формат значим для сегментированной аудитории — прежде всего в имиджевых категориях. Это подтверждается тем, что 81,5% респондентов совершали покупки под влиянием стиля жизни, транслируемого в UGC [7].

Практически полный консенсус в части положительного влияния UGC на институциональное доверие (96,3% связывают количество отзывов с доверием к магазину, 85,2% воспринимают UGC как индикатор открытости бренда) подтверждает тезис о верификационной функции UGC, снижающей информационную асимметрию на уровне торговой площадки [1; 6].

Проведённое исследование позволяет сформулировать следующие выводы. Эффективность UGC носит контекстно зависимый характер: в поисковых категориях приоритет принадлежит текстовым отзывам и рейтингам, в опытных — визуальному контенту, в имиджевых — видеообзорам. Фотографии пользователей являются наиболее универсальным и значимым форматом UGC. UGC и официальные брендовые коммуникации функционируют как взаимодополняющие инструменты. Пользовательский контент оказывает значимое воздействие не только на восприятие товара, но и на институциональное доверие к торговой площадке в целом.

Практическая значимость результатов состоит в возможности их применения при разработке дифференцированных контент-стратегий интернет-ретейлеров. Ограничением исследования является удобная выборка (N = 54) с преобладанием покупателей модных и косметических товаров, что обусловливает необходимость репликации результатов на более репрезентативных данных.

Список использованных источников

1. Акерлоф, Дж. Рынок «лимонов»: неопределенность качества и рыночный механизм / Дж. Акерлоф // THESIS. — 1994. — № 5. — С. 91–104.

2. Beveridge, C. What is User-Generated Content? And Why is it Important? [Electronic resource] / C. Beveridge // Hootsuite. — 2023. — Mode of access: https://blog.hootsuite.com/user-generated-content-ugc/. — Date of access: 25.10.2023.

3. HubSpot. 2025 State of Marketing & Consumer Trends Report [Electronic resource] / HubSpot. — Cambridge, 2025. — Mode of access: https://www.hubspot.com/state-of-marketing. — Date of access: 20.03.2026.

4. Sprout Social. 2025 Index Report: Brands Struggle to Balance Social Media Trends [Electronic resource] / Sprout Social. — Chicago, 2025. — Mode of access: https://sproutsocial.com/insights/data/index/. — Date of access: 20.03.2026.

5. Gartner, Inc. Gartner Marketing Survey Finds 50% of Consumers Prefer Brands That Avoid Using GenAI in Consumer-Facing Content [Electronic resource] / Gartner, Inc. — Stamford, 2026. — Mode of access: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases. — Date of access: 20.03.2026.

6. Mudambi, S.M. What Makes a Helpful Online Review? A Study of Customer Reviews on Amazon.com / S.M. Mudambi, D. Schuff // MIS Quarterly. — 2010. — Vol. 34, No. 1. — P. 185–200.

7. Ильченко, П.В. Влияние UGC-контента на поведение потребителей и принятие решений о покупке / П.В. Ильченко // Экономика и бизнес. — 2024. — № 4-2. — С. 46–49.

54. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ФАРМАЦЕВТИКЕ

Сорока Е. Ю., Тумарович В. С.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Забродская Н. Г. – канд. эконом. наук, доцент

Рассматривается современное состояние и перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в фармацевтическую отрасль и клиническую практику, анализируются подходы к использованию нейросетевых алгоритмов на этапах разработки лекарственных средств и в системах поддержки принятия врачебных решений.

С момента Дартмутской конференции 1956 года, где Джон Маккарти ввел термин «искусственный интеллект», технологии машинного обучения эволюционировали от экспериментальных логических систем до фундаментального компонента высокотехнологичных секторов экономики [1]. В современной фармацевтической практике ИИ обеспечивает комплексный анализ геномных последовательностей, медицинских изображений и неструктурированных клинических текстов, формируя экосистему «фармакоинтеллекта».

В статье описаны два направления применения ИИ в фармации: разработка лекарств и интеллектуализация аптечной деятельности [2].

Интеграция глубокого обучения и методов компьютерного зрения позволяет с прецизионной точностью характеризовать визуальные структуры клеток и молекул, включая анализ текстурных признаков Тамура (*Tamura texture features*), выявляя паттерны, недоступные для стандартного микроскопического анализа. На этапе дизайна лекарств сверточные нейросети моделируют трехмерные взаимодействия белков и низкомолекулярных соединений, характеризуя молекулярные структуры. Генеративно-состязательные сети (*GAN*) и платформы типа *Pharm AI* создают виртуальные библиотеки соединений, сокращая поиск «хит-молекул» с нескольких лет до нескольких недель. Предиктивный *ADMET*-анализ на основе алгоритмов машинного и глубокого обучения прогнозирует фармакокинетический профиль соединений, сокращая объем дорогостоящих исследований *in vitro* и *in vivo*. Практическая значимость этих инструментов подтверждается биофармацевтической компанией *BenevolentAI*, успешно внедрившей предиктивные алгоритмы для поиска мишеней при лечении сложных патологий, включая болезнь Паркинсона и боковой амиотрофический склероз.

Второе направление связано с автоматизацией госпитальной и розничной фармацевтической практики. Описан опыт внедрения роботизированных комплексов (*UCSF*) для фасовки цитостатиков, исключая риск профессионального воздействия на персонал и обеспечивая прецизионную точность при изготовлении пероральных и стерильных инъекционных форм. Рассмотрены системы поддержки принятия клинических решений (СППКР) на базе ИИ, анализирующие электронные медицинские карты [3]. ИИ-решения учитывают индивидуальные параметры пациента: возраст, функциональное состояние почек и сопутствующие заболевания, преодолевая проблему «усталости от алертов» (*alert fatigue*), снижая когнитивную нагрузку на специалиста. Примером служат платформы *MedAware*, *DoseMeRx*, а также система *CURATE.AI*, обеспечивающая динамическую коррекцию дозирования при терапии онкологических заболеваний.

Интеграция ИИ в фармацевтическую деятельность включает следующие этапы:

1. Сбор и нормализация разнородных клинических данных, включая электронные медицинские карты, результаты лабораторного мониторинга, генетические маркеры и данные носимых устройств;
2. Обучение нейросетевых моделей на размеченных массивах информации [4];
3. Валидация алгоритмов на контрольных выборках для исключения «алгоритмической предвзятости»;
4. Внедрение интеллектуальных интерфейсов в систему «врач – провизор – пациент», включая виртуальных ассистентов и телефармацевтические сервисы.

Список использованных источников:

1. Беляцкая Т.Н. Электронная экономика: теория, методология, системный анализ / Т.Н. Беляцкая. – Минск: Белорусский государственный университете информатики и радиоэлектроники, 2017. – 284 с.

2. Artificial intelligence in pharmacovigilance [Электронный ресурс]. SSRN. 2024. – Режим доступа: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4842105 – Дата доступа: 05.03.2026.

3. Jaiswal R. The role of artificial intelligence in advancing pharmacovigilance systems [Электронный ресурс]. Pharmafocus Asia. 2025. – Режим доступа:https://www.pharmafocusasia.com/articles/the-role-of-artificial-intelligence-in-advancing-pharmacovigilance-systems. – Дата доступа: 05.03.2026.

4. Insilico Medicine's AI-driven drug Rentosertib receives official generic name [Электронный ресурс]. News-Medical. March 7, 2025. – Режим доступа: https://www.news-medical.net/news/20250307/Insilico-Medicines-AI-driven-drug-Rentosertib-receives-official-generic-name.aspx. – Дата доступа: 05.03.2026.

УДК 004.89:658.5

55. ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТНЫХ СИСТЕМ КАК КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Ковалёв Д.Н., Кундельский Д.М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Забродская Н.Г. – канд. эконом. наук, доцент

Аннотация. Рассматриваются интеллектуальные агентные системы как инструмент комплексной автоматизации бизнес-процессов. Показаны их архитектурные преимущества, экономическая эффективность для белорусских организаций, а также основные нормативные ограничения внедрения.

Ключевые слова. Интеллектуальные агентные системы, автоматизация бизнес-процессов, цифровая экономика, многоагентные системы, Республика Беларусь.

Эволюция цифровой трансформации управления обусловливает переход от базовой роботизации процессов к интеллектуальной автоматизации. Интеллектуальные агентные системы представляют собой автономные программные модули, способные анализировать состояние среды, выбирать сценарий действий и координировать выполнение задач без постоянного участия человека. Для экономики Республики Беларусь это имеет практическое значение: по итогам 2024 года сектор информационно-коммуникационных технологий обеспечил 5,4 % ВВП, однако искусственный интеллект применялся лишь в 5,8 % бизнес-процессов организаций [1]. Следовательно, потенциал дальнейшего внедрения остается высоким.

Теоретической основой IAS выступают многоагентные системы, в которых несколько независимых модулей распределяют нагрузку и обмениваются данными в реальном времени [3]. Существенную роль играет архитектура BDI, где агент формирует решение на основе представлений о среде, целей и намерений [4]. В отличие от жестко запрограммированных корпоративных систем, такой подход обеспечивает адаптацию к изменениям в логистике, документообороте, клиентском сервисе и внутреннем контроле. Сравнение наиболее распространенных подходов к автоматизации представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики подходов к автоматизации

Подход	Функции	Ограничения	Результат
Традиционные ИС	Выполнение фиксированных операций по заданному алгоритму	Низкая гибкость при изменении условий	Стабильность рутинных процессов
RPA	Имитация действий пользователя в интерфейсе	Зависимость от шаблонов и структуры данных	Ускорение типовых операций
IAS	Анализ контекста, выбор сценария, взаимодействие агентов	Более сложная настройка и контроль данных	Снижение издержек и повышение адаптивности

Экономическая целесообразность внедрения IAS определяется не только снижением трудоемкости, но и изменением структуры затрат. При использовании человеческого труда организация оплачивает заработную плату, обязательные отчисления в бюджет государственного внебюджетного фонда социальной защиты населения, организацию рабочего места и потери времени на повторяющиеся операции [6]. Для IAS основной объем расходов приходится на этап проектирования и интеграции, после чего эксплуатационные затраты ограничиваются облачной инфраструктурой, поддержкой модели и внешними API. По оценкам отраслевой практики, возврат инвестиций в такие решения может быть достигнут в течение первых месяцев эксплуатации [5].

Макроэкономический фон также благоприятствует расширению интеллектуальной автоматизации. Белорусский рынок труда характеризуется низким уровнем безработицы и устойчивым ростом оплаты труда, что повышает значимость решений, способных снижать нагрузку на персонал и перераспределять сотрудников в пользу аналитических и управленческих задач [2]. IAS особенно эффективны там, где процессы формализуемы, но требуют выбора сценария: в закупках, согласовании заявок, маршрутизации документов, клиентской поддержке и внутреннем комплаенсе.

Белорусский корпоративный сектор уже демонстрирует примеры прикладного использования агентных решений. В логистике и транспортном документообороте проекты IBA Group позволяют ускорять обработку грузовых документов, уменьшать число ручных операций и повышать управляемость процесса [7]. Системы данного типа не заменяют полностью сотрудников, а перераспределяют их труд в сторону контроля качества, анализа данных и принятия управленческих решений. Наиболее значимые условия внедрения IAS в белорусских организациях систематизированы в таблице 2.

Таблица 2 – Экономические и правовые условия внедрения IAS в Республике Беларусь

Фактор	Содержание	Практическое значение
Издержки на персонал	Рост стоимости труда включает зарплату, обязательные социальные отчисления и организацию рабочего места [6].	Автоматизация повышает экономическую отдачу рутинных операций.
Декрет № 8 от 21.12.2017	Закрепляет условия развития цифровой экономики и разработки сложного программного обеспечения [8].	Создает благоприятную среду для внедрения IAS.
Закон о защите персональных данных от 07.05.2021	Требует правомерной обработки данных и их защиты при работе цифровых сервисов [9].	Определяет правила проектирования агентных решений и контур информационной безопасности.

Интеграция интеллектуальных агентных систем может рассматриваться как комплексное решение автоматизации бизнес-процессов, особенно в тех областях, где требуется не только исполнение алгоритма, но и анализ ситуации, координация действий и быстрое принятие решений. Для белорусских организаций IAS представляют интерес одновременно как инструмент снижения издержек и как механизм повышения устойчивости операционной деятельности.

Вместе с тем масштабирование агентных решений требует предварительного аудита процессов и оценки качества данных. Эффективное внедрение предполагает поэтапное тестирование, разграничение доступа к данным, журналирование действий агента и подготовку сотрудников к работе с новой цифровой инфраструктурой. Следовательно, практическая ценность IAS определяется сочетанием технологической зрелости, экономической обоснованности и нормативной корректности.

Практика внедрения IAS должна строиться поэтапно. На первом этапе целесообразно выделять процессы с наибольшей долей повторяющихся операций и формализованными правилами принятия решений; на втором — создавать тестовый контур, интегрированный с корпоративными данными и логированием действий агента; на третьем — переводить систему в промышленную эксплуатацию с установленными метриками качества, скорости и экономического эффекта. Такой подход уменьшает риски ошибок и делает автоматизацию управляемой. Этапы внедрения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы внедрения IAS в организации

Этап	Содержание	Практический результат
Аудит процессов	Выявление рутинных операций, карты данных, ответственные лица, KPI.	Определен участок пилотного внедрения.
Пилотный контур	Тестовая среда, ограниченный доступ, журналирование действий агента, контроль качества данных.	Снижены технологические и правовые риски.
Промышленная интеграция	Подключение к документообороту, CRM, логистике или сервисным системам.	Получен измеримый экономический эффект.
Масштабирование	Корректировка регламентов, обучение сотрудников, периодическая оценка модели.	Повышена устойчивость и тиражируемость решения.

Нормативная среда Республики Беларусь в целом допускает развитие таких решений, но требует соблюдения определенных условий. Декрет Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 г. № 8 «О развитии цифровой экономики» формирует общую среду для разработки и внедрения сложного программного обеспечения [8]. При обработке пользовательских и кадровых данных должны соблюдаться требования Закона Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З «О защите персональных данных» [9], а при интеграции с критически важной инфраструктурой возрастает значение требований Указа Президента Республики Беларусь от 14 февраля 2023 г. № 40 «О кибербезопасности» [10].

IAS целесообразно рассматривать не как отдельный цифровой сервис, а как элемент комплексной перестройки операционной модели организации. Наибольший эффект достигается при сочетании трех

условий: наличия экономически оправданных зон автоматизации, зрелой цифровой инфраструктуры и внутреннего контроля за качеством данных. В этих условиях интеллектуальные агентные системы становятся инструментом повышения производительности труда и конкурентоспособности белорусских организаций.

На практике приоритетными для IAS являются процессы, в которых одновременно присутствуют повторяемость операций, несколько источников данных и необходимость быстрого выбора сценария действий. К таким зонам относятся электронный документооборот, закупочная деятельность, логистическое сопровождение, контроль исполнения поручений, обработка клиентских обращений и первичный финансовый контроль. Именно в этих направлениях агентные системы позволяют сократить число ручных переходов между программами, ускорить поиск информации и уменьшить вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

Оценка эффективности внедрения должна проводиться не по факту установки цифрового решения, а по конкретным операционным показателям. Наиболее показательными метриками выступают время обработки заявки, доля ручных операций, количество исправлений и возвратов документов, нагрузка на сотрудников и срок окупаемости проекта. Если после пилотного этапа организация фиксирует сокращение цикла обработки и рост управляемости процесса, агентная система может масштабироваться на смежные участки без резкого увеличения издержек.

Организационная подготовка имеет не меньшее значение, чем техническая реализация. Для устойчивого эффекта необходимо заранее определить владельца процесса, порядок пересмотра регламентов, уровни доступа к данным и механизм реагирования на инциденты. При использовании персональных данных и интеграции с корпоративной инфраструктурой особое значение приобретают требования законодательства о защите информации, конфиденциальности и кибербезопасности [9], [10]. Поэтому успешное внедрение IAS всегда предполагает сочетание технологического решения с внутренней системой контроля.

Список использованных источников:

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Информационное общество в Республике Беларусь: статистический сборник. Минск: Белстат, 2025.

2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. О занятости населения и оплате труда // https://www.belstat.gov.by/. Электронный ресурс. (дата обращения 31.03.2026).

3. Wooldridge M., Jennings N.R. Intelligent Agents // https://www.cs.ox.ac.uk/people/michael.wooldridge/pubs/mas99.pdf. Электронный ресурс. (дата обращения 31.03.2026).

4. BDI Architectures in Intelligent Agents // https://www.emergentmind.com/topics/bdi-architectures. Электронный ресурс. (дата обращения 31.03.2026).

5. Seizing the agentic AI advantage // https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/seizing-the-agentic-ai-advantage. Электронный ресурс. (дата обращения 31.03.2026).

6. О взносах в бюджет государственного внебюджетного фонда социальной защиты населения Республики Беларусь: Закон Респ. Беларусь от 15 июля 2021 г. № 118-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. 2021.

7. IBA Group Integrates AI Agents in Management of Transportation Terminals // https://ibagroupit.com/. Электронный ресурс. (дата обращения 31.03.2026).

8. О развитии цифровой экономики: Декрет Президента Респ. Беларусь от 21 дек. 2017 г. № 8 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. 2017.

9. О защите персональных данных: Закон Респ. Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. 2021.

10. О кибербезопасности: Указ Президента Респ. Беларусь от 14 февр. 2023 г. № 40 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. 2023.

UDC 004.89:658.5

INTEGRATION OF INTELLIGENT AGENT SYSTEMS AS A COMPREHENSIVE SOLUTION FOR BUSINESS PROCESS AUTOMATION

Kovalev D.N., Kundelski D.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Zabrodskaya N.G. – PhD in Economics, Associate Professor

Annotation. The article examines intelligent agent systems as a tool for comprehensive business process automation. Their architectural advantages, economic efficiency for Belarusian organizations, phased implementation logic, and main regulatory constraints are analyzed. The paper shows that such systems reduce routine labor costs, increase adaptability of operational management, and improve organizational resilience in the context of digital transformation.

Keywords. Intelligent agent systems, business process automation, digital economy, multi-agent systems, Belarus.

УДК 004.8:338.1(476+430)

56. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И ГЕРМАНИИ

Ивашевич Д.С. студент гр.320602, Перко А.О. студент гр.320602

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Забродская Н.Г. – кандидат экономических наук, доцент каф. менеджмента

Аннотация. Рассматриваются специфические особенности, проблемы и перспективы развития экосистем искусственного интеллекта (ИИ) в Республике Беларусь и Германии. Анализируется динамика внедрения технологий ИИ, институциональные модели, регуляторные рамки и специфика технологической специализации двух стран.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, цифровая экономика, экосистема инноваций, правовое регулирование ИИ, Республика Беларусь, Парк высоких технологий, Германия, Индустрия 4.0.

В современных условиях развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) перестало быть исключительно вопросом научно-технического прогресса, перейдя в плоскость обеспечения национального экономического суверенитета и глобальной конкурентоспособности. ИИ выступает катализатором трансформации как в высокотехнологичных отраслях, так и в традиционных секторах экономики. При этом стратегии внедрения ИИ существенно различаются в зависимости от институциональной среды, объема ресурсов и законодательных приоритетов конкретных государств [1].

Сравнительный анализ опыта Республики Беларусь и Федеративной Республики Германия представляет особый исследовательский интерес ввиду фундаментальных различий в их моделях развития ИТ-сектора. Германия является классическим примером зрелой индустриальной экономики, где ИИ рассматривается прежде всего как инструмент цифровизации промышленности в рамках концепции «Индустрия 4.0». Немецкий подход характеризуется значительным государственным финансированием фундаментальной науки (в частности, в рамках стратегии «KI-Strategie» правительство ФРГ инвестировало до 5 млрд евро к 2025 году), но в то же время жесткими рамками этического и правового регулирования, продиктованными нормами Европейского союза: GDPR и готовящийся к полноценному вступлению в силу AI Act [2].

Беларусь сформировала уникальную для региона СНГ модель «ИТ-страны», ядром которой стал Парк высоких технологий (ПВТ), Белорусский государственный университет и Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Основной акцент сделан на экспортноориентированную сервисную модель и создание благоприятного правового режима (Декрет №8 «О развитии цифровой экономики» от 21 декабря 2017 года), позволившее стране занять заметные позиции в нишах ИИ: компьютерное зрение и обработка естественного языка [3]. На пике развития в 2021 году экспорт ПВТ достиг 3,2 млрд долларов, что подчеркивает высокую значимость сектора ИТ для экономики страны. В настоящее время белорусская ИТ-индустрия сталкивается с санкциями, необходимостью структурной адаптации к меняющимся геополитическим условиям и поиском новых рынков сбыта.

Несмотря на разный масштаб экономик, обе страны сталкиваются со схожими вызовами: острым дефицитом квалифицированных кадров, сложностями внедрения наукоемких решений в реальный сектор и необходимостью балансировать между технологическим ускорением и защитой персональных данных [4].

Развитие технологий ИИ в Республике Беларусь сформировало специфическую модель, которую можно охарактеризовать как «экспортно-ориентированный технологический хаб». В отличие от германской модели, интегрирующей ИИ в уже существующую мощную промышленную базу, белорусский ИТ-сектор исторически развивался в условиях автономии, ориентируясь на глобальный венчурный рынок и международные технологические стандарты. Нормативный акт (Декрет № 8 от 21 декабря 2017 года) создал в стране «регуляторную песочницу», обеспечив компании-резиденты не только налоговыми преференциями, но и инструментами английского права: конвертируемые займы и опционные соглашения. Белорусское законодательство в сфере ИИ на текущий момент остается либеральным, обеспечивая высокую скорость обучения нейросетей, но создающее барьеры при сертификации продуктов для жестко регулируемого рынка ЕС.

Технологическая специализация белорусской школы ИИ демонстрирует выраженное предпочтение в сторону компьютерного зрения (Computer Vision), выросшее из сильной академической базы. Приоритетные направления применения ИИ в белорусских разработках представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Приоритетные направления применения ИИ в белорусских разработках

Отраслевой сегмент	Ключевые технологии ИИ	Примеры задач и решений
Агропромышленный комплекс	CV, анализ мультиспектральных снимков	Системы точного земледелия, автономное управление беспилотной техникой (МТЗ, Гомсельмаш).
Здравоохранение (HealthTech)	Сверточные нейронные сети (CNN)	Автоматизированный анализ медицинских изображений (КТ, МРТ), системы ранней диагностики патологий.
Промышленность и транспорт	Предиктивная аналитика, интернет вещей (IoT)	Проекты автономного транспорта (например, беспилотный карьерный самосвал БЕЛАЗ-7513R, интегрирующий ИИ, 5G и IoT), контроль усталости водителей.
Потребительские сервисы	Генеративные нейросети, AR-технологии	Платформы для виртуальной примерки товаров, автоматизированная обработка визуального медиаконтента.

В то же время направления, связанные с обработкой естественного языка (NLP) и созданием больших языковых моделей (LLM), развиваются менее динамично. На современном этапе белорусская ИИ-индустрия столкнулась с вызовом «структурной трансформации». Высокая экспортная зависимость (более 90% выручки обеспечивали западные рынки) стала фактором риска. Будущее белорусской модели зависит от того, удастся ли переориентировать потенциал частного ИТ-сектора на решение задач внутреннего рынка и интегрировать академическую науку в производственные цепочки.

На современном этапе белорусская ИИ-индустрия столкнулась с вызовом «структурной трансформации». Высокая экспортная зависимость (более 90% выручки обеспечивали западные рынки) стала фактором риска. Будущее белорусской модели зависит от того, удастся ли переориентировать потенциал частного ИТ-сектора на решение задач внутреннего рынка и интегрировать академическую науку в производственные цепочки.

Развитие искусственного интеллекта в Федеративной Республике Германия (ФРГ) представляет собой пример системного государственного подхода. Основная концепция заключается в разработке «промышленного ИИ» (Industrial AI), способного обеспечить мировое лидерство в рамках четвертой промышленной революции (Industry 4.0). В немецком экспертном сообществе доминирует парадигма «надежного ИИ» (Trustworthy AI), предполагающая полную прозрачность алгоритмов и защиту персональных данных [5].

Научно-исследовательский ландшафт Германии опирается на мощную сеть институтов. Примером инфраструктуры служит Cyber Valley в промышленном регионе Штутгарт-Тюбинген – крупнейший в Европе исследовательский консорциум, объединяющий академическую науку (Общество Макса Планка) и корпоративный капитал (Porsche, Bosch). Приоритетные направления внедрения ИИ в Германии отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Приоритетные направления и инициативы внедрения ИИ в Германии

Сектор экономики	Ключевая область внедрения	Ведущие инициативы и цели
Автомобилестроение	Автономное вождение, предиктивный сервис	Разработка систем ADAS, создание этических алгоритмов для беспилотного транспорта.
Промышленность 4.0	Робототехника, цифровые двойники	Оптимизация производственных линий, минимизация ресурсов и энергопотребления.
Здравоохранение	Персонализированная медицина, анализ данных	Интеллектуальная поддержка принятия врачебных решений при сохранении суверенитета данных пациента.
Энергетика и климат	Управление «умными сетями» (Smart Grids)	Прогнозирование нагрузки на сеть, интеграция возобновляемых источников энергии.

Несмотря на государственные инвестиции, немецкая модель сталкивается с внутренними вызовами. Главным из них является консерватизм «Миттельштанда» (Mittelstand) — малых и средних предприятий, составляющих около 55% ВВП страны. Кроме того, Германия испытывает дефицит программистов и венчурного капитала [6].

Сопоставление подходов Республики Беларусь и Федеративной Республики Германия выявляет фундаментальные различия в понимании роли искусственного интеллекта в национальной экономике. Если для Германии ИИ — это прежде всего инструмент сохранения индустриального лидерства и глубокой модернизации традиционных отраслей, то для Беларуси это высокотехнологичный экспортный товар и способ интеграции в глобальную цифровую экономику через сервисные модели. Объективную картину разрыва демонстрируют международные рейтинги. В Global AI Index от Tortoise Media Германия стабильно

входит в топ-10 стран мира по уровню развития ИИ, а Беларусь позиционируется преимущественно как нишевый игрок.

Ключевое различие между двумя странами лежит в области законодательного регулирования, что наглядно продемонстрировано в таблице 3. Германия ставит во главу угла защиту прав граждан, а Беларусь фокусируется на экономической привлекательности юрисдикции.

Таблица 3 – Характеристика ИИ-стратегий Беларуси и Германии

Сектор экономики	Ключевая область внедрения	Ведущие инициативы и цели
Автомобилестроение	Автономное вождение, предиктивный сервис	Разработка систем ADAS, создание этических алгоритмов для беспилотного транспорта.
Промышленность 4.0	Робототехника, цифровые двойники	Оптимизация производственных линий, минимизация ресурсов и энергопотребления.
Здравоохранение	Персонализированная медицина, анализ данных	Интеллектуальная поддержка принятия врачебных решений при сохранении суверенитета данных пациента.
Энергетика и климат	Управление «умными сетями» (Smart Grids)	Прогнозирование нагрузки на сеть, интеграция возобновляемых источников энергии.

Специфическим барьером Германии остается проблема масштабирования инноваций из научной среды в реальный бизнес. Немецкие университеты производят тысячи патентов в области ИИ, но бюрократическая сложность создания спин-оффов и традиционный консерватизм «Миттельштанда» (среднего бизнеса) замедляют процесс внедрения. Для Беларуси главным барьером выступает критическая зависимость от зарубежной инфраструктуры. Ограничение доступа к глобальным облачным сервисам и высокопроизводительным графическим процессорам (GPU), необходимым для обучения нейросетей, ставит под угрозу технологическую автономность белорусских ИИ-проектов и требует поиска новых партнеров в восточном направлении.

Рассмотрение перспектив развития ИИ в горизонте до 2030 года позволяет выделить несколько сценариев адаптации. Для Германии ключевой перспективой является создание общеевропейской облачной инфраструктуры (например, проект Gaia-X), снижающей зависимость от американских провайдеров. Для Беларуси перспективы связаны с необходимостью трансформации в разработчика суверенных продуктов для новых рынков (ЕАЭС, БРИКС) и углублением интеграции между ПВТ и реальным сектором экономики [7].

Возможности косвенного взаимодействия или заимствования опыта между двумя моделями остаются актуальными даже в условиях политической турбулентности. Белорусская модель «регуляторной песочницы» могла бы послужить примером для Германии в части упрощения запуска инновационных стартапов на ранних стадиях. Для белорусских разработчиков критически важно изучение и внедрение немецких и общеевропейских стандартов этики и безопасности ИИ. Даже при ориентации на восточные рынки, соблюдение высоких европейских стандартов «надежного ИИ» (Trustworthy AI) становится необходимым условием для экспорта сложных систем в области медицины и критической инфраструктуры.

Развитие искусственного интеллекта в Беларуси и Германии идет по принципиально разным, но по-своему эффективным траекториям. Перспективы обеих экосистем напрямую зависят от их способности решить проблему «кавдрового суверенитета» и обеспечить реальное соединение фундаментальных научных исследований и потребностей бизнеса.

Список использованных источников:

1. National Strategy for Artificial Intelligence / Federal Government of Germany. – Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2018. – 80 p.

2. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 (General Data Protection Regulation – GDPR) // Official Journal of the European Union. – 2016. – L 119. – P. 1–88.

3. О развитии цифровой экономики: Декрет Президента Респ. Беларусь, 21 дек. 2017 г., № 8. – Минск, 2017.

4. Artificial Intelligence in Society / OECD. – Paris: OECD Publishing, 2019. – 154 p.

5. Ethics Guidelines for Trustworthy AI / High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. – Brussels: European Commission, 2019. – 41 p.

6. Digital Economy and Society Index (DESI) Report 2022: Germany / European Commission. – Brussels, 2022. – 22 p.

7. Концепция развития цифровой экономики и цифровой трансформации в Республике Беларусь на период до 2030 года: утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь. – Минск, 2023. – 40 с.

UDC 004.8:338.1(476+430)

COMPARATIVE ANALYSIS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ECOSYSTEMS IN THE REPUBLIC OF BELARUS AND GERMANY

Ivashevich D.S., Perko A.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Zabrodskaya N.G. – PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Management

Annotation. The specific features, problems and prospects of the development of artificial intelligence (AI) ecosystems in the Republic of Belarus and Germany are considered. The dynamics of AI technologies implementation, institutional models, regulatory frameworks and specific features of technological specialization of the two countries are analyzed.

Keywords. Artificial intelligence, digital economy, innovation ecosystem, AI regulation, Republic of Belarus, High Technologies Park, Germany, Industry 4.0.

57. ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ

Аникейчик А.Г., Бегун П.А.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Забродская Н.Г. – канд. эконом. наук, доцент

Рассматривается процесс становления и развития электронного правительства в Республике Беларусь. Особое внимание уделено основным этапам развития электронного правительства на общегосударственном уровне, начиная с первых государственных программ и заканчивая современными стратегиями цифровизации. Детально анализируются базовые элементы инфраструктуры электронного правительства и освещаются ключевые проблемы его внедрения на современном этапе, в частности сложности правового регулирования и механического перевода услуг в электронный формат.

Электронное управление выступает одним из основных инструментов развития информационного общества, а его внедрение способствует созданию условий для открытого публичного управления. Открытость, прозрачность и честность публичного администрирования являются залогом формирования правовой и демократической страны.

Электронное правительство – качественно новая форма организации деятельности органов государственной власти. За счет широкого применения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) оно обеспечивает качественно новый уровень оперативности и удобства получения организациями и гражданами государственных услуг [1]. Однако электронное правительство не является простым дополнением или аналогом традиционного правительства, оно лишь определяет новый способ взаимодействия. Различные категории потребителей объединяет стремление получить более эффективные средства доступа к информации, уменьшить стоимость транзакций и сделать взаимодействие с государственными органами более простым и комфортным. Цель исследования создание условий обеспечения качественных взаимоотношений между обществом и государством.

В Республике Беларусь создана и постоянно совершенствуется нормативная правовая база, регламентирующая электронное управление. Она включает в себя законы, указы Президента, постановления Совета Министров, Министерства внутренних дел, Министерства связи и информатизации, а также Оперативно-аналитического центра (ОАЦ). Процесс правового обеспечения и поэтапного становления электронного правительства разделяется на несколько ключевых стадий:

- Началом формирования электронного правительства в Беларуси на общегосударственном уровне считается 2003 год. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 27 декабря 2002 № 1819 утверждена Государственная программа информатизации «Электронная Беларусь» на 2003-2005 гг. и перспективу до 2010 года, с целью формирования инфраструктуры и компьютеризации государственных учреждений для оказания услуг населению.
- Вторым этапом стало утверждение мероприятий по развитию электронного правительства в Национальной программе ускоренного развития услуг в сфере ИКТ на 2011-2015 годы, утвержденной постановлением Совета Министров от 28 марта 2011 г. № 384.
- Важную роль сыграла Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016-2022 годы, утвержденная 3 ноября 2015 г. № 26. В ней одной из приоритетных задач ставилось вхождение страны в первые 50 стран в индексе электронного участия ООН, и предполагалось, что доля административных процедур в электронном виде в 2022 году составит не менее 75%.
- Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы, утвержденная 2 февраля 2021 г. № 66. Программой предусмотрена модернизация цифровых сервисов и создание новых на принципах их проактивности и комплексности предоставления. Решение дальнейших задач по формированию единого информационного пространства осуществляется именно в рамках компетенции данной программы.

В Республике Беларусь определен ряд инфраструктурных решений, которые обеспечивают автоматизированное электронное взаимодействие госаппарата, населения и бизнеса. В рамках единого пространства развивается целостная система предоставления государственных электронных услуг [2].

Ключевые базовые элементы электронного правительства:

- Общегосударственная автоматизированная информационная система (ОАИС), выступающая базовым элементом электронного правительства в стране. В настоящее время в ОАИС доступны 95 видов электронных услуг, обеспечивающие интеграцию ОАИС с 21 государственным информационным ресурсом, владельцами которых являются 13 госорганов [2].

– Система межведомственного электронного документооборота государственных органов Республики Беларусь (СМДО).

– Государственная система управления открытыми ключами проверки электронной цифровой подписи (ГосСУОК).

– Единый портал электронных услуг, с универсальным механизмом выполнения административных процедур.

Оператором важнейших межведомственных информационных систем выступает Национальный центр электронных услуг. Центр отведен под руководство Оперативно-аналитического центра (ОАЦ), ставший локомотивом прогресса в сфере информатизации. Созданная технологическая инфраструктура электронного правительства расширяет границы электронного взаимодействия за пределы Республики Беларусь, осуществляя процессы трансграничного юридически значимого обмена.

Несмотря на продвинутую IT-индустрию Республики Беларусь и высокий индекс человеческого капитала, создание электронного правительства – сложный и многогранный процесс [3].

При внедрении системы прослеживается ряд существенных проблем:

1. К недостаткам функционирования электронного правительства на ранних этапах построения относится излишне «механический» способ перевода традиционных государственных и муниципальных услуг в электронный вид.

2. Подобный переход обычно не включает в себя выявление неэффективных или устаревших нормативных документов, а также не сопровождается мерами по их отмене.

3. Разработка новых законов и положений требует организации сложного процесса координации экспертной работы и процессов нормотворчества, занимающая много времени.

4. Согласно исследованиям ООН, в рейтинге стран мира по уровню развития электронного правительства 2022 года Беларусь опустилась на 58 место, снизившись на 20 мест, по сравнению с 38 местом в 2020 году, когда страна входила в число 40 стран с высоким индексом готовности [4].

5. Требуется разработка новых информационных технологий государственного управления, обеспечивающих комплексную оценку и решения возникающих проблемных ситуаций и выявление приоритетов в развитии.

Для сохранения и дальнейшего укрепления позиций Республике Беларусь необходимо активно развивать управление с учетом национальных интересов и мирового опыта. Процесс требует комплексного подхода: использования прорывных технологий (блокчейн и искусственный интеллект), обеспечения кибербезопасности и формирования цифровых навыков [5].

Из полученных результатов следует, что построение полноценного электронного правительства – не просто автоматизация существующих бюрократических процессов, а их глубокая структурная и правовая трансформация экономики. Наличие прочной нормативно-правовой базы и развитой инфраструктуры (ОАИС, Единый портал электронных услуг, ГосСУОК) задает вектор для успешной цифровизации. Для преодоления стагнации в международных рейтингах необходимо отказаться от «механического» перевода услуг в онлайн, модернизировать законодательство и ориентироваться на принципы проактивности, делая государственные услуги по-настоящему эффективными для граждан.

Список использованных источников:

1. Сидорова, А. А. Электронное правительство: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. А. Сидорова. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 166 с.

2. Электронное правительство [Электронный ресурс]. Республиканское унитарное предприятие «Национальный центр электронных услуг». 2022 – Режим доступа: https://nces.by/e-government/ – Дата доступа: 06.03.2026.

3. Концепция развития информационного общества Европейского союза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.soi.ru/soi/85735 – Дата доступа: 06.03.2026.

4. United Nations. E-Government Survey 2022: The Future of Digital Government [Электронный ресурс]. Department of Economic and Social Affairs. New York: UN, 2022. – Режим доступа: https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2022-Survey/Chapter-2-Country-profiles.pdf. – Дата доступа: 18.03.2026.

5. Забродская, Н.Г. Внешняя торговля, производство и товарооборот в Республике Беларусь / Н.Г. Забродская, Л.А. Липницкий. – Вестник Белорусского государственного экономического университета. – 2019. – № 1. – С. 28-37.

58. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Бельмач Я.Д., Горбачевский И.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Забродская Н.Г. – канд. эконом. наук, доцент

Рассматривается текущее состояние и перспективы интеграции систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР) на базе искусственного интеллекта в медицине, радиологии в практике Беларуси и России. Особое внимание уделено сегменту конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Приводится анализ метрик диагностической точности отечественных алгоритмов.

В последние десятилетие радиология стала одним из основных драйверов внедрения *AI* (*Artificial Intelligence*) в здравоохранение. В Москве объемов данных КТ-исследований вырос в среднем в 2 раза в 2020 году на фоне пандемии *COVID*-19, вызвав необходимость автоматизации первичного скрининга [1].

В России флагманом стал «Московский эксперимент» (*MosMedAI*), создавший прецедент массового внедрения *AI* в систему обязательного медицинского страхования. В Беларуси развивается интеграция решений резидентов Парка высоких технологий (ПВТ) в клиническую практику, с акцентом на стоматологическую визуализацию [2, 3].

При мета-анализе пилотных проектов внедрения *AI* в медицинских учреждениях Москвы, Санкт-Петербурга и Минска за период 2020–2025 гг. Оценивались решения компаний «Цельс», «Третье Мнение», *Botkin.AI* (РФ) и разработки белорусских *IT*-компаний в сфере *DentalTech*.

Для оценки качества моделей использовались стандартные метрики эффективности: *Sensitivity*, *Specificity*. А также коэффициент Жаккара (*IoU*) для задач сегментации на КЛКТ.

В РФ сформировался рынок оптимальных решений для анализа КТ грудной клетки (поиск *COVID*-19, рака легкого, туберкулеза) и головного мозга (инсульт). К 2023 году через платформу прошло более 1.3 млн исследований. Внедрение *AI* сократило время описания снимка в среднем на 30 п.п. [4]. По данным Центра диагностики и телемедицины (Москва), лучшие алгоритмы показывают *AUC-ROC* > 0.90 при диагностике рака легкого [5].

В Беларуси акцент сделан на разработку программного обеспечения для экспорта и локального использования в крупных Республиканских научно-практических центрах (РНПЦ). Высокая концентрация аутсорс-разработки медицинского ПО в ПВТ быстро адаптирует мировые практики (использование *U-Net* архитектур) под локальные задачи. В настоящее время активно используются системы для анализа КТ легких (скрининг туберкулеза) в региональных диспансерах.

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) особо интересно. В отличие от спиральной КТ, в ней меньше артефактов от движения и выше пространственное разрешение, идеальное для *AI*.

В России и Беларуси рынок стоматологии более чем на 80% представлен частными стоматологическими клиниками с высокой финансовой мотивацией для внедрения *AI*: пациент охотнее соглашается на план лечения, подтвержденный «независимым» алгоритмом; построение панорамной кривой и трассировка нижнечелюстного нерва занимают у врача 10-15 минут, у *AI* – 20 секунд, данные отображены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные данные по применению *AI* в КЛКТ

Задача *AI* на КЛКТ	Точность (*Dice Score*)	Время обработки (*AI*)	Время врача	Статус внедрения (РФ/РБ)
Сегментация зубов	0.94−0.98	1-2 мин	15-20 мин	Высокий
Поиск кариеса	0.85−0.90	< 1 мин	5-10 мин	Средний
Трассировка нерва	0.92	< 30 сек	3-5 мин	Высокий
Выявление кист	0.88	< 1 мин	3-5 мин	Средний

Сводные данные получены на основе отчетов компаний *Diagnocat*, *Identica* и научных публикаций (2023-2024) [6].

С 2021г. в России активно используются платформенные решения (облачные сервисы), и интеграция с МИС (Медицинскими Информационными Системами) [7].

В Беларуси существует сильная школа челюстно-лицевой хирургии, использующая КЛКТ для планирования ортогнатических операций. *AI* создает 3*D*-модели (*STL*-файлы) для последующей печати шаблонов.

В последние годы искусственный интеллект стал ключевым инструментом модернизации радиологии и стоматологической визуализации в России и Беларуси. Московский эксперимент (*MosMedAI*) достиг впечатляющих масштабов: к февралю 2026 года платформа проанализировала свыше 17,7 млн лучевых исследований (в том числе более 333 тыс. в 2026 году), охватывая 44 направления, 154 медицинские организации Москвы и десятки регионов страны, позволяющее сократить время и средства описания снимков в среднем на 30% и достичь высокой точности (*AUC-ROC* > 0,90 для ключевых задач, включая рак легкого). В Беларуси развитие медицинский услуг опирается на *IT*-потенциал Парка высоких технологий, с акцентом на анализ КТ легких для скрининга туберкулеза и специализированные решения для конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, где ИИ демонстрирует *Dice Score* 0,94–0,98 для сегментации зубов, 0,92 для трассировки нерва и значительное ускорение рутинных процессов (в 10–30 раз), повышая доверие пациентов к частной медицине. Опыт Москвы и Беларуси подтверждает переход ИИ от экспериментальной технологии к реальному фактору повышения доступности, скорости и качества диагностики, создавая основу для совместного принятия решений и потенциального расширения на другие страны региона.

Список использованных источников:

6. *Higher Education Press* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: *https*://*journal*.*hep*.*com*.*cn*/ – Дата доступа: 10.03.2026.

7. Парк высоких технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: *https*://*park*.*by*/ – Дата доступа: 10.03.2026.

8. *Morozov*, *S*. *Diagnostic accuracy of artificial intelligence for analysis of* 1.3 *million medical imaging studies*: *the Moscow experiment on computer vision technologies* [Электронный ресурс] / *S*. *Morozov* [*et al*.] // *medRxiv*. – 2023 – Режим доступа: *https*://*www*.*medrxiv*.*org*/*content*/ 10.1101/ 2023.08.31.23294896*v*1. – Дата доступа: 10.03.2026.

9. *Official website of the Mayor of Moscow* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: *https*:// *www*.*mos*.*ru*/*en*/*news*/*item*/89990073/ – Дата доступа: 10.03.2026.

10. *Ibragimov*, *B*. *A* 178-*clinical-center experiment of integrating AI solutions for lung pathology diagnosis* / *B*. *Ibragimov* [*et al*.] // *Scientific Reports*. – 2023. – *Vol*. 13. – *P*. 1135.

11. *AI-assisted CBCT data management in modern dental practice* [Электронный ресурс] // *Diagnocat*. – Режим доступа: *https*://*diagnocat*.*com*/*files*/*articles*/*ai-assisted-cbct-data-management-in-modern-dental-practice*.*pdf* – Дата доступа: 10.03.2026.

12. Гусев, А.В. Развитие исследований и разработок в сфере технологий искусственного интеллекта для здравоохранения в Российской Федерации: итоги 2021 года / А.В. Гусев, А.В. Владзимирский, Д.Е. Шарова [и др.] // *Digital Diagnostics*. – 2022. – Т. 3, № 3. – С. 178-194.

УДК 339.138:004.8

59. АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКЕТИНГОВЫХ ФУНКЦИЙ НА ОСНОВАНИИ ПРИЛОЖЕНИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Данилович Н.В., магистрант гр.57654002

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкий Н.П. – д-р экон. наук, профессор

Аннотация. В статье исследуются процессы автоматизации ключевых функций маркетинга на основе внедрения приложений искусственного интеллекта (ИИ). Проанализировано влияние ИИ-технологий на трансформацию аналитической, продуктовой, сбытовой и управленческой деятельности компаний. Показано, что автоматизация рутинных операций позволяет перейти к стратегии принятия решений на основе данных (data-driven), что критически важно в условиях турбулентной цифровой среды. Обоснована необходимость адаптации компетенций персонала к работе в автоматизированных маркетинговых системах.

Ключевые слова. искусственный интеллект, автоматизация маркетинга, маркетинговые функции, цифровая трансформация, приложения ИИ, маркетинг, основанный на данных.

Введение. Этап развития цифровой экономики характеризуется переходом от фрагментарного использования ИТ-инструментов к комплексной автоматизации бизнес-процессов. Особое место в этом процессе занимает маркетинг, где приложения на базе искусственного интеллекта (ИИ) становятся фундаментом для оптимизации взаимодействия с потребителем. Автоматизация маркетинга на основе ИИ позволяет не только сократить операционные издержки, но и обеспечить беспрецедентный уровень персонализации и предиктивной аналитики. Современные исследования показывают, что ИИ всё активнее используется для повышения эффективности маркетинга: персонализации предложений, улучшения качества клиентского опыта, оптимизации рекламных бюджетов и поддержки управленческих решений [1; 4; 5]. Вместе с тем, широкое внедрение ИИ ведёт не только к изменению инструментов, но и к трансформации содержания функций маркетинга и требований к компетенциям специалистов.

Цель исследования – выявить направления автоматизации функций маркетинга под влиянием ИИ и определить, какие новые компетенции становятся необходимыми для маркетингового персонала в условиях цифровой экономики.

1. Теоретические основы трансформации маркетинга в условиях цифровизации. Классические функции маркетинга – аналитическая, продуктово-производственная, сбытовая и управленческая – отражают логику маркетинговой деятельности компании [2; 8]. Как отмечает Т.Н. Беляцкая, функционирование систем цифровой прослеживаемости обеспечивает доступ к достоверным актуальным данным и способствует снижению операционных расходов бизнеса. В контексте автоматизации маркетинга это минимизирует информационные риски для алгоритмов ИИ, позволяя выстраивать стратегии продвижения на основе верифицированных данных о движении легальной продукции [5]. Исследователи отмечают, что цифровизация приводит к смещению акцента с интуитивных решений к data-driven подходу, усилению роли аналитики и предиктивного моделирования [1; 5; 9]. Искусственный интеллект становится инфраструктурной основой этой трансформации, позволяя автоматизировать сбор и анализ данных.

2. Влияние ИИ на содержание функций маркетинга

2.1. Аналитическая функция. ИИ применяется для мониторинга поведения потребителей, сегментации аудитории и построения предиктивных моделей спроса [2; 5]. Использование ИИ-систем позволяет обрабатывать большие объёмы данных из CRM и социальных сетей, выявлять скрытые паттерны и прогнозировать отток клиентов.

2.2. Продуктовая функция. ИИ используется для анализа предпочтений, тестирования концепций и динамического ценообразования [1; 7]. Это позволяет формировать индивидуализированные предложения и разрабатывать цифровые сервисы, основанные на анализе пользовательского опыта. В рамках продуктовой функции ИИ-инструменты, такие как Midjourney и DALL-E 3, позволяют автоматизировать процесс визуализации концепций новых товаров и дизайна упаковки. Компании используют генеративный ИИ для быстрого прототипирования и проведения A/B-тестирований визуальных атрибутов продукта до этапа запуска в производство, что существенно снижает риски вывода на рынок невостребованных позиций.

Рисунок 1 – Пример использования генеративного ИИ для визуализации концепций продуктов на этапе прототипирования

2.3. Сбытовая (коммуникационная) функция. Наиболее масштабная автоматизация происходит в генерации контента, управлении таргетированной рекламой и внедрении чат-ботов [4; 6; 7]. ИИ-системы адаптируют сообщения в реальном времени и поддерживают омниканальную коммуникацию.

Автоматизация текстовых коммуникаций достигла нового уровня с внедрением больших языковых моделей (LLM), таких как ChatGPT и специализированных платформ вроде Jasper. Эти приложения автоматизируют создание контент-планов, написание SEO-оптимизированных статей и постов для социальных сетей, адаптируя стиль изложения под конкретную целевую аудиторию (Tone of Voice).

Например, использование ChatGPT в связке с CRM-системами позволяет генерировать персонализированные e-mail рассылки, учитывающие историю покупок клиента, что повышает показатель открываемости писем (OR) и конверсию. Внедрение интеллектуальных чат-ботов на базе Intercom или Kore.ai обеспечивает поддержку клиентов в режиме 24/7 автоматизируя подавляющее большинство рутинных запросов и высвобождая время специалистов для решения сложных конфликтных ситуаций

2.4. Управленческая функция. ИИ используется для стратегического планирования и распределения бюджетов [2; 7]. Интеллектуальные панели мониторинга (dashboards) позволяют руководителям отслеживать KPI в режиме реального времени. Для оптимизации рекламных бюджетов и анализа эффективности маркетинговых каналов применяются предиктивные системы, такие как **Albert AI** или специализированные модули в **Google Analytics 4.** Эти инструменты автоматически перераспределяют средства между рекламными кампаниями в режиме реального времени, ориентируясь на достижение максимального ROI, что минимизирует влияние человеческого фактора на принятие оперативных управленческих решений.

3. Трансформация компетенций маркетингового персонала под влиянием ИИ. Расширение использования ИИ приводит к появлению новых ролей (AI-контент-стратег, маркетолог-аналитик данных) [4; 6; 9]. Ключевыми становятся цифровые, интеграционные и этические компетенции [1; 3; 6]. Важным аспектом является умение учитывать риски алгоритмической предвзятости и защиты данных [3].

4. Рекомендации по адаптации систем управления маркетингом. Целесообразно разрабатывать стратегии интеграции ИИ, инвестировать в развитие гибридных компетенций и пересматривать функционал должностей в пользу аналитических задач [7; 8]. Необходимо встраивать этические принципы и стимулировать межфункциональное взаимодействие маркетинга и ИТ-подразделений.

Заключение. Искусственный интеллект является ключевым драйвером автоматизации маркетинга. Для компаний это создаёт возможности повышения эффективности, но требует адаптации организационных структур и развития новых компетенций персонала.

Проведенное исследование подтверждает, что искусственный интеллект перестал быть вспомогательным инструментом и превратился в ключевой драйвер трансформации всей системы

маркетингового управления. Автоматизация на базе ИИ-приложений (таких как LLM-модели, генеративные системы визуализации и предиктивные аналитические платформы) позволяет компаниям достичь качественно нового уровня операционной эффективности и клиентского сервиса.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

Смена парадигмы управления. Переход к *data-driven* подходу минимизирует риски, связанные с субъективизмом и «человеческим фактором», позволяя принимать решения на основе анализа реальных паттернов потребительского поведения в режиме реального времени.

Гибридизация компетенций. Традиционное разделение на «гуманитарный» маркетинг и «технический» ИТ окончательно размывается. Современному специалисту недостаточно владеть инструментами анализа; критически важным становится навык архитектурного проектирования ИИ-систем и управления этическими рисками алгоритмической предвзятости.

Перспективы для бизнеса и образования. Для белорусских предприятий внедрение ИИ открывает возможности для масштабирования электронного бизнеса при ограниченных ресурсах персонала. В образовательной среде БГУИР это требует актуализации учебных планов в сторону изучения промпт-инжиниринга и методов интеграции нейросетей в бизнес-процессы.

Внедрение интеллектуальных агентов в автоматизацию функций маркетинга не означает вытеснение человека, но знаменует начало эры «гибридного интеллекта», где творческий потенциал маркетолога усиливается вычислительной мощностью алгоритмов. Дальнейшие исследования в этой области целесообразно направить на изучение этических и правовых аспектов использования сгенерированного ИИ контента в условиях белорусского законодательства.

Список использованных источников:

1. Kotler, F. Marketing from A to Z: 80 concepts that every manager should know / F. Kotler. – Moscow : Альпина Паблишер, 2024. – 211 p.

2. Байдина, Е. А. Актуализация содержания функций маркетинга под влиянием искусственного интеллекта / Е. А. Байдина // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 6. – С. 4253–4264.

3. Ali, E. Ethical Considerations in Use of Artificial Intelligence in Digital Marketing / E. Ali, A. Raiz, M. Rashid // Journal of Peace, Development and Communication. – 2024. – Vol. 8, iss. 2. – P. 340–351.

4. Хачатурян, К. С. Искусственный интеллект в маркетинге как новая концепция и бизнес-возможность для повышения эффективности компаний / К. С. Хачатурян, С. В. Пономарева, Н. В. Корюшов // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3.

5. Беляцкая, Т. Н. Цифровая прослеживаемость: понятие и направления развития / Т. Н. Беляцкая, С. Л. Фещенко // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 7–19.

6. Basha, M. Impact of Artificial Intelligence on Marketing / M. Basha // East Asian Journal of Multidisciplinary Research (EAJMR). – 2023. – Vol. 2, № 3. – P. 993–1004.

7. Семенников, А. В. Влияние искусственного интеллекта на сферу маркетинга – изменения и перспективы / А. В. Семенников // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – № 7(148). – С. 100–106.

8. Колмогорова, В. И. Использование искусственного интеллекта для повышения эффективности стратегий в цифровом маркетинге / В. И. Колмогорова, И. Д. Мудрова, Д. А. Шишлянникова // Практический маркетинг. – 2024. – № 9(327). – С. 30–34.

9. Шевченко, И. В. Применение технологий искусственного интеллекта в маркетинге предприятий малого и среднего бизнеса / И. В. Шевченко, В. И. Хоружин // Информатизация в цифровой экономике. – 2024. – Т. 5, № 3. – С. 445–458.

10. Белова, Н. Н. Трансформация стратегии маркетинга на основе применения технологий искусственного интеллекта / Н. Н. Белова, И. В. Гончарова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2024. – № 6(174). – С. 120–132.

11. Суслов, Е. Ю. Систематизация феноменов цифровизации маркетинга: концепция и пример реализации / Е. Ю. Суслов, Д. В. Минаев // Управленческое консультирование. – 2021. – № 4(148). – С. 64–80.

UDC 339.138:004.8

AUTOMATION OF MARKETING FUNCTIONS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN THE DIGITAL ECONOMY

Danilovich N.V.[1]

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1]*, Minsk, Republic of Belarus*

Belyatsky N.P. – Doctor of Economics, Professor

Annotation. The article explores the processes of automating key marketing functions through the implementation of artificial intelligence (AI) applications. The impact of AI technologies on the transformation of analytical, product, sales, and management activities of companies is analyzed. It is shown that the automation of routine operations enables a transition to a data-driven decision-making strategy, which is critical in a turbulent digital environment. The necessity of adapting personnel competencies for working within automated marketing systems is substantiated

Keywords. artificial intelligence, marketing automation, marketing functions, digital transformation, AI applications, data-driven marketing**.**

60. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОГО ЭТИКЕТА В МЕССЕНДЖЕРАХ НА МОТИВАЦИЮ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ

Ермакова А.Д., студент гр.578103
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Котухов А.В.– Старший преподаватель

В статье рассматривается влияние цифрового этикета в мессенджерах на мотивацию персонала в ИТ-сфере. Автор анализирует коммуникацию в мессенджерах как значимый элемент современной корпоративной культуры. В работе представлены результаты эмпирического исследования, выявляющие деструктивные факторы цифрового общения, такие как нарушение личных границ и избыточная когнитивная нагрузка. Сделан вывод о необходимости внедрения стандартов цифровой гигиены для профилактики выгорания и повышения продуктивности сотрудников.

В современных условиях ИТ-сферы корпоративная культура практически полностью переместилась в цифровую среду, где мессенджеры стали основным рабочим пространством. В связи с этим неформальные правила сетевого общения, или цифровой этикет, начинают играть ключевую роль в управлении лояльностью и эффективностью персонала.

Согласно теории Ф. Герцберга, психологический климат и условия труда относятся к «гигиеническим факторам» [1]. В цифровом контексте это означает, что соблюдение норм переписки становится базовым условием комфорта. Если в рабочих чатах преобладает информационный шум или агрессивный стиль, сотрудник начинает испытывать неудовлетворенность, которую невозможно компенсировать только материальными бонусами.

Для интеллектуального труда критически важным является состояние «потока» – период глубокой концентрации на сложной задаче. Однако специфика уведомлений в мессенджерах постоянно прерывает этот процесс. Исследования показывают, что после внешнего отвлечения восстановление глубокой концентрации занимает в среднем около 20–25 минут. [2]. Хаотичная отправка сообщений, включая дробление мыслей на несколько уведомлений, создает избыточную когнитивную нагрузку. В результате специалист тратит ресурс не на выполнение задач, а на постоянное переключение внимания, что ведет к быстрому истощению интеллектуальных ресурсов.

Важным аспектом цифровой культуры является борьба с технострессом, вызванным концепцией «Always-on» (постоянной доступности) [4]. Когда корпоративные нормы негласно обязывают сотрудника реагировать на вопросы в личное время, это препятствует полноценному отдыху нервной системы. Исследования Deloitte подтверждают, что невозможность психологического отсоединения от рабочих задач является прямым триггером выгорания. Именно поэтому внедрение четкого этикета помогает провести границу между профессиональной и личной сферой, сохраняя долгосрочную мотивацию специалиста [3].

В рамках практической части исследования был проведён опрос 14 респондентов из ИТ-сферы. Результаты подтвердили гипотезу о значительных временных потерях: лишь 14,3 % опрошенных способны мгновенно вернуться в рабочий ритм после вмешательства. Большинству же требуется от 2 до 5 минут на восстановление контекста задачи, что наглядно представлено на рисунке 1.

Рисунок 1 – Распределение времени на восстановление рабочей концентрации

Даже при минимальном количестве нецелевых уведомлений в течение дня, специалист лишается существенной части продуктивного времени из-за разрыва концентрации. Ситуация осложняется тем, что только 35,7 % респондентов регулярно используют инструменты цифровой фокусировки (например,

режим «Не беспокоить»), в то время как остальные остаются уязвимыми для внеплановых коммуникационных запросов.

Анализ факторов, провоцирующих рост негативной эмоциональной нагрузки, позволил выделить наиболее критичные аспекты цифрового взаимодействия, отраженные на рисунке 2:

1 Коммуникативные акты, не несущие содержательной нагрузки (сообщения «Привет» без изложения сути вопроса) – 50 %;

2 Избыточное присутствие визуального шума (нецелевое использование графических символов и стикеров) – 42,9 %;

3 Дробление одной мысли на серию отдельных уведомлений и необоснованные групповые упоминания – по 35,7 %.

Рисунок 2 – Факторы деструктивной коммуникации в мессенджерах по оценке респондентов

Анализ полученных данных показал, что низкая структурированность входящей информации выступает одним из основных источников умственного переутомления персонала в цифровой среде. Так, 85,7 % опрошенных отметили, что отсутствие четких регламентов переписки вызывает у них осознанное стремление минимизировать вовлеченность в деятельность. Это подтверждает, что агрессивная цифровая среда способна напрямую подавлять внутреннюю мотивацию специалиста, превращая рабочий инструмент в дополнительный источник стресса [1]. Кроме того, 78,5 % респондентов подтвердили состояние глубокого интеллектуального истощения к концу дня при обилии активных каналов связи. Ситуацию осложняет высокая стрессовая нагрузка у 64,3 % участников при получении запросов после 20:00, что обусловлено отсутствием психологической возможности игнорировать рабочие задачи в личное время [4].

Проведённое исследование подтверждает, что качество взаимодействия в мессенджерах напрямую коррелирует с общей продуктивностью персонала. Выявленные критические потери концентрации обосновывают необходимость внедрения корпоративных регламентов, защищающих периоды непрерывной интеллектуальной деятельности от внешних прерываний. Таким образом, системная цифровая гигиена становится не просто правилом тона, а фундаментальным инструментом нематериальной мотивации. Она позволяет трансформировать мессенджеры из источника когнитивного шума в пространство эффективного профессионального взаимодействия, способствуя сохранению интеллектуального потенциала специалистов и укреплению их лояльности к организации через уважение к ресурсам внимания.

Список использованных источников:

1. Герцберг, Ф. Мотивация к работе / Ф. Герцберг, Б. Моснер, Б. Блох Снидерман ; пер. с англ. Д.А. Куликова. – М. : Издательство Вершина, 2007. – 240 с.

2. Ньюпорт, К. В работу с головой. Память, внимание и концентрация в быстро меняющемся мире / К. Ньюпорт ; пер. с англ. М. Кульневой. – М. : Издательство Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 304 с.

3. Коновалова, В.Г. Цифровой этикет в системе корпоративных коммуникаций: новые вызовы и возможности / В.Г. Коновалова // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России, 2021. – Т. 10, № 4. – С. 15–21.

4. Информационные технологии в управлении персоналом : учебник и практикум для вузов / под ред. П.Н. Захарова, Г.И. Черкасова. – М. : Издательство Юрайт, 2023. – 254 с.

61. ГЕЙМИФИКАЦИЯ В МОБИЛЬНОМ БАНКИНГЕ БЕЛАРУСИ: АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НА ФИНАНСОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Морозова И.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – кандидат экономических наук, доцент

Геймификация в мобильном банкинге Беларуси стремительно меняет то, как пользователи принимают финансовые решения, превращая привычные операции в эмоционально вовлекающий процесс. Исследование раскрывает психологические механизмы игровых стимулов, анализирует реальные поведенческие эффекты и предлагает рекомендации по этичному внедрению механик, способных одновременно мотивировать и формировать финансовую осознанность.

Геймификация в белорусских мобильных банковских сервисах постепенно перестаёт быть просто модным приёмом и превращается в инструмент, который заметно меняет то, как люди взаимодействуют с финансами. Обычные операции – пополнение, перевод, накопление – начинают восприниматься иначе, когда к ним добавляются игровые элементы. В итоге финансовые решения принимаются не только рационально, но и под влиянием эмоций, что, впрочем, вполне объяснимо: цифровая среда сама по себе стимулирует более лёгкое и непринуждённое поведение.

Сегодня банки в Беларуси активно экспериментируют с игровыми механиками, пытаясь найти баланс между развлечением и реальной пользой. Конкуренция в секторе высокая, и каждая организация стремится удержать пользователя в приложении подольше. Игровые элементы помогают решать эту задачу: они подталкивают клиентов чаще заходить в приложение, выполнять операции, следить за прогрессом накоплений. Поведенческая экономика давно показывает, что люди реагируют на мгновенные стимулы сильнее, чем на долгосрочные выгоды. Поэтому такие механики, как вариативное вознаграждение или визуализация прогресса, оказываются особенно эффективными – они создают ощущение движения вперёд, даже если речь идёт о небольших шагах.

Дополнительно стоит учитывать, что отношение пользователей к игровым элементам формируется не только под влиянием самих механик, но и под воздействием общего контекста использования банковских приложений. Многие молодые люди проводят значительную часть времени в цифровой среде, где игровые элементы встречаются буквально на каждом шагу – от социальных сетей до образовательных платформ. Поэтому, сталкиваясь с геймификацией в банкинге, они воспринимают её не как что-то необычное, а скорее как естественное продолжение привычного цифрового опыта. Однако при этом у части аудитории возникает и обратная реакция: они относятся к игровым элементам настороженно, опасаясь скрытых манипуляций или навязывания активности. Это создаёт интересный контраст – одни пользователи легко вовлекаются, другие же предпочитают сохранять дистанцию, что делает задачу банков по внедрению геймификации более сложной и требующей тонкого баланса.

С точки зрения социальной психологии, геймификация в мобильных банковских сервисах выступает как инструмент, воздействующий на процессы восприятия и интерпретации финансовых действий. Игровые элементы формируют специфическую когнитивную рамку, в которой рутинные операции приобретают эмоциональную окраску и воспринимаются как менее затратные с точки зрения усилий. Это приводит к смещению субъективной оценки риска и полезности, что может усиливать готовность пользователя к совершению дополнительных транзакций. При этом степень влияния геймификации определяется индивидуальными особенностями, такими как уровень самоконтроля, склонность к поиску новизны и чувствительность к вознаграждению.

Белорусские банки используют разные подходы. У Белгазпромбанка Cashalot Catch – это фактически мини-игра внутри приложения, где реальные транзакции влияют на развитие виртуального мира. МТБанк в программе «Манички» делает ставку на миссии, баллы и бонусы партнёров, превращая финансовые действия в цепочку задач. Альфа-Банк в InSync идёт по более мягкому пути: визуальные копилки, персонализация, лёгкие анимации – всё это создаёт эмоционально комфортный опыт, не перегружая пользователя. Важно, что банки не просто добавляют игру ради игры, а стараются встроить её в общий пользовательский сценарий.

Интересно, что результаты небольшого опроса среди десяти молодых пользователей (15–25 лет) показали довольно противоречивую картину. Большинство респондентов либо не используют игровые функции, либо знают о них, но не обращают внимания. Лишь один человек активно взаимодействует с геймификацией. При этом почти никто не выбирает банк из-за игровых элементов – девять участников прямо сказали, что этот фактор для них незначителен. Однако влияние на поведение всё же есть: семь человек признались, что иногда совершают лишние траты под воздействием игровых стимулов, а четверо покупают что-то ради бонусов.

Наиболее привлекательными элементами оказались бонусы и кешбэк – это неудивительно, поскольку материальная выгода воспринимается как наиболее понятная и ощутимая. Пять человек отметили важность визуализации прогресса накоплений. А вот коллекционирование или эстетические

элементы почти никого не заинтересовали. Это говорит о том, что аудитория скорее прагматична: ей важнее польза, чем развлечение. Влияние геймификации на сбережения оказалось умеренным: визуальные копилки помогают некоторым, но большинство не замечает серьёзного эффекта. На рисунке 1 представлена диаграмма выбора игровых механик пользователями.

Рисунок 1 – Диаграмма выбора игровых механик пользователями

В целом данные подтверждают двойственную природу геймификации. С одной стороны, она действительно способна повышать вовлечённость, укреплять связь с брендом и даже поддерживать развитие финансовой грамотности. С другой – при неудачном дизайне игровые элементы могут усиливать импульсивность, отвлекать от реальных целей и провоцировать лишние траты. Особенно это касается молодых пользователей, которые более чувствительны к мгновенным стимулам и ещё не всегда обладают устойчивыми навыками управления бюджетом. Поэтому ключевым становится не наличие геймификации как таковой, а её качество: если механики направлены только на рост активности, они создают риски; если же они помогают формировать полезные привычки, то становятся ценным инструментом.

Таким образом, этичная геймификация – это не отказ от игры, а продуманное её использование. Она предполагает прозрачные правила, поддержку сберегательного поведения, образовательные элементы и возможность для пользователя контролировать влияние игры на свои решения. Такой подход помогает банкам укреплять доверие, улучшать пользовательский опыт и формировать долгосрочные отношения. В условиях цифровой трансформации финансовой сферы этичная геймификация становится не просто способом повысить активность, а стратегическим преимуществом.

Список использованных источников:

1. Лучинин, М. И. К вопросу об особенностях взаимодействия банков с клиентами внутри банковских приложений / М. И. Лучинин // Финансовые рынки и банки. – 2024. – № 12. – С. 305-312. – EDN CWUMBP (дата обращения: 19.03.2026).

2. Игнатовский, Д. А. Анализ системы мотивации персонала организации на основе теории Б. Скиннера / Д. А. Игнатовский // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 6-1(81). – С. 195-198. – DOI 10.24412/2500-1000-2023-6-1-195-198. – EDN RZUEPK (дата обращения: 19.03.2026).

3. Лучинин, М. И. К вопросу об особенностях взаимодействия банков с клиентами внутри банковских приложений / М. И. Лучинин // Финансовые рынки и банки. – 2024. – № 12. – С. 305-312. – EDN CWUMBP (дата обращения: 19.03.2026).

4. Маркеева, А. В. Геймификация в бизнесе: проблемы использования и перспективы развития / А. В. Маркеева // Лидерство и менеджмент. – 2015. – Т. 2, № 3. – С. 169-190. – DOI 10.18334/lim.2.3.596. – EDN XHFNLF (дата обращения: 19.03.2026).

5. Бикмухаметова, К. Геймификация в банковской сфере / К. Бикмухаметова, А. Политунов, Н. Г. Репина // Новое поколение. – 2016. – № 9. – С. 28-33. – EDN VXNGUL (дата обращения: 19.03.2026).

6. Волков, В. Р. Геймификация в банковском маркетинге: анализ восприятия и поведения студентов / В. Р. Волков, М. М. Волкова // Вестник экономики, права и социологии. – 2025. – № 2. – С. 251-257. – DOI 10.24412/1998-5533-2025-2-251-257. – EDN CNLYTD (дата обращения: 19.03.2026).

7. Мельникова, С. В. Геймификация как инструмент продвижения банковских онлайн-сервисов / С. В. Мельникова // Молодой ученый. – 2023. – № 27(474). – С. 167-170. – EDN QTDLCB (дата обращения: 19.03.2026).

62. ЭВОЛЮЦИЯ ЦИФРОВОЙ ПООДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ БАНКА

Слижов А.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Жилинская Н.Н. – канд. экон. наук, доцент

В работе исследуется эволюция цифровой поддержки клиентов банка как одного из ключевых направлений трансформации современной банковской деятельности. Рассматриваются основные этапы развития клиентского сервиса: автоматизированные телефонные системы, интернет-банкинг, мобильный банкинг, омниканальные платформы, чат-боты и интеллектуальные помощники на основе искусственного интеллекта. Анализируется влияние цифровизации на доступность банковских услуг, операционную эффективность, качество клиентского опыта и персонализацию коммуникаций. Обосновывается, что конкурентоспособность банка все в большей степени определяется способностью выстраивать гибкую, безопасную и клиентоориентированную цифровую поддержку.

Банковский сектор в последние годы развивается в условиях глубокой цифровой трансформации, затрагивающей не только продуктовую линейку и внутренние процессы, но и формы взаимодействия с клиентами. Поддержка клиентов из вспомогательной функции постепенно превращается в один из центральных элементов конкурентной стратегии банка. Это связано с тем, что для современного потребителя важны не только надежность финансовой организации и стоимость услуг, но и скорость обратной связи, удобство обращения, доступность сервиса в любое время и возможность решать большинство вопросов дистанционно. В результате именно цифровая поддержка становится тем элементом, который формирует повседневный пользовательский опыт и влияет на лояльность клиента к банку [1].

Традиционная модель банковского обслуживания основывалась на личном посещении отделения, бумажном документообороте и телефонных консультациях. Такая система была относительно стабильной, но недостаточно гибкой, так как требовала значительных временных затрат как со стороны клиента, так и со стороны банка. Рост клиентской базы, усложнение финансовых продуктов и развитие информационно-коммуникационных технологий привели к необходимости поиска более масштабируемых каналов взаимодействия. Именно поэтому начался переход к цифровым форматам поддержки, которые позволяли стандартизировать ответы, ускорять обработку запросов и снижать нагрузку на персонал.

Первым этапом эволюции цифровой поддержки можно считать внедрение автоматизированных телефонных систем и интернет-банкинга. Голосовые меню и автоматические сценарии самообслуживания позволили клиентам выполнять простейшие действия без участия оператора: узнавать баланс, получать информацию по карте, уточнять статус платежа или блокировать счет. Интернет-банкинг расширил эти возможности, предоставив удаленный доступ к операциям через браузерный интерфейс. Несмотря на ограниченность дизайна и функционала ранних решений, именно на этом этапе сформировалось представление о том, что часть банковских процессов может быть переведена в дистанционный формат без снижения качества услуги.

Следующим значимым шагом стало развитие мобильного банкинга, которое резко изменило характер клиентской поддержки. Мобильное приложение перестало быть лишь дополнением к интернет-банку и стало основным каналом повседневного взаимодействия клиента с финансовой организацией. Через приложение пользователь получил возможность не только совершать операции, но и оперативно связываться с банком, получать уведомления, подтверждать действия, оформлять продукты, отслеживать обращения и использовать встроенные сервисы помощи. Поддержка стала частью цифровой среды клиента, что повысило требования к ее непрерывности, быстроте и персонализации.

Особое место в современной цифровой поддержке занимают чат-боты и виртуальные ассистенты. Их появление стало возможным благодаря развитию технологий обработки естественного языка, машинного обучения и интеллектуального анализа данных. В отличие от ранних автоматизированных сценариев, современные чат-боты способны распознавать намерение пользователя, уточнять контекст обращения, предлагать несколько сценариев решения проблемы и сопровождать клиента в режиме диалога [2].

Использование искусственного интеллекта в цифровой поддержке дает банкам сразу несколько преимуществ. Во-первых, снижается стоимость обработки массовых обращений, поскольку часть запросов закрывается автоматически. Во-вторых, повышается скорость ответа, что особенно важно в ситуациях, требующих немедленного реагирования, например при блокировке карты или подтверждении подозрительной операции. В-третьих, алгоритмы позволяют анализировать историю взаимодействия с клиентом и подбирать более релевантные ответы и предложения [3]. Вместе с тем цифровая поддержка не может строиться исключительно на принципе полной автоматизации. Несмотря на рост возможностей ИИ, многие обращения клиентов носят сложный, нестандартный или эмоционально чувствительный характер. Поэтому наиболее эффективной считается гибридная модель, при которой автоматизированная система обрабатывает типовые сценарии, а сложные случаи оперативно передаются сотруднику банка.

Еще одной важной тенденцией является переход к омниканальной поддержке. Речь идет о создании единой сервисной среды, в которой все каналы коммуникации между банком и клиентом связаны между

собой. Пользователь может начать общение через чат в мобильном приложении, затем продолжить его в контакт-центре и завершить в отделении, не повторяя всю информацию заново. Для банка это означает необходимость интеграции CRM-систем, баз знаний, каналов коммуникации, модулей идентификации и аналитических сервисов. Омниканальная модель позволяет формировать более целостный клиентский опыт и существенно повышает качество обслуживания.

Цифровая поддержка становится важным фактором не только повышения качества обслуживания, но и оптимизации внутренних бизнес-процессов банка. Автоматизация снижает операционные издержки, ускоряет выполнение рутинных процедур и позволяет перераспределять ресурсы в пользу более сложных задач. Одновременно высвобождается время специалистов, которое может быть направлено на консультирование, продажи и решение нестандартных ситуаций. В этом проявляется двойственный эффект цифровизации: она улучшает клиентский опыт и одновременно повышает экономическую эффективность банка как организации.

Однако с ростом цифровизации усиливаются и сопутствующие риски. Прежде всего это риски кибербезопасности, утечки данных, несанкционированного доступа к аккаунтам и мошеннических действий. Чем больше каналов поддержки использует банк, тем выше требования к защите клиентской информации и к надежности идентификационных процедур. Кроме того, алгоритмические системы не всегда корректно интерпретируют сложные обращения, что может ухудшать качество консультации. Отдельной проблемой остается цифровое неравенство. Не все категории клиентов обладают одинаковым уровнем цифровой грамотности, готовностью использовать мобильные приложения или навыками взаимодействия с чат-ботами. Для пожилых людей, жителей малых населенных пунктов или клиентов, предпочитающих традиционный формат общения, резкий отказ от офлайн- и телефонной поддержки может стать барьером в доступе к банковским услугам. Это означает, что цифровая трансформация клиентского сервиса должна учитывать неоднородность пользовательской аудитории и предусматривать альтернативные каналы коммуникации.

Для банков Республики Беларусь тема цифровой поддержки клиентов имеет особую актуальность в условиях усиления конкуренции, роста роли дистанционных финансовых сервисов и ускоренного развития национальной цифровой инфраструктуры. Отечественные банки активно внедряют мобильные приложения, онлайн-чаты, push-уведомления, чат-ботов, инструменты самообслуживания и элементы удаленной идентификации. Вместе с тем перед ними стоят задачи обеспечения надежности цифровых каналов, укрепления доверия пользователей к электронным сервисам, соблюдения нормативных требований и постоянного обновления технологической базы.

В перспективе дальнейшая эволюция цифровой поддержки клиентов банка будет связана с более широким использованием генеративного искусственного интеллекта, голосовых помощников, рекомендательных систем, биометрических механизмов идентификации и встроенных сервисов финансового консультирования. Поддержка будет все активнее смещаться от модели ответа на запрос к модели предугадывания потребности клиента. Это означает, что банк будущего должен не просто реагировать на проблему, а сопровождать клиента на всех этапах финансового поведения, предупреждать трудности и предлагать решения заранее. В таких условиях качество цифровой поддержки становится одним из ключевых критериев эффективности и конкурентоспособности банка.

Таким образом, эволюция цифровой поддержки клиентов банка отражает более широкий процесс преобразования банковской сферы под влиянием цифровой экономики. От простых каналов дистанционного доступа банки перешли к сложным интеллектуальным системам, объединяющим коммуникацию, аналитику, автоматизацию и персонализацию. Современная цифровая поддержка представляет собой не отдельный сервис, а стратегически важный элемент банковской экосистемы, от которого зависят удобство взаимодействия, доверие клиента и устойчивость рыночных позиций банка.

Список использованных источников:

1. Цифровая трансформация банков: новые модели клиентского обслуживания / А.В. Смирнов // Банковское дело. – 2023. – № 4. – С. 22–30.

2. Digital Customer Service in Banking: Trends and Challenges / J. Williams [et al.] // Journal of Financial Innovation. – 2022. – P. 45–61.

3. Искусственный интеллект в банковском обслуживании / Д.С. Козлов [и др.] // Финансы и кредит. – 2024. – № 1. – С. 14–25.

63. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ДАННЫМ SIMILARWEB

Горбацевич А. С., Бондарь А. М., Сосновский П. А., студенты гр. 10701324

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н.– д-р экон. наук, профессор

Аннотация. В методике представлен подход к исследованию рынка программного обеспечения на основе открытых цифровых данных Similarweb. Рассматриваются этапы формирования конкурентной выборки, сбора базовых показателей цифрового присутствия (посещаемость, вовлечённость, география, каналы привлечения, поисковый язык, мобильная составляющая), расчёта концентрации рынка (CR3, CR5, HHI) и выявления стандартов рынка. Цель методики — обоснование условий входа нового ПО, определение рыночного минимума требований и зон дифференциации. Сопоставляются подходы к интерпретации данных для высоко-, средне- и низкоконцентрированных рынков, формулируются выводы о стратегии вывода продукта. Методика ориентирована на предпроектные исследования, продуктовую аналитику и конкурентный анализ.

Ключевые слова: Similarweb, конкурентный анализ, рынок ПО, цифровой спрос, концентрация рынка, стандарты рынка, продуктовые требования, стратегия входа.

Современный рынок программного обеспечения характеризуется высокой динамикой, множеством игроков и разнообразием каналов привлечения пользователей. Для успешного вывода нового продукта необходимо не только понимать функциональные возможности конкурентов, но и оценивать реальную структуру цифрового спроса, концентрацию внимания аудитории и устоявшиеся рыночные стандарты. Предлагаемая методика использует данные Similarweb – платформы веб-аналитики, предоставляющей оценочные показатели посещаемости, каналов трафика, географии пользователей, поисковых запросов и активности мобильных приложений. В отличие от экспертных опросов или анализа открытой информации на сайтах вендоров, Similarweb позволяет получить сопоставимые количественные метрики по широкому набору конкурентных решений, что делает исследование более объективным и воспроизводимым.

Методика включает десять последовательных шагов, каждый из которых даёт самостоятельный аналитический результат.

Определение границ рынка. Исследователь фиксирует класс ПО (в нашем случае, «Управление проектами и задачами»), целевую географию, период анализа и решает, учитывать ли мобильные приложения. Эти параметры задают единую логику для всех последующих расчётов.

Формирование конкурентной выборки. На основе данных Similarweb («Similar Sites», «Keyword Competitors», отраслевых обзоров) формируется список от 5 до 15 продуктов, включая лидеров категории, растущих игроков, нишевые и смежные решения. Обязательно выделяется «ядро» – наиболее значимые конкуренты, по которым будут определяться стандарты рынка [6].

Сбор карточки продукта. Для каждого продукта собираются базовые показатели: число визитов (Visits), страниц за визит (Pages/Visit), средняя длительность, показатель отказов (Bounce Rate), доля десктопного и мобильного веб-трафика, позиция в категории. Эти метрики позволяют оценить масштаб цифрового присутствия и глубину вовлечённости [3].

Анализ каналов привлечения. Данные по каналам (Direct, Organic Search, Paid Search, Referrals, Social, Mail, Display) показывают, насколько бренд полагается на прямую узнаваемость, органический поиск или платное продвижение. Высокая доля Direct обычно свидетельствует о силе бренда, а значительная доля Paid Search – о зависимости от рекламного бюджета [4].

Географический анализ. Распределение трафика по странам (Top 5 стран) определяет приоритетные рынки для локализации интерфейса, языковой адаптации и регуляторной совместимости [5].

Поисковый язык и контент. Анализируются брендовые и небрендовые запросы, тематические группы (например, «Programming and Developer Software»), ключевые страницы и сегменты сайта. Это позволяет понять, как пользователи формулируют проблему и какие сценарии использования являются наиболее востребованными [7, 8].

Мобильная составляющая. Если в категории значимы приложения, собираются данные о загрузках, DAU, MAU, рейтингах и отзывах. Оценивается роль mobile-контура: ключевой, дополнительный или отсутствует [9].

Расчёт концентрации рынка. На основе долей визитов (с учётом фильтра «Включить?») вычисляются: CR3 – сумма долей трёх крупнейших игроков; CR5 – сумма долей пяти крупнейших; HHI – сумма квадратов долей (умноженная на 10000 для удобства); разрыв лидера – отношение доли первого игрока ко второму.

По заданным порогам (например, доля лидера ≥40%, CR3 ≥70%, HHI ≥1800 – высокая концентрация; средняя – от 25%/50%/1000 соответственно) автоматически определяется уровень концентрации рынка.

Выделение стандартов рынка. На листе «Стандарты_и_выводы» перечисляются наблюдаемые требования (функциональные, нефункциональные, коммерческие). Для каждого фиксируется, у скольких конкурентов из ядра оно встречается. Правило отнесения к стандарту: покрытие ≥ порога (например, 60%), подтверждение минимум двумя лидерами и наличие цифрового подтверждения (структура сайта, поисковый спрос). Если характеристика встречается реже, но концентрируется у быстрорастущих решений, она классифицируется как формирующееся конкурентное преимущество [2].

Интерпретация и стратегия входа.

Высокая концентрация – фронтальный вход затруднён; рекомендуется искать нишу, интеграционное окно, географический сегмент или упрощённую модель внедрения.

Средняя концентрация – вход возможен через дифференциацию, локализацию или точный выбор сценария.

Низкая концентрация – вход возможен при ясном позиционировании и соблюдении стандарта рынка, но требуется убедительная продуктовая архитектура из-за фрагментированности ожиданий.

Методика апробирована на категории «Управление проектами и задачами» (март 2026 г., мировой рынок). В выборку вошли 15 продуктов, из них ядро составили 10 решений (Jira, Asana, monday.com, Smartsheet, ClickUp, Notion, Trello, Linear, Redmine и др.). Расчёт показал: доля лидера (Trello) – 20,3%, CR3 – 46,8%, HHI – 1120. По порогам это соответствует средней концентрации. Стандартами рынка признаны: интеграции с GitHub/Jira, мобильное приложение, гибкие тарифы (free tier), экспорт в CSV/Excel. Формирующимися преимуществами – официальный CLI, кастомные поля, Gantt-диаграммы, документация API. Рекомендованная стратегия входа: дифференциация через улучшенный UX, отраслевые шаблоны и усиление поисковой видимости по небрендовым запросам [1, 2].

Если рынок характеризуется высокой цифровой концентрацией, стратегия входа должна смещаться от попытки воспроизвести универсального лидера к поиску специализации. Наиболее реалистичными направлениями становятся отраслевой сегмент, локальная регуляторная совместимость, интеграция с уже используемыми системами, более короткий цикл внедрения или выраженно лучший пользовательский сценарий для конкретной роли.

Если концентрация средняя, перспективным становится вход через дифференцированное позиционирование: иной сегмент клиентов, более прозрачная ценовая модель, лучшее покрытие небредового поискового спроса, локализация под определённую географию либо усиление mobile-контура, если он недооценён у действующих игроков.

Если концентрация низкая, это не означает автоматически лёгкий вход. Низкая концентрация нередко указывает на фрагментированную категорию с неустоявшимися ожиданиями пользователей. В таких условиях новый продукт может быстрее занять заметную позицию, но одновременно должен предложить более ясную продуктовую архитектуру и убедительное объяснение своей полезности.

Особое значение имеет анализ концентрации по странам и каналам. Даже если рынок в целом высококонцентрирован, отдельные географии, языковые сегменты, поисковые кластеры или каналы привлечения могут оставаться менее насыщенными. Именно такие окна часто оказываются наиболее рациональной точкой входа нового ПО [5].

После завершения анализа исследователь не должен ограничиваться ранжированием конкурентов. Главный практический результат методики состоит в переводе рыночных наблюдений в систему требований к новому программному продукту.

Функциональные требования извлекаются из повторяющихся сценариев, устойчиво представленных у лидеров категории и подтверждённых цифровым интересом к соответствующим разделам сайта или приложения. Нефункциональные требования выявляются через особенности географии, устройств, каналов и модели использования: требования к локализации, мобильности, производительности, безопасности, интеграционности, скорости внедрения и доступности [1, 7].

Итогом исследования должен стать не перечень разрозненных особенностей конкурентов, а структурированная матрица: стандарт рынка, ожидаемое качество реализации, наблюдаемый дефицит предложения, потенциальное конкурентное преимущество, а также последствия для архитектуры и продуктовой стратегии нового решения.

Методика изучения рынка ПО по данным Similarweb позволяет перейти от разрозненных наблюдений о конкурентах к структурированному аналитическому выводу о продуктовой категории. Её ценность состоит в том, что она объединяет анализ цифрового спроса, каналов привлечения, географии, структуры контента, мобильной составляющей и концентрации рынка в единую исследовательскую конструкцию.

Для нового программного продукта это означает возможность заранее определить, какие требования являются рыночным минимумом, где находятся реальные зоны дифференциации, насколько плотен рынок и через какие сегменты вход на него будет наиболее реалистичным. Именно поэтому Similarweb следует рассматривать не как источник изолированных метрик, а как опорную эмпирическую базу для предпроектного анализа и выработки продуктовой стратегии.

Список использованных источников:

1. Беляцкая, Т. Н. Маркетинг: анализ данных : учеб. пособие / Т. Н. Беляцкая, О. М. Маклакова. – Минск : БГУИР, 2018. – 127 с.

2. Беляцкая, Т. Н. Креативные технологии бизнеса : учеб.-метод. пособие / Т. Н. Беляцкая, В. С. Князькова, С. Л. Фещенко. – Минск : БГУИР, 2018. – 116 с.

3. Similarweb. View Website Performance [Электронный ресурс] / Similarweb. – Режим доступа: https://support.similarweb.com/hc/en-us/articles/360010749958-View-Website-Performance. – Дата доступа: 01.04.2026.

4. Similarweb. Marketing Channels [Электронный ресурс] / Similarweb. – Режим доступа: https://support.similarweb.com/hc/en-us/articles/115004173925-Marketing-Channels. – Дата доступа: 01.04.2026.

5. Similarweb. View Traffic Share per Country [Электронный ресурс] / Similarweb. – Режим доступа: https://support.similarweb.com/hc/en-us/articles/360017141457-View-Traffic-Share-per-Country. – Дата доступа: 01.04.2026.

6. Similarweb. Competitors [Электронный ресурс] / Similarweb. – Режим доступа: https://support.similarweb.com/hc/en-us/articles/213451125-Competitors. – Дата доступа: 01.04.2026.

7. Similarweb. Website Segment Analysis [Электронный ресурс] / Similarweb. – Режим доступа: https://support.similarweb.com/hc/en-us/articles/360005495097-Website-Segment-Analysis. – Дата доступа: 03.04.2026.

8. Similarweb. Website Content [Электронный ресурс] / Similarweb. – Режим доступа: https://support.similarweb.com/hc/en-us/articles/27736446790941-Website-Content. – Дата доступа: 03.04.2026.

9. Similarweb. Using App Performance [Электронный ресурс] / Similarweb. – Режим доступа: https://support.similarweb.com/hc/en-us/articles/25657808480029-Using-App-Performance. – Дата доступа: 03.04.2026.

УДК 004.41:339.13

64. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ДАННЫМ G2, GITHUB И SIMILARWEB

Извеков Д. В., Зайцев А. И., студенты гр.10701124

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н.– д-р экон. наук, профессор

Аннотация. В работе предложена и апробирована методика интеграции трёх независимых источников данных для формирования требований к новому программному продукту. В качестве таких источников выступают платформа пользовательских отзывов G2.com, аналитическая платформа веб-трафика Similarweb и открытые репозитории GitHub. Исследование выполнено на примере категории систем управления проектами, включающей десять рыночных лидеров и открытое решение OpenProject. В результате выделен обязательный рыночный стандарт, представляющий собой набор функциональных, нефункциональных и процессных требований, без которых продукт не может считаться конкурентоспособным. Дополнительно определены зоны дифференциации, то есть те свойства, которые могут обеспечить конкурентное преимущество. Показано, что только совместное использование трёх источников позволяет отделить реально востребованные рынком характеристики от декларируемых вендорами, но не подтверждённых цифровыми сигналами.

Ключевые слова: стандарт рынка, G2.com, GitHub, Similarweb, требования к программному обеспечению, управление проектами, OpenProject, интеграция данных.

Введение. Категория систем управления проектами в настоящее время характеризуется предельно высокой плотностью конкуренции и очень низкими барьерами перехода для пользователей. В таких условиях традиционный подход к проектированию нового продукта, который часто опирается на интуитивный набор функций или простое копирование возможностей лидеров, становится экономически неэффективным и рискованным. Основная цель данной работы заключается в разработке комплексной методики анализа рынка программного обеспечения, которая объединяет три независимых источника данных, а также в апробации этой методики на реальной рыночной категории. Непосредственным результатом применения методики выступает система требований к новому продукту, причём требования разделяются на обязательный рыночный минимум и на зоны, где возможно конкурентное преимущество. Объектом исследования выбрана категория Project Management Software, включающая десять ключевых рыночных игроков, таких как Jira, Trello, Asana, Monday.com, ClickUp, Wrike, Basecamp, Smartsheet, Notion и OpenProject, а также одно открытое решение, которое используется для углублённого инженерного анализа.

Методология исследования. Предложенная методика базируется на трёх методологических векторах, каждый из которых даёт уникальный тип информации о рынке и о продукте. Первый вектор связан с анализом пользовательских отзывов на платформе G2.com [1]. В рамках этого направления было обработано более тысячи единиц пользовательской обратной связи, выделена частота упоминания каждой функции, а также оценена критичность её отсутствия с точки зрения пользователя. Второй вектор представляет собой анализ открытого репозитория на платформе GitHub [3, 4]. В качестве объекта для углублённого анализа выбран проект OpenProject, который представляет собой зрелую open-source систему управления проектами. В рамках этого блока изучались структура репозитория, наличие и полнота документации, система issues и pull requests, шаблоны для их оформления, частота и регулярность релизов, файлы CODEOWNERS, правила защиты веток, а также граф зависимостей с выявленными уязвимостями. Третий вектор базируется на аналитической платформе Similarweb [2], которая предоставляет оценочные, но сопоставимые метрики цифрового присутствия продуктов. Для десяти конкурентов были собраны данные об ежемесячных визитах, уникальных посетителях, глубине просмотра, времени на сайте, доле прямого, органического и платного трафика, географическом распределении аудитории, пересечении аудиторий между конкурентами, а также о смежных категориях, которые интересуют ту же аудиторию. Ключевым принципом интеграции этих трёх векторов выступает триангуляция, согласно которой требование может быть признано рыночным стандартом только в том случае, если оно получает подтверждение как минимум из двух независимых источников [6, 7].

Результаты анализа на платформе G2.com. Обработка пользовательских отзывов позволила выделить функциональный минимум, который присутствует у всех лидеров категории и отсутствие которого вызывает наибольшее число негативных реакций. В обязательный функциональный набор вошли приоритизация задач, поскольку управление проектами невозможно без инструментов фокусировки команды; списки дел как базовая структура любой рабочей деятельности; массовые операции, обеспечивающие эффективность при масштабировании проектов; учёт времени и затрат, необходимый для контроля рентабельности в бизнес-сегменте; поиск по задачам, фильтрация и сортировка, которые позволяют работать с большими объёмами данных; назначение ответственных,

комментарии к задачам, возможность вложения файлов и система уведомлений. Что касается нефункциональных требований, то анализ отзывов показал, что пользователи крайне чувствительны к скорости работы системы, особенно при выполнении массовых операций, а также к точности статистических данных в отчётах. Дополнительно к стандарту отнесена интуитивно понятная технология перетаскивания объектов, которая уже воспринимается рынком не как конкурентное преимущество, а как неявное ожидание.

Результаты анализа репозитория OpenProject на платформе GitHub. Анализ открытого репозитория, который насчитывает около девяти тысяч звёзд и написан на языке Ruby, дал несколько важных сигналов для проектирования нового продукта [4]. В репозитории отсутствует файл CODEOWNERS, что свидетельствует об отсутствии формально закреплённой ответственности за ключевые модули и создаёт риск потери знаний при изменении состава команды. Граф зависимостей показывает более полутора сотен внешних пакетов, при этом регулярно фиксируются уязвимости, требующие обновления. С другой стороны, в репозитории присутствуют шаблоны для оформления issues, что говорит о стремлении структурировать пользовательские обращения и упростить их анализ. README-файл содержит полный quickstart, который позволяет новому пользователю или разработчику быстро запустить проект, что снижает барьер входа. Релизы выходят регулярно с периодичностью от одного до двух месяцев, что свидетельствует о зрелом процессе поставки. Однако отсутствие правил защиты веток, в частности требования обязательного ревью перед слиянием, создаёт риск нестабильности основной ветки. На основе этих наблюдений можно утверждать, что для нового продукта процессные требования, такие как формальное закрепление владельцев кода, обязательное ревью и регулярный аудит зависимостей, имеют не меньший приоритет, чем функциональные возможности.

Результаты анализа платформы Similarweb. Сравнительный анализ десяти конкурентов за последние шесть месяцев на глобальном уровне позволил оценить реальное распределение цифрового спроса [2, 5]. Наибольший объём трафика в исследуемой выборке демонстрирует Jira с показателем около пятидесяти двух миллионов визитов в месяц, за ней следуют Trello и Asana. Расчёт концентрации рынка показал, что доля лидера составляет двадцать процентов, а суммарная доля трёх крупнейших игроков достигает пятидесяти трёх процентов. Индекс Херфиндаля-Хиршмана, рассчитанный для шести основных конкурентов, составил тысячу сто восемьдесят два, что соответствует умеренному уровню концентрации. Это означает, что рынок не является монополизированным и оставляет пространство для входа нового продукта. Анализ каналов привлечения показал, что ClickUp и Monday.com растут быстрее лидеров именно за счёт агрессивного использования платного поискового трафика, доля которого у них составляет от двадцати восьми до тридцати пяти процентов. Анализ географического распределения выявил важное окно возможностей: OpenProject является единственным продуктом в выборке, у которого Германия, а не США, занимает первое место по доле трафика, что указывает на потенциальную стратегию географической дифференциации. Анализ пересечения аудиторий показал, что доля общих пользователей между Trello и Asana составляет двадцать восемь процентов, а между Monday.com и ClickUp достигает тридцати пяти процентов, что говорит о высокой мобильности пользователей и отсутствии абсолютной лояльности к конкретному бренду. Анализ смежных интересов аудитории показал, что пользователи систем управления проектами регулярно посещают Slack с перекрёстной долей тридцать четыре процента, Google Drive с долей двадцать восемь процентов и Zoom с долей около двадцати процентов, что делает интеграцию с этими сервисами обязательным требованием. Наконец, доля мобильного веб-трафика составляет от двадцати пяти до сорока двух процентов в зависимости от продукта, что означает, что качественная мобильная веб-версия является минимальным требованием к современному продукту.

Результаты интеграции трёх источников. Совместное применение трёх описанных методик позволяет построить единую систему требований, где для каждого требования указан его тип, приоритет и статус по отношению к рынку. Эта система представлена в таблице 1, которая объединяет данные из G2.com, GitHub и Similarweb.

Как следует из таблицы, требования с первого по двенадцатое образуют обязательный рыночный стандарт. Каждое из них подтверждается либо высокой критичностью в пользовательских отзывах на G2.com, либо прямыми инженерными сигналами из GitHub, либо устойчивыми паттернами цифрового спроса в Similarweb. Требования с тринадцатого по пятнадцатое не являются обязательными, но представляют собой зоны, где новый продукт может получить конкурентное преимущество. AI-функции демонстрируют очень быстрый рост поискового спроса, встроенный модуль документации уже показал положительный эффект на примере ClickUp, а географическая локализация под Европу остаётся незанятой нишей, поскольку только OpenProject имеет здесь сильные позиции.

Таблица 1 – Система требований к новому программному продукту в категории Project Management Software

ID	Требование	Тип	G2	GitHub	Similarweb	Приоритет	Статус
R1	Приоритизация задач	Функциональное	Да	Нет	Да	Высокий	Стандарт
R2	Массовые операции	Функциональное	Да	Нет	Да	Высокий	Стандарт
R3	Учёт времени и затрат	Функциональное	Да	Нет	Да	Высокий	Стандарт
R4	Высокая скорость работы	Нефункциональное	Да	Нет	Да	Высокий	Стандарт
R5	Интеграция со Slack	Интеграционное	Нет	Нет	Да	Высокий	Стандарт
R6	Интеграция с Google Drive	Интеграционное	Нет	Нет	Да	Высокий	Стандарт
R7	Качественная мобильная веб-версия	Нефункциональное	Нет	Нет	Да	Высокий	Стандарт
R8	Полный quickstart в README	Документация	Нет	Да	Нет	Высокий	Стандарт
R9	Шаблоны для issue	Процессное	Нет	Да	Нет	Высокий	Стандарт
R10	Формальное закрепление владельцев кода	Процессное	Нет	Да	Нет	Высокий	Стандарт
R11	Защита веток и обязательное ревью	Процессное	Нет	Да	Нет	Высокий	Стандарт
R12	Регулярный аудит зависимостей	Безопасность	Нет	Да	Нет	Критический	Стандарт
R13	AI-функции, включая умные подсказки	Функциональное	Нет	Нет	Тренд	Средний	Дифференциация
R14	Встроенный модуль документации	Функциональное	Нет	Да	Да	Средний	Дифференциация
R15	Локализация под страны Европы	Нефункциональное	Нет	Нет	Да	Средний	Дифференциация

Источник: составлено автором по первичным данным G2, GitHub и Similarweb

Заключение. Разработанная и апробированная методика интеграции трёх источников данных позволяет решить три основные задачи. Первая задача заключается в выделении объективного рыночного стандарта, то есть того набора требований, без которых продукт не может быть допущен в категорию. В рамках данного исследования в такой стандарт вошли двенадцать требований, охватывающих функциональные, нефункциональные, интеграционные, процессные аспекты и аспекты безопасности. Вторая задача состоит в идентификации зон дифференциации, где продукт может получить

конкурентное преимущество без необходимости атаковать лидеров на их собственном поле. К таким зонам отнесены AI-функции, встроенная документация и географическая локализация. Третья задача заключается в обосновании стратегии входа на рынок. Умеренный уровень концентрации, зафиксированный Similarweb, вместе с высокой мобильностью аудитории и наличием незакрытых ниш позволяет рекомендовать не фронтальную, а нишевую стратегию входа. Основными ограничениями предложенной методики являются оценочный характер метрик Similarweb, который не позволяет использовать их как абсолютные значения, а также зависимость глубины GitHub-анализа от зрелости и активности конкретного репозитория. Тем не менее предложенный подход может быть применён к любым классам программного обеспечения на этапе предпроектного анализа и формирования технического задания.

Список использованных источников

1. Беляцкая, Т. Н. Маркетинг: анализ данных : учеб. пособие / Т. Н. Беляцкая, О. М. Маклакова. – Минск : БГУИР, 2018. – 127 с.

2. Беляцкая, Т. Н. Креативные технологии бизнеса : учеб.-метод. пособие / Т. Н. Беляцкая, В. С. Князькова, С. Л. Фещенко. – Минск : БГУИР, 2018. – 116 с.

3. G2.com. Project Management Software Reviews [Электронный ресурс] / G2. – Режим доступа: https://www.g2.com/categories/project-management. – Дата доступа: 11.03.2026.

4. Similarweb. Website Analysis Methodology [Электронный ресурс] / Similarweb Knowledge Center. – Режим доступа: https://support.similarweb.com. – Дата доступа: 11.03.2026.

5. GitHub Docs. Repository Insights and Community Profile [Электронный ресурс] / GitHub. – Режим доступа: https://docs.github.com/en/repositories. – Дата доступа: 14.03.2026.

6. OpenProject Repository [Электронный ресурс] / GitHub. – Режим доступа: https://github.com/opf/openproject. – Дата доступа: 14.03.2026.

7. DataReportal. Digital 2026: Belarus [Электронный ресурс] / DataReportal. – Режим доступа: https://datareportal.com/reports/digital-2026-belarus. – Дата доступа: 16.03.2026.

UDC 004.41:339.13

DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE METHODOLOGY FOR SOFTWARE MARKET ANALYSIS USING G2, GITHUB AND SIMILARWEB DATA

Izvekov D. V.[1], Zaitsev A. I.[1], students of group 10701124

Belarusian National Technical University[1]
Minsk, Republic of Belarus

Belyatskaya T. N. – Doctor of Economic Sciences, Professor

Annotation. The paper proposes and tests a methodology for integrating three independent data sources (G2.com, Similarweb, GitHub) to formulate requirements for a new software product using the example of project management systems. A mandatory market standard (12 requirements) and differentiation zones are identified. It is shown that the combined use of three sources makes it possible to separate truly demanded characteristics from those declared by vendors.

Keywords: market standard, G2.com, GitHub, Similarweb, software requirements, project management, OpenProject, data integration.

УДК 336.767.2

65. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ ПУТЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ В НЕГО КРИПТОВАЛЮТ

Переходько Я. Э., студент гр.373903

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Князькова В.С. – канд. экон. наук

Аннотация. Проводится исследование о целесообразности инвестирования в криптовалюты, а также включения их в инвестиционные портфели с целью их диверсификации. Для анализа использовались положения современной портфельной теории, проведенные ранее исследования, данные о ценах криптовалют и других видов активов, критерием для оценки способности криптовалют диверсифицировать активы служил коэффициент корреляции с другими видами активов.

Ключевые слова. Инвестирование, криптовалюта, современная портфельная теория, диверсификация рисков, инвестиционные портфели, коэффициент корреляции, биткоин, эфириум.

Одной из наиболее популярных и исследованных в научной литературе моделей для построения оптимальных инвестиционных портфелей является современная портфельная теория (Modern Portfolio Theory, сокр. MPT), разработанная Гарри Марковицем в его работе 1952 года под названием «Portfolio Selection». В своей работе он математически доказывает, каким образом необходимо выбирать оптимальные инвестиционные портфели, на что опираться, а также каким образом происходит диверсификация портфелей, позволяющая снизить портфельные риски при сохранении той же доходности.

В основе данной теории лежат положения о том, что каждый актив обладает определенным риском и доходностью, согласно одному из главных принципов финансов, чем выше риск, тем выше должна быть доходность. Риск, которым обладает любой актив, состоит из двух составляющих, это индивидуальный риск, присущий конкретно данному активу, и рыночный риск, присущий всем активам, присутствующим на рынке.

Согласно данной теории, индивидуальный риск активов можно устранить, что и будет называться диверсификацией портфеля, а вот от рыночного риска избавиться нельзя, что изображено на рисунке 1.

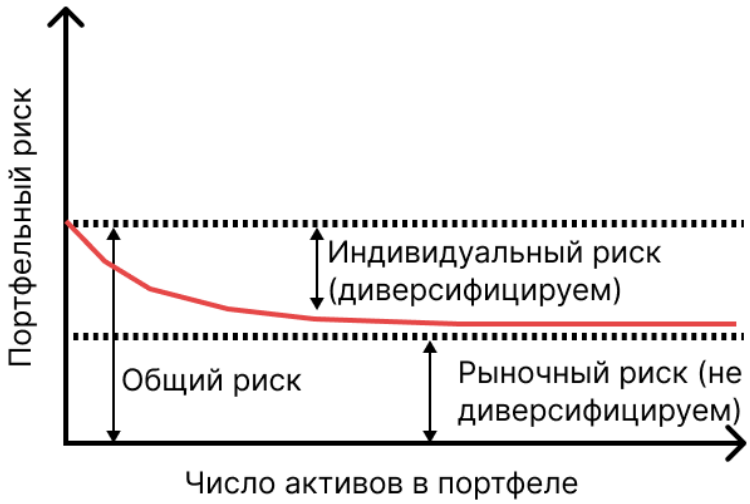


Рисунок 1 – Рыночный и индивидуальный риски активов

Избавиться от индивидуального риска можно, так как индивидуальные риски каждого актива имеют нормальное распределение. Это значит, что, если взять несколько разных активов, то их колебания, проявляющиеся в виде изменения цен, могут взаимно устранять друг друга, к примеру, актив А может повыситься в цене, а актив Б упасть, в итоге их изменения нейтрализуют друг друга.

Однако как понять, что колебания активов будут именно устранять друг друга, а не наоборот складываться. Для этого необходимо проанализировать насколько активы коррелируют друг с другом, если активы сильно коррелированы, то их колебания будут происходить в одном направлении, и такие активы не будут диверсифицировать портфель. Если же между активами присутствует слабая или же вовсе отрицательная корреляция, то колебания таких активов будут разнонаправленны и такие активы будут диверсифицировать портфель.

Таким образом, критерием для определения целесообразности включения криптовалюты в инвестиционный портфель, является коэффициент ее корреляции с другими видами активов, такими как акции, облигации, золото и прочие активы.

Для определения данного коэффициента были использованы данные уже проводившихся научных работ на данную тематику, рассчитаны коэффициенты корреляции с помощью надстройки Microsoft Excel «Анализ данных» на основе прошлых данных о ценах разных видов активов.

В качестве других видов активов были рассмотрены золото (SPDR Gold Shares), нефть (Brent Oil), 10 летние облигации США (United States 10-Year Bond), 1 годовые облигации США (United States 1-Year Bond), акции (S&P 500).

Для анализа были взяты две самые популярные и крупные по капитализации криптовалюты, а именно биткоин (Bitcoin) и эфириум (Ethereum).

В исследовании, в котором рассматривался период с 2010 по 2018 годы, отмечено, что корреляция между биткоином и индексом SP500 была крайне незначительной и составляла 0,05 [1].

В тоже время начиная с середины 2019 года по 2024 годы корреляция между биткоином и SP500 составляла в среднем более 0,5 [2]. Вплоть до сентября 2025 года корреляция была положительно высокой, однако после цены биткоина и индекса SP500 развернулись в противоположные стороны, и корреляция за период с 01.09.25 по 19.03.26 составила -0,55.

Если рассматривать корреляцию между биткоином и золотом, то с 2015 по 2023 годы коэффициент корреляции находился в диапазоне от -0,2 до 0,3 [2]. С 2023 года по сентябрь 2025 года корреляция была положительно высокой, около 0,92. Однако также, как и с акциями, корреляция начала резко снижаться и в период с 01.09.25 по 19.03.26 составила около -0,89.

Аналогичную ситуацию можно наблюдать и в отношении корреляции биткоина с другими видами активов, в некоторые периоды времени корреляция являлась положительной, однако на рисунке 2 отчетливо видно, что цена биткоина за период с сентября 2025 года по март 2026 года значительно уменьшилась (-36,75%), в то время как цены на другие виды активов, либо выросли (золото на 32,14%, нефть на 41,74%), либо незначительно выросли (10 летние облигации США на 2,88%, акции на 1,38%) или незанчительно упали в цене (1 летние облигации США на -2,46%).

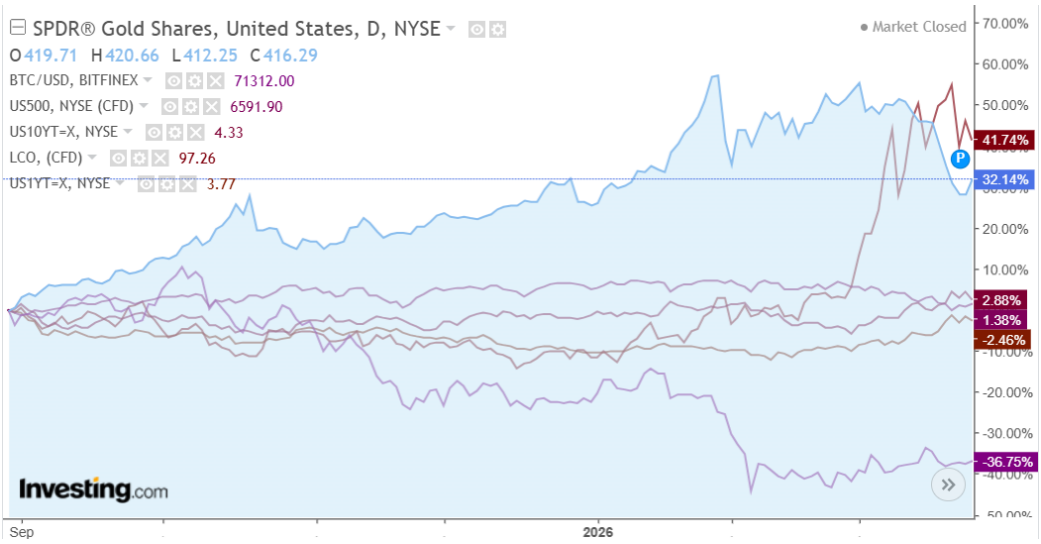


Рисунок 2 – Динамика цен на основные виды активов и биткоин с сентября 2025 года

В отношении эфириума ситуации не менее неоднозначная. Согласно данным научной работы, рассматривавшей период с 01.01.2018 по 31.08.2023, во время негативных ожиданий на рынке эфириум значимо положительно коррелировал только с нефтью (0,76), а во время позитивных ожиданий положительно коррелировал с акциями (0,67), нефтью (0,59), медью (0,51), обменным курсом (0,68) [3].

Однако анализируя график динамики цен эфириума и основных видов активов можно заметить похожую с биткоином ситуацию, а именно значительное падение в цене (-50,63%), чего не наблюдается среди других видов активов на рисунке 3.

Помимо корреляции криптовалют с другими видами активов, также была рассмотрена корреляция между самими криптовалютами.

В проведенных ранее исследованиях указывается, что корреляция в период с 2015 по 2022 годы между основными крупнейшими криптовалютами была умеренной (более 0,5), в то время как между эфириумом и биткоином, а также эфириумом и риплом (XRP) корреляция была сильной, 0,758 и 0,716 соответственно [4]. Также если рассматривать период с сентября 2025 года, то можно отчетливо увидеть на рисунке 4, что цены пяти крупнейших криптовалют по капитализации, исключая стейблкоины, двигались практически идентично с единственной разницей в масштабе изменений.

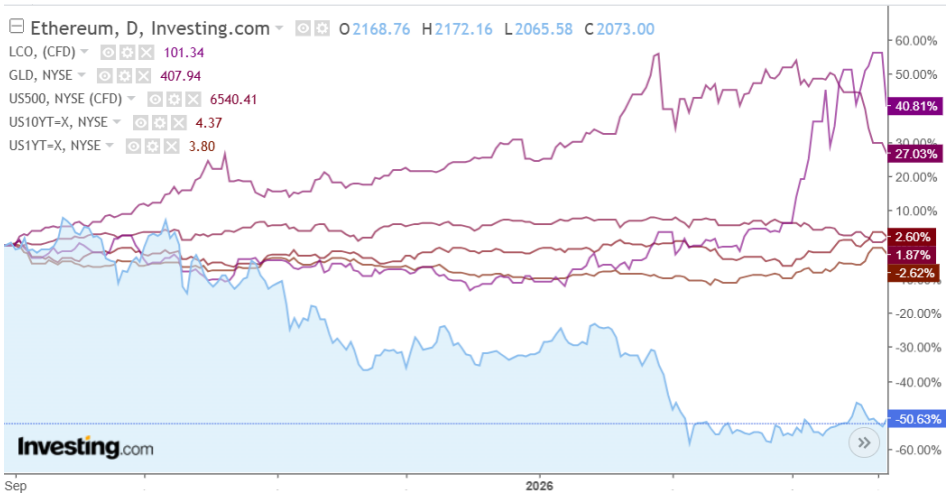


Рисунок 3 – Динамика цен эфириума и остальных видов активов

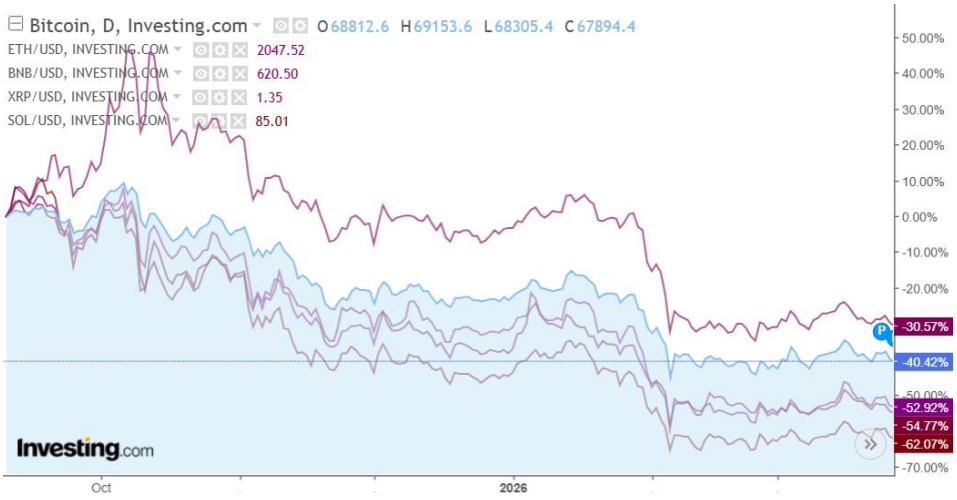


Рисунок 4 – Динамика цен пяти крупнейший криптовалют по капитализации

На основе собранных данных и анализа научных работ, можно прийти к следующим выводам. Четко дать ответ на то, коррелирует ли Bitcoin или другие криптовалюты с другими видами активов нельзя. Вытекает это из того, что на протяжении разных лет данные криптовалюты показывали разные коэффициенты корреляции. Если в некоторые периоды корреляция могла быть значительно положительной, то в другие, как с сентября 2025 по март 2026, корреляция могла стать сильно отрицательной.

Таким образом, при анализе криптовалют в качестве инструмента диверсификации инвестиционного портфеля, можно заключить, что инвесторам необходимо на регулярной основе оценивать, насколько криптовалюты коррелируют с другими видами активов, так как нельзя полностью полагаться на собранные ранее факты и проведенные исследования, как наглядно показывает рыночная ситуация, цены могут вести себя совершенно непредсказуемым образом, и демонстрировать поведение, которые раньше не происходило [5].

Также можно прийти к выводам, что использование различных криптовалют для их взаимной диверсификации, не способствуют ей, так как криптовалюты демонстрируют высокую степень корреляции друг с другом и изменяются в ценах в одном направлении.

Однако несмотря на то, что криптовалюты могут не способствовать диверсификации портфельных рисков, нельзя сказать, что их не стоит включать в портфели. Связано это с тем, что за последние 10 лет, именно биткоин продемонстрировал самые значительные темпы роста на рисунке 5, увеличившись за этот срок примерно на 27340%. Безусловно, криптовалюты демонстрируют высокую волатильность, и могут значительно падать в цене за относительно короткие промежутки времени, что наглядно демонстрирует падение в цене с сентября 2025 года более чем на 30%, однако данные риски можно свести к минимуму, если количество криптовалюты относительно всего портфеля будет не слишком значительным, а конкретное значение уже будет зависеть от индивидуальной терпимости инвестора к риску.

Рисунок 5 – Динамика цен биткоина и основных видов активов

Обобщая вышесказанное можно утверждать, что инвесторам целесообразно включать криптовалюту в свой инвестиционный портфель, так как криптовалюта демонстрирует наивысшие темпы роста среди всех традиционных видов активов, для нивелирования рисков, связанных с высокой волатильностью криптовалюты, предлагается не выделять под криптовалюту слишком большую долю в инвестиционном портфеле, а ограничиться минимально приемлемой для конкретного инвестора долей. Касаемо диверсификации портфелей с помощью криптовалюты, инвесторам необходимо рассчитывать показатели ее корреляции с другими активами на регулярной основе для получения актуальных данных, так как данный показатель имеет непостоянное и резко меняющееся значение. Также не имеет смысла включать слишком много различных криптовалют в инвестиционный портфель, вследствие их высокой коррелированности, достаточно ограничиться несколькими крупными и вызывающими доверие.

Список использованных источников:

1. Копысьцяньский, Т. Анализ взаимосвязей между ценами биткойнов и волатильностью индекса S & P500, измеряемого индексом VIX / Т. Копысьцяньский, Т. Рульчиньский // Известия Иссык-Кульского форума бухгалтеров и аудиторов стран Центральной Азии. – 2018. – № 4-1(23). – С. 109-118.

2. Трапезников, И. Н. 1.30. Исследования возможности хеджирования криптовалютного портфеля различными видами активов / И. Н. Трапезников // Цифровая культура управления активами в новых бизнес-моделях. – Москва : Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем рынка Российской академии наук, 2025. – С. 146-150.

3. Ullah, M. Dynamic connectedness between crypto and conventional financial assets: novel findings from russian financial market / M. Ullah // Journal of applied economic research. – 2024. – Vol. 23, No. 1. – P. 110-135.

4. Correlation analysis between bitcoin and top cryptocurrencies' returns / M. R. İnce, M. Emikönel // Digitalization in business and economy (blockchain, cryptocurrencies, industry 4.0, digital transformation) : учебник / M. R. İnce, M. Emikönel ; под ред. O. Gönüllü. – Анкара, 2022. – Гл. 13. – С. 271–284.

5. Насонова, И. В. Новые формы финансирования для увеличения объемов капитала, продаж и прибыли / И.В. Насонова // Вестн. ассоц. белорус. банков - 2022.- №2 (873). - С. 26-29.

UDC 336.767.2

DIVERSIFICATION OF INVESTMENT PORTFOLIOS VIA CRYPTOCURRENCIES

Perakhodzka Y. E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Knyazkova V. S. – PhD in Economics

Annotation. A study is conducted on the feasibility of investing in cryptocurrencies, as well as including them in investment portfolios in order to diversify them. For the analysis, the provisions of modern portfolio theory, previous research, data on the prices of cryptocurrencies and other types of assets were used. The criterion for assessing the ability of cryptocurrencies to diversify assets was the correlation coefficient with other types of assets.

Keywords. Investing, cryptocurrency, modern portfolio theory, risk diversification, investment portfolios, correlation coefficient, bitcoin, ethereum.

УДК 658:004.9 (330.322.5)

66. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: КЛЮЧЕВЫЕ МЕТРИКИ

Литвинович А.В., студент гр.473901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Князькова В.С. – канд. экон. наук

Аннотация. Рассматриваются экономические аспекты миграции организаций в облачные среды, включая метрики капитальных затрат, совокупной стоимости владения, эффективности бизнес-процессов. Анализируются прямые и косвенные издержки миграции, влияние на производительность, а также риски, связанные с управлением проектом и зависимостью от поставщика. Проводится оценка экономической целесообразности облачной трансформации для предприятий различного масштаба.

Ключевые слова. Облачные технологии, экономическая эффективность, совокупная стоимость владения, эффективность инвестиций, цифровая трансформация.

В современных условиях наблюдается устойчивый рост числа пользователей вычислительных систем, сетевой инфраструктуры, включая как глобальные сети, такие как Интернет, так и локальные корпоративные сети. Данный процесс обусловлен активной цифровизацией экономики, расширением использования информационных технологий в бизнесе, а также вызванное этими факторами повышение требований к скорости обработки и доступности данных.

В связи с этим особое значение приобретает построение информационных систем, способных к масштабированию [1]. Информационная модель предприятия должна изначально учитывать возможность расширения, поскольку регулярный пересмотр архитектуры и технической инфраструктуры на каждом этапе роста бизнеса приводит к существенным экономическим издержкам и снижению эффективности функционирования организации.

При проектировании информационных систем растет потребность в обеспечении их функционирования в рамках корпоративного масштаба. Это, в свою очередь, предполагает необходимость создания универсальных решений, которые могут эффективно использоваться как малыми и средними предприятиями, так и крупными организациями, обеспечивая возможность постепенного масштабирования и роста.

В данном контексте облачные технологии выступают в качестве одного из наиболее эффективных инструментов реализации масштабируемых информационных систем. Использование моделей предоставления сервисов (IaaS, PaaS, SaaS) позволяет организациям гибко управлять вычислительными ресурсами, снижать капитальные затраты (CAPEX) за счет перехода к операционной модели расходов (OPEX), а также оптимизировать совокупную стоимость владения (TCO) [2].

Активное внедрение облачных решений сопровождается рядом экономических и организационных вызовов [3]. В условиях высокой конкуренции на рынке облачных сервисов компании зачастую сталкиваются с необходимостью изменения используемой платформы. Это обуславливается как экономическими (снижение затрат, оптимизация использования ресурсов), так и стратегическими (безопасность, производительность, соответствие нормативным требованиям) причинами.

Процесс миграции между облачными платформами представляет собой комплексную задачу, включающую в себя и значительные экономические аспекты. К данной категории можно отнести прямые затраты на перенос данных и приложений, а также косвенные издержки, связанные с простоем систем, адаптацией программного обеспечения и переобучением персонала. В ряде случаев совокупные затраты на миграцию могут существенно превышать ожидаемые выгоды, что делает предварительную экономическую оценку критически важной.

Миграция в облачные среды является одним из ключевых направлений цифровой трансформации экономики и напрямую связана с ростом использования облачных технологий организациями различного масштаба. Статистические данные международных организаций подтверждают устойчивую тенденцию использования облачных сервисов, что отражает их экономическую целесообразность и эффективность.

По данным статистической службы ЕС, в 2025 году 52,7% предприятий Европейского союза использовали платные облачные сервисы, что на 7,4% больше по сравнению с 2023 годом. Динамика показывает, что облачные технологии постепенно становятся стандартом для ведения бизнеса, особенно в условиях цифровизации.

Облачная инфраструктура требует немалых ресурсов для управления, в связи с этим использование таких сервисов может ограничиваться размером и капитализацией компании. В 2025 году доля бизнесов, использующих облачные сервисы имела нисходящий тренд, в соответствии с размерами компаний: 84,67% для крупных, 66,78% для средних и лишь 49,3% для малых бизнесов [1].

В целом облачные технологии оказывают значительное влияние на развитие мировой экономики [4]. Согласно оценкам, представленным Amazon, одним из лидеров в данной категории, использование облачных решений и технологий искусственного интеллекта может внести вклад в мировой валовой внутренний продукт в размере до 12 трлн долларов США к 2030 году, что подчеркивает стратегическое значение облачной инфраструктуры для экономического роста.

Наиболее распространенным сценарием является миграция из локальной инфраструктуры (on-premise) в облако, что объясняется экономическим преимуществом данного подхода. Использование облачных сервисов позволяет компаниям отказаться от создания собственной IT-инфраструктуры, заменяя капитальные затраты на оборудование операционными расходами. В частности, компании не отходят от использования облака и для базовых задач: в 2025 году 85,15% компаний применяли облако для электронной почты, около 71% – для хранения данных и офисного программного обеспечения. Базовой инфраструктурой для бизнес-процессов становятся именно облачные технологии [1].

Другим важным типом миграции является миграция между облачными платформами (cloud-to-cloud), она приобретает все большее значение по мере насыщения рынка. Рост доли компаний, уже использующих облачные сервисы, приводит к необходимости оптимизации затрат и выбора наиболее эффективных провайдеров, что, в свою очередь, порождает конкуренцию на данном рынке. Компаниям выгодно сменять платформы для снижения расходов или повышения эффективности использования ресурсов.

Миграция между облачными платформами является не только техническим процессом, но и экономически значимым решением для организаций [5]. Правильная оценка структуры затрат позволяет компаниям прогнозировать финансовую эффективность, минимизировать риски и обеспечивать устойчивость бизнес-процессов в период перехода.

Прямые затраты включают все расходы, связанные с переносом данных и приложений, а также настройкой облачной инфраструктуры. В качестве основных компонентов можно выделить следующее:

- лицензии и подписки на облачные сервисы, зависящие от типа услуг (IaaS, PaaS, SaaS) и объема потребляемых ресурсов;
- перенос и интеграция данных – стоимость миграции баз данных, файлов и приложений, настройка API;
- услуги специалистов для планирования и реализации миграции, таких как консультанты, DevOps, инженеры;
- дополнительное оборудование, если организация использует гибридную модель или необходимо расширение локальной сети.

Косвенные затраты отражают влияние миграции на производственные и организационные процессы, к данному виду затрат можно отнести следующие компоненты:

- простои систем и временная потеря производительности сотрудников;
- обучение и адаптация персонала к новым инструментам и интерфейсам;
- адаптация приложений и интеграция с существующими системами, что может потребовать дополнительных затрат на разработку;
- риски «vendor lock-in», когда использование специфичных технологий конкретного провайдера повышает будущие расходы на возможный переход к другой платформе.

В среднем затраты на облачную трансформацию составляют от 15% до 30% исходного бюджета IT-организаций, непосредственные расходы на процесс миграции (перенос данных, рефакторинг приложений и интеграция систем) находятся в диапазоне 10-15% от совокупных затрат [6]. Стоимость данного процесса оказывается весомой для компаний любого уровня и требует значительных первоначальных инвестиций, следовательно такой «облачный переход» должен рассматриваться как стратегический проект, а не как операционная оптимизация.

Одним из рисков в реализации облачной инфраструктуры является также высокая вероятность отклонения фактических затрат от плановых значений [7]. В среднем компании превышают бюджеты облачных проектов на 14%, а значительная доля проектов (около 38%) сопровождается задержками в реализации [8]. В качестве причин, обуславливающих данное явление, можно выделить недооценку объема работ по адаптации приложений, а также организационные издержки, связанные с трансформацией бизнес-процессов.

Несмотря на высокие начальные затраты и риски, ключевым аргументом в пользу облачной миграции остается снижение совокупной стоимости владения (TCO, Total Cost of Ownership). Основной экономический эффект достигается за счет отказа от капитальных вложений в собственную инфраструктуру (CAPEX) и перехода к модели операционных расходов – OPEX [9]. В долгосрочной перспективе это позволяет оптимизировать использование ресурсов, снижать затраты на обслуживание оборудования, повышать гибкость масштабирования. Наиболее значительная экономия достигается в сегментах, связанных с содержанием и обслуживанием дата-центров, энергопотреблением и технической поддержкой, где сокращение затрат может достигать 40-60%.

Показатель эффективности инвестиций ROI (Return on Investment) отражает соотношение полученных выгод к понесенным затратам. В контексте облачной миграции данный показатель

формируется за счет нескольких факторов: снижения прямых затрат на инфраструктуру, повышения производительности, ускорения вывода продуктов на рынок и уменьшения рисков простоев. Так, после внедрения технологий Amazon Web Services эффективность инвестиций компании International Data Corporation выросла на 442% за период 5 лет. При этом срок окупаемости таких инвестиций, как правило, составляет от 12 до 24 месяцев, что делает облачную миграцию экономически привлекательной даже в среднесрочной перспективе. Такой высокий показатель не является обобщенным для всех бизнесов, средний потенциальный ROI составляет около 180%, однако лишь 10% организаций реализуют его полностью.

Фактические показатели эффективности во многом зависят и от качества управления затратами, а около 60% организаций недооценивают совокупную стоимость совокупного владения на этапе планирования и уже в первый год сталкиваются с превышением реальных расходов над ожидаемыми на 25-35% [10]. Такая закономерность объясняется наличием скрытых затрат, включая неэффективное использование ресурсов, избыточное резервирование мощностей и недостаточный уровень контроля расходов.

Одним из главных преимуществ облачных платформ является возможность их динамического масштабирования в зависимости от потребностей бизнеса [11]. Компании среднего и крупного размера, использующие облако, увеличивают долю автоматизированных процессов на 20-30%, что позволяет быстрее адаптироваться к рыночным изменениям и снижает затраты на развертывание новых проектов.

Таким образом, миграция в облачные среды представляет собой не только технологический, но и стратегически экономический процесс, влияющий на эффективность и устойчивость бизнеса. Облачные решения позволяют оптимизировать структуру затрат, снижая зависимость от капитальных вложений и повышая гибкость управления ресурсами. Экономический эффект также проявляется через ускорение бизнес-процессов, сокращение времени вывода продуктов на рынок и повышение производительности сотрудников. Однако для достижения максимального показателя эффективности инвестиций (ROI) требуется стратегическое планирование и оценка всех компонентов совокупной стоимости владения (TCO), в том числе скрытых и косвенных затрат.

В то же время миграция в облако связана со значительными начальными инвестициями, имеет организационные и управленческие риски, а также риск зависимости от одного поставщика (vendor lock-in), что может ограничивать гибкость бизнеса и увеличивать долгосрочные расходы. Решением может послужить выбор стратегии multi-cloud или применение гибридного подхода.

Для малых и средних предприятий облачная инфраструктура создает возможность использования инструментов корпоративного уровня, повышая экономическую эффективность. Компании любого уровня получают конкурентное преимущество на рынке, используя облачные технологии: сокращается время на внедрение новых продуктов, повышается оперативность управления, появляется возможность быстрой адаптации к изменяющимся условиям рынка.

Облачные технологии обеспечивают организациям существенный экономический и стратегический потенциал, однако для достижения максимального эффекта требуется грамотное планирование и управление миграцией. Успешное использование облака требует комплексного подхода: оценка затрат и выгод, управление рисками, стратегический выбор поставщиков и адаптация корпоративных процессов.

Список использованных источников:

1. Eurostat. Cloud computing – statistics on the use by enterprises // Statistics Explained. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2025.

2. Top cloud development statistics: market size & adoption rates [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.secondtalent.com/resources/top-cloud-development-statistics-market-size-adoption-rates/

3. Amazon. AI and cloud adoption economic impact on GDP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.aboutamazon.com/news/aws/ai-cloud-adoption-economic-impact-gdp-aws

4. Бобылев А.Ю., Иванова Т.В. Облачные технологии в управлении финансами // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2022. – №3. – С.45–53.

5. Digitalisation in Europe 2025 // Eurostat Statistical Journal. – 2025. – № 12. – С. 1–48.

6. Cloud migration opportunity: Business value grows but missteps abound / McKinsey & Company // McKinsey Insights. – 2023. – № 7. – С. 1–36.

7. Облачные технологии в госсекторе: преимущества и проблемы внедрения / А. В. Иванов, Е. П. Смирнова // Информационные технологии в государственном управлении. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 45–58.

8. Информационная безопасность при облачных вычислениях: проблемы и перспективы / Н. А. Петрова, С. В. Кузнецов // Журнал информационной безопасности. – 2023. – Т. 10, № 2. – С. 12–27.

9. In search of cloud value: Can generative AI transform cloud ROI? / McKinsey & Company // McKinsey Digital Review. – 2024. – № 3. – С. 1–28.

10. Building an initial business case for migrating workloads to the cloud / CIO.com // CIO White Papers. – 2023. – № 8. – С. 1–22.

11. Беляцкая Т.Н Экономическое содержание и инновационный фактор развития электронных рынков / Т.Н. Беляцкая // Наука и инновации №12, 2021. - С.56-62

UDC 658:004.9 (330.322.5)

COST-EFFECTIVENESS OF USING CLOUD TECHNOLOGIES: KEY METRICS

Litvinovich. A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Knyazkova V.S. – PhD in Economics

Annotation. The economic aspects of migration of organizations to cloud environments are considered, including metrics of capital expenditures, total cost of ownership, and business process efficiency. The direct and indirect costs of migration, the impact on productivity, as well as the risks associated with project management and supplier dependence are analyzed. The economic feasibility of cloud transformation for enterprises of various scales is being assessed.

Keywords. Cloud technologies, economic efficiency, total cost of ownership, investment efficiency, digital transformation.

УДК 336.76

67. ГЛОБАЛЬНЫЙ ИНДЕКС ПРИНЯТИЯ КРИПТОВАЛЮТ: АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

Смирнова О.А., магистрант гр. 576541

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Князькова В.С. – канд. экон. наук

Аннотация. В работе рассматривается глобальный индекс принятия криптовалют как инструмент оценки уровня интеграции криптовалют в экономику различных стран. Проанализированы структура индекса и его основные субиндексы. Особое внимание уделено позиции Республики Беларусь в рейтинге 2025 года. Выявлены факторы, способствующие относительно высокому уровню принятия криптовалют в стране. Сделаны выводы о перспективах дальнейшего развития криптовалютного рынка в Беларуси.

Ключевые слова. Регулирование криптовалют, блокчейн, глобальный индекс принятия криптовалют, цифровая экономика, децентрализованные финансы.

В последние годы криптовалюты и технологии блокчейн становятся все более актуальными в глобальной экономике. Глобальный индекс принятия криптовалют, или Global Crypto Adoption Index (GCAI) [1], представляет собой важный инструмент для оценки уровня интеграции криптовалют в экономические системы разных стран. Этот индекс состоит из четырех ключевых субиндексов: стоимости транзакций, розничного использования криптовалюты, объема транзакций в сети и значимости децентрализованных финансов (DeFi).

Глобальный индекс принятия криптовалют ранжирует 151 страну, основываясь на четырех субиндексах, которые взвешиваются с учетом численности населения и покупательной способности. Итоговый рейтинг каждой страны вычисляется с использованием среднего геометрического значений по всем показателям, нормализованных по шкале от 0 до 1. Чем ближе итоговое значение к 1, тем выше рейтинг страны.

Глобальный индекс принятия криптовалют состоит из четырех подиндексов:

Стоимость транзакций. Этот подиндекс оценивает экономическую активность, связанную с криптовалютными транзакциями, измеряя их стоимость в долларовом эквиваленте.

Розничное использование криптовалют. Показатель отражает использование криптовалют на уровне обычных потребителей, что позволяет оценить их применение в повседневной жизни.

Объем транзакций в сети. Оценивает объем криптовалюты, передаваемой между кошельками, включая как крупные институциональные транзакции, так и розничные переводы.

Значение децентрализованных финансов [2]. Подиндекс учитывает активность в сфере децентрализованных финансов, отражая использование криптовалюты для предоставления новых финансовых услуг.

Исходя из данных четырех подиндексов Беларусь входит в Топ-20 стран по индексу GCAI, скорректированному по численности населения. Результаты проведенного анализа можно представить в табличном виде (таблица 1).

Результаты анализа свидетельствуют, что Республика Беларусь занимает высокое 17-е место в рассматриваемом рейтинге стран.

По показателю розничного использования криптовалют Беларусь занимает 9-е место, что является одним из наиболее сильных показателей страны и указывает на относительно высокий уровень использования криптовалют среди населения.

Данный показатель значительно лучше, чем у ряда развитых стран, представленных в таблице, таких как Финляндия, Сингапур и Португалия, где уровень розничного использования криптовалют находится на более низких позициях.

По стоимости криптовалютных транзакций Беларусь занимает 17-е место, что соответствует ее общей позиции в рейтинге и отражает умеренный уровень экономической активности в сфере криптовалют. При этом данный показатель уступает странам-лидерам рейтинга, таким как Молдова и Грузия, где объем транзакций и их экономическая значимость значительно выше.

По показателю развития децентрализованных финансов Беларусь занимает 39-е место, что является сравнительно более слабым результатом и может свидетельствовать о недостаточном развитии инфраструктуры децентрализованных финансов. В то же время Беларусь опережает некоторые страны по отдельным показателям, например по розничному использованию криптовалют по сравнению с Республикой Корея и Кыргызстаном. Показатель объема транзакций в сети для Беларуси составляет 27-е место, что указывает на относительно умеренную активность пользователей в блокчейн-сетях.

Таблица 1 – Глобальный индекс принятия криптовалют: топ-20 2025 г., скорректированный по численности населения

Страна	Общий рейтинг индекса	Розничное использование криптовалюты	Стоимость транзакций	Значение децентрализованных финансов	Объем транзакций в сети
1	2	3	4	5	6
Молдова	2	2	2	14	2
Грузия	3	4	5	5	8
Сингапур	15	42	20	13	16
Финляндия	16	51	29	8	23
Беларусь	17	9	17	39	27
Республика Корея	18	14	11	48	19
Кыргызстан	19	20	15	47	15
Португалия	20	47	33	9	29

В целом позиция Беларуси в рейтинге формируется за счет сочетания достаточно высокого уровня вовлеченности населения в использование криптовалют и среднего уровня транзакционной активности [3].

Представляет научный интерес и положение Республики Беларусь в Глобальном индексе принятия криптовалют.

Ниже представлена таблица 2, отражающая первые позиции и позиции стран-соседок Беларуси в данном рейтинге.

Таблица 2 – Глобальный индекс принятия криптовалют

Страна	Рейтинг	Страна	Рейтинг	Страна	Рейтинг
Индия	1	Турция	14	Кыргызстан	60
США	2	Япония	19	Молдова	98
Пакистан	3	Германия	21	Армения	79
Вьетнам	4	Польша	32	Латвия	81
Бразилия	5	Беларусь	49	Литва	87
Индонезия	7	Узбекистан	51	Азербайджан	90
Россия	10	Казахстан	55	Ирландия	91
Великобритания	11	Грузия	57	Эстония	96

Полученные данные указывают, что Республика Беларусь занимает 49-е место среди рассматриваемых стран. Такая позиция свидетельствует о среднем уровне интеграции криптовалют в национальную экономику и использовании цифровых финансовых инструментов населением и бизнесом.

По сравнению с рядом соседних государств положение Беларуси выглядит относительно устойчивым, однако уступает некоторым странам региона. Например, Польша также опережает Беларусь, занимая 32-е место, что может быть связано с более развитой цифровой финансовой инфраструктурой и активным участием частного сектора в криптовалютных проектах. В то же время Беларусь находится в рейтинге выше таких стран, как Литва, Латвия и Эстония, которые располагаются значительно ниже.

Относительно стран постсоветского пространства Беларусь также демонстрирует промежуточные позиции: она уступает России, Казахстану и Узбекистану, однако опережает Армению, Азербайджан и Молдову.

Такое положение может объясняться рядом экономических и институциональных факторов: наличие нормативной базы, регулирующей использование криптовалют и развитие блокчейн-технологий.

Однако сравнительно невысокая позиция страны может быть связана с ограниченным масштабом криптовалютного рынка, а также недостаточной активностью институциональных инвесторов.

Кроме того, важным фактором является уровень распространения криптовалютных сервисов и финансовых технологий среди населения и бизнеса.

Для повышения своей позиции в рейтинге Беларусь могла бы активнее развивать инфраструктуру криптовалютных сервисов, включая криптовалютные биржи, платежные платформы и проекты в сфере децентрализованных финансов. Также значимым направлением может стать развитие образовательных программ и повышение финансовой грамотности населения в области цифровых активов.

Сравнительный анализ показывает, что дальнейшее повышение позиции Республики Беларусь в рейтинге возможно за счет развития инфраструктуры децентрализованных финансов и увеличения масштабов криптовалютных транзакций. Несмотря на то, что Беларусь не занимает ведущие позиции по всем субиндексам, несколько факторов способствуют ее высокому месту в общем рейтинге.

Высокий уровень цифровой грамотности молодежи способствует распространению криптовалютных инструментов. Молодежь более открыта к новым технологиям и активно использует их в повседневной жизни.

Доступность смартфонов - широкое распространение смартфонов способствует росту торговли криптовалютой. Удобство мобильных приложений для обмена и хранения криптовалют делает их использование более доступным.

Гибкое регулирование - Беларусь обладает сравнительно гибким законодательством в области криптовалют, что создает благоприятные условия для развития этого рынка. Принятие законодательства, направленного на поддержку технологий блокчейн и криптовалют, способствует привлечению инвестиций и развитию стартапов.

Инфраструктура для DeFi - развитие децентрализованных финансов в стране открывает новые возможности для использования криптовалют. Увеличение числа проектов в сфере DeFi способствует росту интереса со стороны пользователей и инвесторов.

Таким образом, глобальный индекс принятия криптовалют является важным аналитическим инструментом для оценки уровня интеграции цифровых активов в национальные экономические системы.

Проведенный анализ показал, что Республика Беларусь занимает относительно устойчивые позиции в международном рейтинге, демонстрируя высокий уровень вовлеченности населения в использование криптовалют при умеренных показателях транзакционной активности и развития децентрализованных финансов.

Дальнейшее повышение позиций страны возможно при условии расширения криптовалютной инфраструктуры, стимулирования инновационных проектов в сфере блокчейн-технологий и повышения финансовой грамотности населения.

Реализация указанных направлений позволит усилить роль Республики Беларусь в формирующейся глобальной цифровой экономике.

Список использованных источников:

1. The 2025 Global Crypto Adoption Index [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.chainalysis.com – Дата доступа: 10.02.2026.

2. Schär F. Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.stlouisfed.org/publications/review/2021/02/05/decentralized-finance-on-blockchain-and-smart-contract-based-financial-markets - Дата доступа: 28.02.2026.

3. Беляцкая Т.Н Экономическое содержание и инновационный фактор развития электронных рынков / Т.Н. Беляцкая // Наука и инновации №12, 2021. - С.56-62

UDC 336.76

GLOBAL CRYPTO ADOPTION INDEX: ANALYSIS OF TRENDS AND PROSPECTS FOR THE DIGITAL ECONOMY OF BELARUS

Smirnova O.A., postgraduate student

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Knyazkova V.S. – Ph.D. in Economics

Annotation. The paper examines the Global Crypto Adoption Index as a tool for assessing the level of cryptocurrency integration into the economies of different countries. The structure of the index and its main sub-indices are analyzed. Particular attention is paid to the position of the Republic of Belarus in the 2025 ranking. The study identifies factors contributing to the relatively high level of cryptocurrency adoption in the country. Conclusions are drawn about the prospects for the further development of the cryptocurrency market in Belarus.

Keywords. Cryptocurrency regulation, blockchain, Global Crypto Adoption Index, digital economy, decentralized finance.

УДК 338.1

68. ДИНАМИЧЕСКАЯ CUSTOMER JOURNEY MAP КАК ИНСТРУМЕНТ УЛУЧШЕНИЯ КЛИЕНТСКОГО ОПЫТА

Жданок М.А., студент гр.473904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Князькова В.С. – канд. экон. наук

Аннотация. Рассматривается эволюция подходов к управлению клиентским опытом в банковской сфере в условиях цифровой трансформации. Проведен сравнительный анализ цифровых практик белорусских и зарубежных банков в области персонализации и применения технологий искусственного интеллекта. Обоснован переход от статических карт пути клиента к динамической модели, функционирующей на основе потоковых данных и поведенческих триггеров. Предложена универсальная структура динамической Customer Journey Map для розничного сегмента, включающая контур данных и ключевые метрики оценки эффективности.

Ключевые слова. Клиентский опыт, Customer Journey Map, искусственный интеллект, банковский маркетинг, поведенческая аналитика, цифровизация, предиктивные технологии.

Современный рынок банковских услуг характеризуется высокой конкуренцией, при которой традиционные преимущества как, например, процентные ставки и комиссии перестают быть решающими. На первый план выходит клиентский опыт (Customer Experience, CX) – совокупность впечатлений пользователя от взаимодействия с банком на всех этапах. По данным исследований, более половины клиентов прекращают сотрудничество после одного негативного опыта, в то время как компании, улучшающие CX, увеличивают выручку в среднем на 84% [1].

Традиционным инструментом управления CX является карта пути клиента (Customer Journey Map, CJM). Статическая CJM помогает выявить проблемные места, однако опирается на усредненный портрет клиента, не учитывает контекст (устройство, время суток) и требует ручного обновления. Это не позволяет персонализировать предложения и оперативно реагировать на изменения. С развитием технологий искусственного интеллекта возникла альтернатива – динамическая Customer Journey Map. Она предполагает непрерывное обновление информации на основе потоков данных о поведении клиента, его транзакциях и взаимодействии с цифровыми каналами. Ключевые преимущества: персонализация под конкретного клиента, прогнозирование следующего шага, сохранение контекста при переходе между каналами и автоматизация анализа.

Целью работы является разработка структурной модели динамической CJM для розничного сегмента. Эмпирической базой послужили цифровые сервисы белорусских банков (Альфа Банк, Сбер Банк, Беларусбанк, Приорбанк) и опыт казахстанского Halyk Bank. Проведенный анализ позволил систематизировать лучшие отраслевые практики (таблица 1).

Таблица 1 – Лучшие практики управления клиентским опытом в банковской сфере

Направление	Лидирующие практики	Технологическая основа
Кастомизация интерфейса	Гибкая настройка виджетов, скрытие остатков, управление порядком счетов	Адаптивные PWA-приложения, UX-дизайн
Персонализация лояльности	Кэшбэк на основе анализа транзакционной истории клиента	Big Data, кластеризация расходных паттернов
Клиентский сервис	Голосовые и текстовые ИИ-ассистенты, бесшовный переход к оператору с сохранением контекста	NLP, LLM-модели, омниканальные платформы
Предиктивная аналитика	Bandit-алгоритмы, модели Customer Value Management для Next Best Action	Machine Learning, централизованные хранилища данных

Банки-лидеры переходят от реактивной модели обслуживания к проактивной. Например, Halyk Bank использует более 175 ИИ-моделей в областях управления ценностью клиентов, риск-менеджмента и документооборота, что повысило эффективность персонализированных предложений в три раза [2].

Для работы динамической CJM необходим непрерывный поток данных из четырех источников: 1) поведенческие сигналы на сайте и в приложении (клики, скроллинг, брошенные формы); 2) транзакционная активность (MCC-коды покупок, остатки на счетах); 3) обращения в поддержку (логи чатов, тематика звонков); 4) реакция на маркетинговые предложения. Интеграция этих данных позволяет не только фиксировать пройденный путь, но и прогнозировать следующие шаги клиента. Например, при обнаружении сигнала «длительное изучение тарифов без целевого действия» система инициирует показ персонализированного баннера с акцентом на выгодные условия.

Обобщенная модель динамической CJM для розничного клиента представлена в таблице 2.

Таблица 2 — Модель динамической CJM для розничного клиента банка

Этап	Поведенческий сигнал	Триггер персонализированного действия	Ключевая метрика
Осознание и поиск	Поисковые запросы о банковских продуктах, просмотр страниц с тарифами	Показ динамического баннера с наиболее подходящим под профиль клиента предложением	CTR баннера, время на странице
Оформление продукта	Начало заполнения онлайн-заявки, ввод персональных данных	Предзаполнение полей, интеллектуальные подсказки, подтверждение по биометрии	Конверсия в заявку, доля брошенных форм
Первое использование	Получение карты, первый вход в мобильное приложение	Интерактивный гид по функциям приложения, предложение настроить виджеты	Доля завершивших онбординг, время до первой транзакции
Ежедневное обслуживание	Платежи, переводы, проверка баланса	Предупреждение о возможных комиссиях при переводах, предложение вклада при крупном остатке	Частота использования приложения (DAU/WAU), средний чек
Поддержка	Обращение в чат или контакт-центр, поиск информации о решении проблем	Обработка простых запросов ИИ-ассистентом, перевод сложных вопросов на оператора с сохранением контекста	Время ответа, доля запросов, решенных без участия оператора
Лояльность и удержание	Снижение активности, длительное отсутствие входов в приложение	Персональное предложение повышенного кэшбэка, напоминание о неиспользованных бонусах, опрос о причинах снижения активности	NPS, коэффициент оттока, LTV

Оценка эффективности внедрения динамической CJM опирается на комплекс метрик. Конверсия на каждом этапе показывает, какая доля пользователей успешно переходит от одного шага к следующему. Доля брошенных сценариев сигнализирует о проблемах в интерфейсе или неочевидных условиях. Частота использования цифровых каналов измеряется показателями DAU (ежедневная активная аудитория) и WAU (еженедельная аудитория). Доля запросов, решенных ИИ-ассистентом без привлечения оператора (Containment Rate), отражает эффективность автоматизации поддержки. Индекс удовлетворенности клиента (CSAT) и индекс потребительской лояльности (NPS) являются интегральными показателями качества сервиса [3]. Коэффициент оттока клиентов (Churn Rate) показывает, какой процент пользователей перестает пользоваться услугами банка за период. Пожизненная ценность клиента (LTV) позволяет оценить совокупную прибыль от клиента за все время взаимодействия.

Практическая значимость динамической CJM заключается в возможности перехода от массовых коммуникаций к индивидуальному подходу. В отличие от традиционных методов, где все клиенты получают одинаковые предложения, динамическая карта позволяет выявлять конкретные потребности каждого пользователя и предлагать релевантные продукты именно в тот момент, когда они наиболее востребованы. Это особенно важно в условиях высокой конкуренции на банковском рынке, где удержание клиента обходится значительно дешевле привлечения нового.

Таким образом, динамическая Customer Journey Map представляет собой переход к data-driven модели управления банковским бизнесом. Она позволяет персонализировать взаимодействие, своевременно устранять проблемы и повышать эффективность кросс-продаж. Развитие технологий машинного обучения и внедрение централизованных хранилищ данных создают предпосылки для того, чтобы в ближайшие годы динамическая CJM превратилась из конкурентного преимущества отдельных лидеров в общеотраслевой стандарт управления клиентским опытом.

Список использованных источников:

1. What is Customer Experience (CX): From Understanding to Implementation | LinkedIn [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.linkedin.com/pulse/what-customer-experience-cx-from-understanding-implementation-olf7f. — Дата доступа: 08.04.2026.

2. От офферов до документооборота: как Halyk внедряет ИИ – DigitalBusiness.kz [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://digitalbusiness.kz/2026-01-05/ot-offerov-do-dokumentooborota-kak-halyk-vnedryaet-ii/. — Дата доступа: 08.04.2026.

3. Беляцкая Т.Н Экономическое содержание и инновационный фактор развития электронных рынков / Т.Н. Беляцкая // Наука и инновации №12, 2021. - С.56-62

UDC 338.1

DYNAMIC CUSTOMER JOURNEY MAP AS A TOOL FOR IMPROVING CUSTOMER EXPERIENCE

Zhdanok M.A., student, group 473904

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Knyazkova V.S. – Ph.D. in Economics

Annotation. This article examines the evolution of approaches to customer experience management in the banking sector amid digital transformation. A comparative analysis of digital practices of Belarusian and foreign banks in the areas of personalization and the use of artificial intelligence technologies is conducted. A rationale for the transition from static customer journey maps to a dynamic model based on streaming data and behavioral triggers is provided. A universal structure for a dynamic customer journey map for the retail segment is proposed, including a data outline and key performance metrics.

Keywords. Customer experience, Customer Journey Map, artificial intelligence, banking marketing, behavioral analytics, digitalization, predictive technologies.

УДК 336.743:336.76

69. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ВАЛЮТ ЦЕНТРАЛЬНЫХ БАНКОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В НАЦИОНАЛЬНУЮ ФИНАНСОВУЮ СИСТЕМУ

Зубарь В.С., студент гр.473902, Матюх А.С., студент гр.473903

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Князькова В.С. – канд. экон. наук

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ моделей цифровых валют центральных банков (CBDC), реализованных в различных странах, с акцентом на архитектурные, технологические, институциональные особенности. Исследованы подходы к интеграции CBDC в платежную и банковскую инфраструктуру, механизмы безопасности и KYC/AML. Выявлены преимущества и ограничения различных моделей, их влияние на финансовую систему. На основе полученных результатов разработаны рекомендации по внедрению CBDC в Республике Беларусь и определены направления адаптации коммерческих банков к функционированию в условиях цифровой валюты.

Ключевые слова. Цифровая валюта центрального банка, финансовая система, платежная инфраструктура, двухуровневая модель, токеновая модель, финансовая инклюзия, распределенный реестр, кибербезопасность.

В условиях цифровизации финансовых систем и трансформации платёжной инфраструктуры центральные банки по всему миру активно разрабатывают и внедряют цифровые валюты (CBDC). Эти инструменты рассматриваются как средство повышения эффективности платежей, расширения финансовой инклюзии и усиления контроля над денежным обращением.

Для Республики Беларусь вопрос внедрения CBDC приобретает особую значимость в контексте модернизации национальной платёжной системы, снижения зависимости от внешних финансовых инфраструктур и развития цифровой экономики. При этом успешность внедрения цифровой валюты во многом зависит от выбора архитектурных, технологических и институциональных решений.

В связи с этим особую актуальность приобретает сравнительный анализ уже реализованных (или реализуемых) проектов CBDC (таких как e-CNY Китая, e-Naira Нигерии, Sand Dollar Багамских Островов, JAM-DEX Ямайки, e-Krona Швеции) с целью выявления наиболее эффективных подходов и возможных рисков [1].

Целью исследования является разработка рекомендаций по внедрению цифровой валюты центрального банка в Республике Беларусь, а также рекомендаций для коммерческих банков по взаимодействию с национальной цифровой валютой на основе сравнительного анализа существующих моделей CBDC.

Задачами исследования являются анализ архитектуры и принципов функционирования существующих проектов CBDC, особенностей их интеграции с банковской и платёжной инфраструктурой; оценка механизмов безопасности, KYC/AML и пользовательской инфраструктуры; выявление преимуществ и ограничений различных моделей CBDC; сравнительный анализ выбранных цифровых валют центральных банков; формулирование рекомендаций по внедрению национальной CBDC с учётом особенностей банковской системы Республики Беларусь; составление рекомендаций для коммерческих банков по взаимодействию с национальной цифровой валютой.

При проведении работы использовались такие методы научного исследования, как сравнительный анализ, системный подход, обобщение. Применялись анализ научных публикаций и официальных документов центральных банков, анализ статистических данных и аналитических отчётов, анализ официальных сайтов.

В ходе исследования осуществлён комплексный анализ пяти технологически развитых моделей CBDC разных стран (Багамских островов, Китая, Нигерии, Ямайки, Швеции) по шести пунктам: архитектура IT-инфраструктуры, интеграция с CBDC, платёжная инфраструктура, безопасность, механизмы KYC/AML, пользовательская инфраструктура.

На основе анализа была составлена сравнительная таблица моделей и выделены их основные преимущества и ограничения.

Проведённое исследование позволило сформулировать ряд результатов, отражающих текущее состояние цифровых валют центральных банков. Установлено, что внедрение CBDC в мировой практике преимущественно осуществляется на основе двухуровневой архитектурной модели, предполагающей разделение функций между центральным банком и финансовыми посредниками [2]. Такой подход обеспечивает баланс между централизованным контролем со стороны регулятора и сохранением роли коммерческих банков в обслуживании клиентов, что способствует устойчивости финансовой системы и снижает риски её дестабилизации. Сравнение моделей цифровых валют центральных банков разных стран представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение моделей цифровых валют центральных банков

Признак для сравнения	Sand Dollar	e-CNY	e-Naira	JAM-DEX	e-Krona
Тип архитектуры	Гибридная двухуровневая	Гибридная двухуровневая	Гибридная двухуровневая	Гибридная двухуровневая	Гибридная двухуровневая
Используемые технологии	DLT	Ограниченное использование DLT	DLT	Отсутствие DLT	DLT
Масштабируемость системы	Высокая (до нескольких тысяч TPS)	Высокая (до 10000 TPS)	Высокая (до 3500 TPS)	Ограниченная	Потенциально высокая (2000-5000 TPS)
Взаимодействие с центральным банком	Через авторизованных посредников	Через уполномоченных операторов	Через банковскую инфраструктуру и API	Через банки и платежных провайдеров	Через посредников
Поддержка цифровых кошельков	Кастодиальные кошельки	Кастодиальные и аппаратные кошельки	Кастодиальные кошельки	Кастодиальные кошельки	Онлайн-кошельки
Скорость транзакций	1–2 секунды	1 секунда	менее 1 секунды	1–2 секунды	1–5 секунд
Офлайн-платежи	Поддерживаются двусторонние офлайн-платежи	Поддерживаются	Ограничены (частичная поддержка через USSD)	Поддерживаются через аппаратные модули	Поддерживаются (через NFC и карты)
Поддержка разных типов платежей	P2P, P2B, микроплатежи, крупные транзакции, массовые выплаты	P2P, P2B, микроплатежи, ограниченная поддержка крупных транзакций, розничные платежи	P2P, ограниченная поддержка массовых выплат, розничные платежи, международные переводы	P2P, розничные платежи, государственные платежи, ограниченные международные переводы; отсутствие широких массовых выплат	P2P, POS-платежи
Криптографическая защита	Сквозное шифрование, цифровые подписи, многофакторная аутентификация	Шифрование, цифровые подписи, криптографическая аутентификация	Строгая аутентификация, криптография Hyperledger Fabric	Симметричная криптография (DSC3), hardware security modules	Цифровые подписи, сертификаты, счётчики, защита от replay-атак, Android KeyStore
KYC/AML	Многоуровневая модель, обязательная идентифика-ция через AFI	Многоуровневая модель, от номера телефона до полной идентификации	Многоуровневая модель, требование телефона, банковского счета, лимиты по операциям	Обязательная идентификация через банки или провайдеры	Реализуется посредниками
Интеграция с банковскими сервисами	Интеграция с банковскими счетами и ACH	«Слабая связь» с банковскими счетами	Тесная интеграция с банками	Конвертация средств	Интеграция через посредников

Кроме того, было выявлено, что архитектура CBDC может строиться на различных технологических принципах, включая централизованные, распределённые и гибридные модели. При этом наибольшее распространение получила гибридная архитектура, сочетающая преимущества централизованного управления и технологий распределённого реестра. Это позволяет одновременно обеспечить высокий уровень контроля, безопасности и прозрачности операций, а также повысить устойчивость и гибкость системы [3].

Также результатом исследования является определение влияния выбора модели функционирования CBDC на ключевые характеристики системы. Выявлено, что счётная модель обеспечивает более высокий уровень контроля и соответствия требованиям регулирования, в то время как токеновая модель способствует повышению конфиденциальности и автономности пользователей, однако сопряжена с дополнительными рисками.

Анализ международного опыта позволил выделить основные преимущества внедрения цифровых валют центральных банков. К ним относятся повышение скорости и доступности платежей, снижение транзакционных издержек, расширение финансовой инклюзии, усиление контроля за финансовыми потоками, возможность реализации офлайн-платежей. В то же время выявлены ограничения, включающие снижение уровня конфиденциальности пользователей, высокую степень централизации и потенциальное влияние на традиционную банковскую модель.

На основании полученных результатов сформулированы выводы: доказано, что универсальной модели внедрения CBDC не существует, а наиболее эффективный подход заключается в адаптации архитектурных решений с учётом национальной специфики. Для Республики Беларусь целесообразно использование двухуровневой модели с постепенной интеграцией цифровой валюты в существующую банковскую инфраструктуру.

Важным выводом является необходимость соблюдения баланса между контролем со стороны государства и обеспечением конфиденциальности пользователей. Избыточная централизация может негативно сказаться на доверии к системе, тогда как недостаточный контроль повышает риски финансовых злоупотреблений.

Практическая значимость исследования проявляется в разработке рекомендаций для коммерческих банков по интеграции в инфраструктуру CBDC. Банкам рекомендуется ориентироваться на участие в двухуровневой модели в качестве финансового посредника, что позволит сохранить ключевую роль в обслуживании клиентов и использовать существующую клиентскую базу.

Ключевым направлением является подготовка и модернизация ИТ-инфраструктуры, включающая обеспечение совместимости с решениями центрального банка, внедрение цифровых кошельков, развитие мобильных приложений и интеграцию с API регулятора. Наличие собственных цифровых сервисов позволит банкам не только адаптироваться к новым условиям, но и усилить свои конкурентные позиции.

Важным является уделение внимания расширению функциональности платёжных сервисов, включая внедрение офлайн-платежей и обеспечение высокой доступности операций. Это повысит устойчивость системы и позволит охватить более широкий круг пользователей, включая тех, кто имеет ограниченный доступ к интернету.

Учитывая риски дезинтермедиации рекомендуется разрабатывать меры по удержанию клиентской базы: создавать привлекательные депозитные продукты, интегрировать CBDC с традиционными банковскими услугами, развивать дополнительных сервисы, повышающие ценность банка как посредника.

Важным направлением является активное взаимодействие с регулятором, включая участие в пилотных проектах CBDC. Это позволит коммерческим банкам накопить практический опыт, повысить квалификацию персонала и своевременно адаптироваться к изменениям в финансовой системе.

Рекомендуется учитывать комплекс рисков, связанных с внедрением цифровой валюты. К числу ключевых относятся возможное снижение роли банка как посредника, отток депозитной базы, рост требований к ИТ-инфраструктуре и кибербезопасности, усиление регуляторной нагрузки.

Также следует развивать новые сервисы на базе CBDC, включающие мгновенные выплаты, интеграцию с корпоративными системами и государственными сервисами, а также внедрение аналитических инструментов для персонализации предложений. Это позволит банку сохранить конкурентоспособность и расширить источники дохода в условиях трансформации финансового рынка.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что внедрение CBDC представляет собой сложный, но стратегически значимый процесс, оказывающий трансформационное влияние на банковский сектор. При условии своевременной адаптации, модернизации инфраструктуры и развития цифровых сервисов коммерческие банки способны не только минимизировать потенциальные риски, но и занять лидирующие позиции в формирующейся экосистеме цифровых финансов Республики Беларусь.

Список использованных источников:

1. E-Naira Digital Currency and Financial Performance of Listed Deposit Money Banks in Nigeria / O. Fabian [et al.] // International Journal of Trend in Scientific Research and Development, 2022. – P. 222-229.

2. Central bank digital currencies and state capitalism in China: The institutional hybridity of the E-CNY / L. Chen // Geoforum, 2026. – P. 222-229.

3. Беляцкая Т.Н Экономическое содержание и инновационный фактор развития электронных рынков / Т.Н. Беляцкая // Наука и инновации №12, 2021. - С.56-62

UDC 336.743:336.76

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIGITAL CURRENCIES OF CENTRAL BANKS AND THE POSSIBILITIES OF THEIR IMPLEMENTATION INTO THE NATIONAL FINANCIAL SYSTEM

Zubar U.S., Matiukh A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Knyazkova V.S. – Ph.D. in Economics

Annotation. This article presents a comparative analysis of central bank digital currency (CBDC) models implemented in various countries, focusing on their architectural, technological, and institutional features. Approaches to integrating CBDCs into payment and banking infrastructures, security mechanisms, and KYC/AML are explored. The advantages and limitations of various models and their impact on the financial system are identified. Based on the results, recommendations for implementing CBDCs in the Republic of Belarus are developed and areas for commercial banks to adapt to the digital currency environment are identified.

Keywords. Central bank digital currency, financial system, payment infrastructure, two-tier model, token model, financial inclusion, distributed ledger, cybersecurity.

70. БАНКОВСКИЕ КРИПТОСЕРВИСЫ: МИРОВОЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Каменков В.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Князькова В.С, канд. экон. наук

Проведен анализ банковских криптосервисов как перспективного направления развития финансового сектора. Рассмотрен мировой опыт внедрения криптосервисов в США, ЕС, Швейцарии, Сингапуре и ОАЭ. Проанализирована правовая база Республики Беларусь, включая Декрет №8 и Указ №19 (2026) о криптобанках. Обоснована целесообразность поэтапного внедрения криптосервисов в отечественных банках с опорой на образовательный контур, партнёрское взаимодействие и корпоративное сопровождение.

Банковские криптосервисы представляют совокупность услуг, при которых традиционные банки работают с криптовалютами и цифровыми активами: покупка и продажа криптовалют через банковские каналы, хранение цифровых активов (кастодиальные услуги), интеграция блокчейн-платежей и криптопереводов, токенизация активов, обмен фиата на криптовалюту и сопровождение операций в рамках процедур AML/KYC [1]. Актуальность темы обусловлена ростом интереса клиентов к цифровым активам: в Беларуси около 3,7% жителей уже владеют криптовалютой, а более 50% респондентов предпочитают приобретать криптовалюты через банк, а не самостоятельно управлять кошельками.

Целью исследования является анализ особенностей банковских криптосервисов, оценка имеющихся на рынке решений и разработка рекомендаций по внедрению таких сервисов в Республике Беларусь. Использованы методы контент-анализа официальных источников, сравнительного анализа зарубежных моделей, анализа нормативных документов и статистических данных.

Анализ зарубежного опыта позволил выделить три базовые модели банковских криптосервисов: прямую (инхаус), партнёрскую и гибридную. Наиболее развитые решения представлены в Швейцарии, США, Сингапуре и ОАЭ, где акцент сделан на комплаенс, кастодию и интеграцию сервисов в банковские продукты. Швейцарский PostFinance насчитывает более 36 тыс. криптопортфелей и 565 тыс. криптосделок; банки-криптодепозитарии Sygnum и SEBA хранят активы клиентов на сумму более 1 млрд долл. США, а банк DBS (Сингапур) в первом полугодии 2025 года заключил сделки с крипто-структурными продуктами на сумму свыше 1 млрд долл. США. Сравнительный анализ показывает, что выбор модели определяется уровнем регуляторной зрелости, стратегией банка, его технологическими возможностями и целевой аудиторией.

В Республике Беларусь сформирована первичная правовая база в отношении операций с криптовалютой. Декрет №8 (2017) о цифровой экономике предоставил резидентам Парка высоких технологий (ПВТ) право на майнинг, обмен и хранение токенов. Указ №19 от 16 января 2026 года официально ввёл понятие «криптобанк» – акционерное общество, которому предоставлено право совмещать деятельность с использованием цифровых знаков (токенов) с совершением банковских, платежных и иных связанных с ними финансовых операций. По различным оценкам, от 150 до 400 тыс. жителей Беларуси имеют опыт взаимодействия с криптовалютами, а совокупный экспорт IT-услуг из страны в 2023 году превысил 2,5 млрд долл. США.

На основе проведённого анализа для белорусских банков обоснована поэтапная гибридно-партнёрская модель входа в сегмент криптосервисов, включающая пять последовательных шагов: подготовительный и аналитический этап (юридический и регуляторный анализ, карта рисков, оценка спроса); образовательный и информационный раздел (базовые понятия, сценарии использования, предупреждения о рисках); партнёрский обменный сервис (покупка/продажа криптовалют через лицензированного партнёра с конвертацией фиат ↔ криптовалюта); корпоративное криптосопровождение (мониторинг контрагентов, отчёты для комплаенса, трансграничные расчёты); на пятом этапе – развитие токенизированных банковских продуктов. Приоритетными целевыми сегментами являются резиденты ПВТ и IT-экспортные компании, как наиболее зрелые с точки зрения правовой готовности пользователи, а также состоятельные частные клиенты premium-сегмента.

Таким образом, наиболее обоснованной для белорусских банков является поэтапная модель внедрения криптосервисов с опорой на образовательный контур, партнёрское взаимодействие и корпоративное сопровождение. Данный путь является реалистичным, безопасным и соответствующим как международным тенденциям, так и белорусской правовой и рыночной среде. Предложенный подход позволит банкам-лидерам занять нишу одних из первых крупных финансовых институтов страны, предлагающих регулируемый доступ к криптосервисам, укрепить их цифровой имидж и сформировать новые комиссионные доходы при сохранении управляемости рисков.

Список использованных источников:
1. Насонова, И. В. Передовые финансовые инструменты / И.В. Насонова //Главный экономист -2022.- № 2 (148). - С. 31-34.

71. ЭВОЛЮЦИЯ БАНКОВСКИХ АССИСТЕНТОВ: ОТ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ К ПЕРСОНАЛЬНЫМ ФИНАНСОВЫМ КОНСУЛЬТАНТАМ

Лагутинова О.А., Федорович А.Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Князькова В.С, канд. экон. наук

Рассматривается влияние технологий искусственного интеллекта и цифровых ассистентов на персонализацию банковского обслуживания. Проанализирована эволюция функционала виртуальных помощников от простых справочных систем до проактивных финансовых консультантов. Выявлены экономические эффекты внедрения персонализации, включая рост лояльности клиентов и оптимизацию операционных издержек. Особое внимание уделено трансформации банковских экосистем в условиях цифровизации.

Современный финансовый сектор переходит от продуктовой конкуренции к борьбе за качество клиентского сервиса [1]. Традиционная сегментация уступает место гиперперсонализации — формированию уникального предложения для каждого пользователя. Технологическую основу этой трансформации составляют интеллектуальные ассистенты на базе искусственного интеллекта, способные обрабатывать естественный язык, анализировать транзакционную историю и предоставлять персонализированные рекомендации. Эволюция таких помощников прошла путь от простых справочных систем до проактивных консультантов, прогнозирующих потребности клиента и формирующих предложения, соответствующие его финансовым целям.

Потребительские ожидания демонстрируют, что свыше 70% клиентов рассчитывают на индивидуальный подход, при этом персонализированная коммуникация становится решающим фактором завоевания внимания к бренду. В банковской сфере это выражается в предпочтении сервисов самообслуживания прямому контакту с оператором. Подобные ожидания стимулируют трансформацию банковских экосистем через интеграцию финансовых и нефинансовых сервисов в единую цифровую среду, которая создаёт основу для роста долгосрочной клиентской лояльности [2].

Мировой опыт демонстрирует эффективность такого подхода. Виртуальный ассистент Erica, запущенный Bank of America в 2018 году, к середине 2025 года превысил 3 миллиарда клиентских взаимодействий при ежемесячном объёме свыше 58 миллионов обращений. Система анализирует расходы для персонального кэшбэка, прогнозирует остатки и консультирует по инвестиционным вопросам [3]. Более 98% пользователей решают задачи без обращения в службу поддержки [4]. Российский рынок также осваивает технологии персонализации: Сбербанк на базе нейросетевой модели GigaChat внедрил интеллектуальные пуш-уведомления, адаптированные под индивидуальные особенности клиентов, что обеспечило рост отклика и повышение вовлечённости аудитории.

Персонализация одновременно оптимизирует текущие операционные процессы и создаёт новые источники дохода за счёт перекрёстных продаж и углубления взаимоотношений с клиентом. Экономические выгоды очевидны: автоматизация снижает нагрузку на колл-центры и операционные расходы, персонализированные кампании повышают рентабельность инвестиций, а искусственный интеллект показывает высокую эффективность в работе с просроченной задолженностью при меньших издержках [5]. Интеллектуальные ассистенты, обладая способностью анализировать поведенческие данные в режиме реального времени, предлагают продукты и услуги именно в тот момент, когда клиент наиболее склонен к их приобретению. Это превращает банковское обслуживание из реактивного в проактивное, существенно повышая конверсию предложений и пожизненную ценность клиента.

Интеллектуальные ассистенты перешли из разряда экспериментальных разработок в статус обязательного структурного элемента архитектуры современного банковского дела. Персонализация, реализуемая посредством ИИ-помощников, формирует у клиента устойчивое ощущение индивидуального внимания и заботы. Именно это побуждает пользователя рекомендовать его услуги другим. Финансовые институты, своевременно инвестирующие в развитие персонализированных сервисов и формирование целостных цифровых экосистем, получают стратегическое преимущество, выражающееся как в количественном росте клиентской базы, так и в качественном укреплении рыночных позиций. В перспективе именно способность банка выстроить персональный диалог с клиентом станет главным критерием, отделяющим лидеров цифровой эпохи от аутсайдеров отрасли.

Список использованных источников:

1. Натальсон, А. В. Влияние искусственного интеллекта на банковскую систему / А. В. Натальсон // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – № 4, ч. 3. – С. 163–170.

2. Гербст, Ю. В. Современные тенденции в развитии банковских услуг: цифровизация и персонализация / Ю. В. Гербст, М. А. Коробкина // Молодой ученый. – 2024. – № 48 (547). – С. 68–70.

3. Балаян, В. С. Развитие искусственного интеллекта в банковской сфере: возможности и вызовы / В. С. Балаян // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – № 4-1. – С. 39–44.

4. Ниязбекова, Ш. У. Цифровые экосистемы банков: новые формы взаимодействия с клиентами / Ш. У. Ниязбекова // Экономика и управление. – 2025. – № 4. – С. 1035–1042.

5. Насонова, И. В. Переход к цифровой экономике: перспективы и риски. /И.В. Насонова//Гермес -2022.- № 5 - С. 34-37.

72. ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В БАНКАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: АНАЛИЗ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Антипенко У.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н., доктор экон. наук

Цифровая трансформация банковской сферы требует переосмысления управления человеческими ресурсами (HRM) и систем обучения (LMS). В статье анализируется роль Financial LLM в оптимизации рекрутинга, персонализации обучения и интеграции в бизнес-процессы. На основе кейсов ЮMoney, ОТП Банка и JPMorgan показана эффективность: сокращение времени скрининга на 60–70%, ускорение найма в 2 раза. Исследован уровень цифровизации белорусских банков («Альфа Банк», «Приорбанк», «СберБанк» и др.). Выявлена технологическая готовность к LLM-интеграции для повышения HR/LMS эффективности на 60–90%. Предложены рекомендации по пилотным проектам FinLLM.

Цифровая трансформация представляет собой качественное улучшение производственных и бизнес-процессов за счет внедрения инноваций и адаптации моделей к цифровой экономике. Основные ценности здесь — информация и знания, носителем которых является человек, определяя новую роль человеческого капитала. Несмотря на автоматизацию, интуиция и навыки сотрудников остаются ключевыми для успеха цифрового предприятия. Традиционные HRM трансформируются в управление талантами, обучением и развитием.

Управление человеческими ресурсами (HRM) — основа успеха организации, акцентируя качества, опыт и уникальность личности для максимизации производительности. Цифровизация меняет роль HR: подразделение становится стратегическим, участвует в управлении компанией, предлагает кадровые решения и оценивает управленческие решения.

Во-первых, HR фокусируется на управлении знаниями, создавая условия для их обмена. Во-вторых, становится агентом изменений, трансформируя поведение сотрудников. Появляются подразделения по талантам и цифровым стратегиям с интеграцией HRM в бизнес-процессы. В цифровизации HR обновляет технологии, разрабатывает стратегии и подбирает специалистов.

В банковской сфере HRM — сложная система оптимизации функций и задач. Системы управления обучением (LMS) организуют курсы, отслеживают прогресс и оценивают усвоение. LMS ключевы для банков из-за регуляций, сложности продуктов и нужды в квалификации: используются для onboarding, развития компетенций и индивидуальных траекторий.

Искусственный интеллект и большие языковые модели (LLM) — приоритет цифровизации. LLM понимают и генерируют текст, обучаясь на огромных данных. Financial LLM (FinLLM), как BloombergGPT, адаптированы к финансам: понимают жаргон, таблицы, регуляции. Они генерируют отчеты, объяснения портфелей, оптимизируют HRM (анализ резюме) и LMS (персонализированные курсы).

Банки ближнего зарубежья уже успешно интегрируют LLM в свою деятельность. ЮMoney с Gemma-3 сократили скрининг на 60–70%, сроки вакансий в 2 раза; ОТП Банк ускорил поиск до минут; JPMorgan улучшил обучение и HR-решения. LLM суммируют звонки в контакт-центрах, повышая производительность на 90%.

Были проанализированы банки Республики Беларусь и ближнего зарубежья для анализа их уровня цифровизации и готовности ввода LLM в их процессы.

Альфа Банк демонстрирует высший уровень цифровизации в Беларуси. Мобильное приложение InSync революционизировало клиентский опыт: полная дистанционная идентификация через межбанковскую систему, открытие счетов и доставка карт без визита в отделение. Корпоративный сегмент оснащен мобильным бизнес-банком без ЭЦП — платежи, выплаты зарплат, управление счетами в реальном времени. Банк регулярно получает международные награды за digital-банкинг.

Приорбанк выделяется инновациями биометрии и бесконтактных технологий. Голосовая идентификация в контакт-центре и HCE (Host Card Emulation) позволяют смартфону эмулировать карту через NFC, храня данные в облаке. Это обеспечивает безопасность платежей и доступ в защищенные зоны без физических носителей. Полный спектр операций доступен через интернет-банк и мобильное приложение.

СберБанк трансформировался в технологическую экосистему мирового уровня. Цифровая платформа объединяет платежи, кредиты, инвестиции и нефинансовые сервисы (страхование, маркетплейсы). ИИ и big data персонализируют предложения, предиктивная аналитика прогнозирует поведение клиентов. Масштабная инфраструктура ИИ делает банк идеальным кандидатом для LLM-интеграции в HRM.

Т-Банк построил полностью дистанционную модель с суперприложением. Алгоритмы машинного обучения анализируют поведение для персонализированных кредитов и инвестиций. Корпоративная платформа интегрирует эквайринг, бухгалтерию, налоговую отчетность и маркетплейсы. Онлайн-подписание документов и доставка карт завершают цифровой клиентский путь.

БелВЭБ активно развивает цифровые каналы. UP Online и BusinessHub обеспечивают мгновенные платежи, QR-коды и корпоративные решения. Удаленная идентификация упрощает онбординг, инфокиоски — самообслуживание. Банк готов к LLM для автоматизации корпоративного обучения и рекрутинга.

Белинвестбанк существенно отстает. Мобильное приложение поддерживает базовые операции с картами, но UX не соответствует современным стандартам. Банк полагается на партнеров (Oplati и др.), не предлагая уникальных решений. Среди молодежи наблюдается отток к конкурентам несмотря на бесплатное обслуживание.

Банковская среда Беларуси демонстрирует высокую технологическую зрелость, создавая прочную основу для интеграции Financial LLM в ключевые бизнес-процессы. Развитая цифровая инфраструктура лидеров (Альфа Банк, СберБанк, Т-Банк) — ИИ-экосистемы, big data платформы, API-интеграции и облачные решения — обеспечивает техническую совместимость с LLM-технологиями.

С учётом полученных результатов можно сформулировать следующие практические рекомендации для банков Республики Беларусь.

Прежде всего, целесообразно реализовать пилотные проекты внедрения LLM в наиболее стандартизированных и менее критичных процессах, таких как обработка типовых HR-запросов, генерация текстов вакансий и создание обучающих материалов. Это позволит оценить эффективность технологии и определить оптимальные сценарии её использования.

Далее необходимо обеспечить интеграцию LLM с существующими HRM- и LMS-системами. Особое внимание следует уделить вопросам качества данных, их структурированности и доступности, поскольку эффективность работы LLM напрямую зависит от этих факторов. Также важно предусмотреть механизмы контроля и валидации результатов, генерируемых моделями.

Важным направлением является развитие HR-аналитики [6]. Использование LLM в сочетании с инструментами анализа данных позволит перейти от описательной аналитики к предиктивной и рекомендательной, что существенно повысит качество управленческих решений. В частности, это может включать прогнозирование текучести кадров, анализ вовлечённости сотрудников и формирование индивидуальных траекторий развития.

Отдельное внимание следует уделить вопросам информационной безопасности и соответствия нормативным требованиям. В условиях банковской деятельности защита данных является критически важным фактором, поэтому внедрение LLM должно осуществляться с использованием защищённых инфраструктур и с учётом требований регуляторов.

Кроме того, необходимо инвестировать в развитие цифровых компетенций сотрудников. Обучение работе с LLM, основам взаимодействия с ИИ и пониманию их возможностей и ограничений должно стать частью корпоративной образовательной стратегии. Это позволит не только повысить эффективность использования технологий, но и снизить сопротивление изменениям.

Наконец, внедрение LLM должно рассматриваться как часть общей стратегии цифровой трансформации банка. Только при условии системного подхода, интеграции с бизнес-процессами и ориентации на создание ценности для организации возможно достижение устойчивого эффекта от использования данных технологий.

Результаты исследования подтверждают, что интеграция больших языковых моделей в HRM и LMS системы банков является перспективным направлением развития, способным обеспечить повышение эффективности управления персоналом, улучшение качества обучения и усиление конкурентных позиций банков в условиях цифровой экономики.

Список использованных источников:

1. Не промптингом единым: обучение AI-навыкам в Альфа-Банке [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://kkts.ai/events/ze-promptingom-edinsm-obucenie-ai-navskam-v-ylhfa-eanke – Дата доступа: 09.03.2026.

2.Как внедрить ИИ в работу сотрудников и не сломать процессы [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://secrets.tbank.ru/blogi-kompanij/vnedrit-ii-v-rabotu-sotrudnikov/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F – Дата дотупа: 09.03.2026.

3. Назаров, Д.М., Бегичева С.В. Применение больших языковых моделей в образовательном процессе / Д.М. Назаров, С.В. Бегичева // Бизнес. Образование. Право. – 2024. – № 3. – С. 430−436.

4. Назаров Д.М. LLM-модели в экономике и менеджменте: новые подходы к анализу данных / Д.М. Назаров // Экономический анализ: теория и практика. – 2025. – №1. – С. 44-57.

5. Снегирева Л.В. Возможности электронного обучения в реализации практико-ориентированного подхода в высшем профессиональном образовании / Л.В. Снегирева // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2021. – №3. – С. 260-263.

6. Князькова, В.С. Направления использования инструментария Big Data на рынке образовательных услуг / В.С. Князькова // BIG DATA и анализ высокого уровня = BIG DATA and Advanced Analytics : сб. науч. ст. X Междунар. науч.-практ. конф. (Республика Беларусь, Минск, 13 марта 2024 года). В 2 ч. Ч. 1 / редкол. : В. А. Богуш [и др.]. - Минск : БГУИР, 2024. - 492 с. - С. 219-222.

73. КАРТА ПУТИ КЛИЕНТА: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ В БАНКАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «БАНК БЕЛВЭБ»)

Лобачевская М.В., Поддубная Е.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н., доктор экон. наук

Оценён клиентский опыт оформления потребительского кредита в ОАО «Банк БелВЭБ». Методами «тайный покупатель», анализа отзывов и сравнения с конкурентами (Альфа-Банк, Приор Банк, Белинвестбанк, МТБанк) выявлены проблемные зоны. Разработаны рекомендации по улучшению этапов кредитования и предложен новый продукт — овердрафтная карта «BelVEB Woman» с льготным периодом и гибким кэшбэком.

Актуальность использования инструментария «карта пути клиента» («Customer Journey Map», CJM) обусловлена усилением конкуренции и высокими требованиями клиентов к удобству, скорости и прозрачности банковских продуктов [1]. Применение CJM к процессу потребительского кредитования позволяет выявить проблемные зоны на всех этапах взаимодействия и повысить качество обслуживания [2]. Проведем оценку клиентского опыта в сравнении с конкурентами на примере ОАО «Банк БелВЭБ».

В рамках проведенного исследования получен ряд значимых выводов и практических разработок. На основе статистических данных Национального банка построен портрет типичного заемщика — женщины 26–45 лет, которые составляют большинство клиентов и демонстрируют лучшую платежную дисциплину. Анализ рекламных политик показал, что реклама БелВЭБ, использующая digital-дисплеи, наружную рекламу и рекламные игры, уступает конкурентам по креативности: Альфа-Банк и МТБанк активно применяют амбассадоров, геймификацию и вирусный контент. Процесс потребительского кредитования был разбит на три макроэтапа («Информирование и выбор», «Оформление сделки», «Пост-обслуживание»). Каждый этап изучен с помощью разнообразных методов: анализ сайтов, «тайный покупатель», изучение отзывов на Myfin, сравнительный анализ условий. На основе собранных данных созданы CJM для БелВЭБ и каждого банка-конкурента, визуализирующие точки касания, действия, эмоции и барьеры клиентов [3], [4].

Сравнительный анализ показал, что БелВЭБ лидирует по максимальной сумме кредита (100 000 BYN) и сроку (до 7 лет), но уступает в цифровом сервисе и прозрачности условий. Выявлен разрыв между рекламными обещаниями и реальными условиями для трехлетнего кредита. Анализ отзывов зафиксировал самую низкую оценку среди конкурентов — 2,3 звезды из 5, основные претензии связаны с несоразмерными штрафами.

На основе анализа сформулированы практические рекомендации по улучшению кредитного обслуживания. Завершающим итогом стала разработка овердрафтной карты «BelVEB Woman», приуроченной к Году белорусской женщины. Карта ориентирована на женские потребности, предлагает кредитный лимит до 10 000 BYN, ставку 15,9%, льготный период до 60 дней, гибкий кэшбэк до 10% с выбором трех категорий из восьми (красота, здоровье, дети, образование, дом, спорт, цветы, кафе), а также прозрачную штрафную политику

Проведенное исследование позволило выявить ключевые проблемы и точки роста в процессе потребительского кредитования БелВЭБ на фоне банков-конкурентов. Основные недостатки сконцентрированы в трех зонах. Во-первых, это рассогласование между рекламными обещаниями и реальными условиями кредитования, что подрывает доверие клиентов еще на старте взаимодействия. Во-вторых, отсутствие полноценной онлайн-заявки с предварительным решением, что вынуждает клиента тратить время на личный визит без понимания своих шансов. В-третьих, непрозрачная и несоразмерная штрафная политика — именно эта проблема генерирует основной поток негативных отзывов и формирует у клиентов устойчивое ощущение несправедливости.

На основе проведенного анализа сформулированы следующие рекомендации для БелВЭБ. На этапе информирования необходимо устранить разрыв между рекламными обещаниями и реальными условиями, указывая для трехлетнего кредита ставку 18,49%, а также создать отдельную страницу с калькулятором и информацией о штрафах. На этапе оформления — доработать онлайн-формы, добавив поля для суммы, срока и занятости, и устранить технические сбои. На этапе пост-обслуживания — пересмотреть штрафную политику: ввести льготный период 1–3 дня без штрафов, ограничить пеню 5% от суммы просрочки и настроить обязательные напоминания о платежах.

Список использованных источников:

1. Капустина, Л. М. Карта пути клиента как инструмент формирования положительного потребительского опыта / Л. М. Капустина, А. С. Миколенко // Деловой вестник предпринимателя. – 2023. – № 3 (13). – С. 9–11.

2. Nugraha, A. P. Customer journey mapping: understanding consumer behavior digitally / A. P. Nugraha, Mulyadi, S. Suriani // Journal of Management (или точное название журнала — в файле не указано). – 2023. – С. 1–10.

3. Зачем нужна customer journey map и как её правильно построить // Яндекс Практикум. – 2023. – 24 января. – С. 1–5.

4. Беляцкая, Т. Н. Управление электронной экономикой / Т. Н. Беляцкая // Наука и инновации. - 2018. - № 5. - С. 49-55.

74. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ: АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «БАНК БЕЛВЭБ»)

Бабичева А.А., Белицкая П.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н., доктор экон. наук

Рассматриваются особенности применения цифровых двойников в банковском секторе на основе технологий искусственного интеллекта и больших данных. Проведен сравнительный анализ практики внедрения в белорусских, российских и зарубежных банках. Выявлены ключевые проблемы и перспективы развития. Разработаны рекомендации по внедрению цифровых двойников в ОАО «Банк БелВЭБ» с целью повышения эффективности управления и качества обслуживания клиентов.

Современный банковский сектор находится в условиях интенсивной цифровой трансформации, сопровождающейся ростом объемов данных, усложнением клиентского поведения и усилением конкуренции [1]. Традиционные методы анализа и управления постепенно теряют эффективность, уступая место интеллектуальным технологиям, основанным на обработке больших данных. Особую роль в этих условиях играют технологии искусственного интеллекта и машинного обучения, позволяющие автоматизировать принятие решений, выявлять скрытые закономерности и прогнозировать поведение клиентов [2]. Одним из наиболее перспективных направлений их применения являются цифровые двойники – виртуальные модели, позволяющие в режиме, приближенном к реальному времени, анализировать и прогнозировать поведение клиентов и банковских процессов [3]. Актуальность исследования обусловлена необходимостью адаптации международного опыта внедрения искусственного интеллекта и цифровых двойников к условиям банков Республики Беларусь, включая ОАО «Банк БелВЭБ», с целью повышения эффективности управления, качества обслуживания и конкурентоспособности.

Целью работы является комплексное исследование цифровых двойников в банковском секторе, включая анализ применения интеллектуальных технологий и изучение мирового опыта их внедрения, а также разработка практических рекомендаций по использованию цифровых двойников в деятельности ОАО «Банк БелВЭБ».

Для достижения поставленной цели в работе поставлены задачи:

1) изучение теоретико-методологических основ использования цифровых двойников в банковском секторе;

2) проведение сравнительного анализа практики применения цифровых двойников в белорусских, российских и зарубежных банках,

3) разработка рекомендаций и программы внедрения технологий цифровых двойников для ОАО «Банк БелВЭБ».

В процессе исследования использованы методы теоретического анализа, сравнительного анализа, структурного анализа и анализа статистических и аналитических данных. Теоретический анализ позволил систематизировать подходы к определению искусственного интеллекта и цифровых двойников, сравнительный анализ – сопоставить уровень внедрения технологий в различных банковских системах, структурный анализ – классифицировать виды цифровых двойников и направления их применения, а анализ данных – обосновать выводы на основе фактической информации. Эмпирическая база исследования включала аналитические материалы, отчеты банков и данные открытых источников.

В ходе исследования установлено, что цифровые двойники в банковской сфере представляют собой комплекс взаимосвязанных моделей, включающих цифровой двойник клиента, ориентированный на прогнозирование поведения и оттока, цифровой двойник транзакционного поведения, используемый в антифрод-системах, цифровой двойник процессов обслуживания, направленный на оптимизацию внутренних операций, и цифровой двойник потребностей клиента, обеспечивающий персонализацию услуг [4]. Определено, что ключевым фактором эффективности цифровых двойников является качество и полнота данных, включая транзакционные, поведенческие, демографические и операционные данные. Проведенный сравнительный анализ показал, что белорусские и российские банки находятся на среднем уровне внедрения технологий искусственного интеллекта, тогда как зарубежные банки демонстрируют более высокий уровень интеграции. Наибольший разрыв наблюдается в области персонализации и кредитного скоринга, тогда как антифрод-системы развиты более равномерно [5]. Установлено, что зарубежные банки активно используют генеративный искусственный интеллект, модели машинного обучения, проактивную персонализацию и интеграцию интеллектуальных решений во все бизнес-процессы.

Вместе с тем выявлены основные проблемы внедрения технологий искусственного интеллекта, к которым относятся низкое качество и разрозненность данных, сложности интеграции с существующими

информационными системами, регуляторные ограничения, необходимость обеспечения прозрачности моделей, дефицит квалифицированных специалистов и значительные затраты на внедрение.

По результатам сравнительного анализа установлено, что ОАО «БелВЭБ» занимает среднее положение среди белорусских и российских банков (3,25 балла) по совокупности критериев внедрения технологий искусственного интеллекта (персонализация, антифрод, скоринг, цифровые сервисы), находясь на одном уровне с Приорбанком и уступая Сберу и Альфа-Банку, демонстрирующим более высокую степень интеграции технологий искусственного интеллекта. Сильными сторонами БелВЭБ являются развитые антифрод-системы, автоматизация отдельных процессов кредитного скоринга и наличие цифровых сервисов, включая базовые чат-боты. Вместе с тем выявлены ограничения, связанные с недостаточной глубиной персонализации, ограниченным использованием продвинутых моделей машинного обучения и слабой интеграцией интеллектуальных решений в клиентские сценарии и цифровые каналы. Это позволяет охарактеризовать текущий уровень банка как этап частично продвинутой цифровизации, при котором сформирована технологическая база, но не реализован потенциал комплексного использования данных.

Анализ зарубежной практики показал, что ключевое отличие ведущих банков заключается не столько в наличии отдельных технологий, сколько в их сквозной интеграции в бизнес-процессы и переходе к проактивной модели управления на основе данных. В этой связи для ОАО «БелВЭБ» целесообразно внедрение решений, обладающих высокой прикладной значимостью и адаптируемостью: виртуальные консультанты и интеллектуальные чат-боты с расширенным функционалом, поддержка клиентов через мобильные приложения, сайты и мессенджеры, системы прогнозирования поведения клиентов (в том числе оттока), персонализированные рекомендации, интеллектуальные ассистенты для сотрудников, а также использование моделей машинного обучения в кредитном скоринге и антифрод-системах [6]. Данные направления позволяют обеспечить постепенный переход к более высокому уровню цифровой зрелости без необходимости одномоментной трансформации всей ИТ-инфраструктуры.

С учётом структуры цифровых двойников определено, что ключевым условием их эффективного функционирования является формирование расширенной и интегрированной базы данных. В этой связи ОАО «БелВЭБ» рекомендуется развивать использование следующих категорий данных: демографические характеристики клиентов, транзакционная история, данные цифровых каналов (поведение в мобильных приложениях и интернет-банке), поведенческие паттерны, данные контакт-центра, информация о жизненных событиях клиентов, а также сведения о мошеннических операциях и аномалиях. Комплексное использование данных источников позволит формировать цифровые двойники клиентов, транзакций и процессов, обеспечивая более точное прогнозирование и повышение качества управленческих решений.

В методологическом аспекте следует подчеркнуть, что развитие цифровых двойников требует перехода от фрагментарного анализа данных к построению единой аналитической среды, в которой данные выступают не вспомогательным ресурсом, а ключевым фактором формирования бизнес-ценности. В этом контексте конкурентоспособность банка определяется не столько уровнем внедрения отдельных технологий, сколько способностью интегрировать их в единую систему принятия решений.

Реализация предложенных направлений позволит ОАО «БелВЭБ» перейти от частичной автоматизации процессов к системной модели управления на основе данных, сократить технологический разрыв с ведущими зарубежными банками и обеспечить устойчивое повышение операционной эффективности, качества клиентского обслуживания и уровня цифрового развития.

Список использованных источников:

1. Бурганова, А. Р. Цифровой двойник потребителя: преобразование клиентского опыта с помощью искусственного интеллекта / А. Р. Бурганова // SciUp.org. – 2025. – № 2. – Режим доступа: https://sciup.org/cifrovoj-dvojnik-potrebiteljapreobrazovanie-klientskogo-opyta-s-pomoshhju-143184601.

2. Цифровые двойники для принятия решений // Secrets.TBank.ru. – Режим доступа: https://secrets.tbank.ru/blogi-kompanij/cifrovye-dvojniki-dlya-prinyatiya-reshenij/.

3. HSBC appoints first chief AI officer as it seeks cost cuts // Reuters. – Режим доступа: https://www.reuters.com/business/finance/hsbc-appoints-david-rice-first-chief-ai-officer-2026-03-23/.

4. Сбербанк, МТС и операторы связи развивают антифрод-платформу для защиты от телефонных мошенников / ПАО «Сбербанк». – Режим доступа: https://www.sberbank.ru/ru/sberpress/all/article?newsID=79a52afd-e493-4f0a-8c37-7b2bd0b645cb&blockID=1303&regionID=77&lang=ru&type=NEWS.

5. Будущее наступило: IT-гуру Альфы рассказали, что уже делает искусственный интеллект для клиентов / ЗАО «Альфа-Банк». – Режим доступа: https://www.alfabank.by/about/articles/dvizhukha/budushchee-nastupilo-it-guru-alfy-rasskazali-chto-uzhe-delaet-iskusstvennyy-intellekt-dlya-klientov/.

6. Беляцкая, Т. Н. Управление электронной экономикой / Т. Н. Беляцкая // Наука и инновации. - 2018. - № 5. - С. 49-55.

75. КРИПТОСЕРВИСЫ ДЛЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА: НАПРАВЛЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Жукова Е.К., Пархимович А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н., доктор экон. наук

Рассмотрены возможности использования криптосервисов ведущих международных платформ (Coinbase, Kraken, Bitpanda, CoinGate и др.) для малого и среднего бизнеса (МСБ) Республики Беларусь. Проанализированы проблемы МСБ в доступе к финансированию, ликвидности и трансграничных платежах. Предложены практические рекомендации по внедрению крипто-депозитов, Earn-продуктов, мультивалютных счетов и сервисов криптовыплат.

Для эффективного выбора криптосервисов важно понимать, какие решения предлагают ведущие платформы в разных регионах мира. В таблице ниже представлен сравнительный анализ ключевых криптосервисов в США, Европейском Союзе и Индии с акцентом на их основные услуги и функции, ориентированные на бизнес (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ криптосервисов в различных регионах

Регион/ страна	Плат-форма	Основные услуги и функции
США	Coinbase Business	*Advanced Trading & Custody:* доступ к ликвидности и застрахованное хранение активов. *Payouts:* массовые выплаты в стейблкоинах. *API-интеграция*: автоматизация платежей и отчётности. *Token Manager*: управление токенами, vesting, lock-up. *Стейкинг и партнёрства с банками.*
	Kraken	*Kraken Embed*: встроенная покупка и продажа криптовалюты в приложение или на сайте компании под собственным брендом. *OTC-деск:* крупные сделки без влияния на рыночную цену. *Kraken Prime:* институциональная платформа с банковским уровнем хранения активов и круглосуточной службой поддержки. *Easy Earn*: программа еженедельных вознаграждений.
ЕС	Bitpanda	*Cash Plus*: размещение свободных средств с доходностью выше банковских депозитов и мгновенным выводом. *Earn*: автоматический стейкинг и вознаграждения на стейблкоинах еженедельно. *Savings Plan*: автоматические регулярные инвестиции (DCA). *Affiliate Programme*: партнёрская программа, позволяющая бизнесу зарабатывать комиссию за привлечение новых клиентов.
	CoinGate	*Checkout Integration & Billing*: приём платежей и крипто-инвойсы с авто-конвертацией в фиат или стейблкоины. *Crypto Payouts*: выплаты в криптовалюте глобально, без посредников и с минимальными комиссиями. *Multi-Currency Account*: единый мультивалютный счёт. *User Management:* контроль доступа для сотрудников.
Индия	CoinDCX	*Spot Trading:* мгновенная торговля криптовалютами с низкими комиссиями. *Фьючерсы:* торговля фьючерсами *Crypto SIP*: автоматические регулярные инвестиции (DCA).
	WazirX	*WazirX ZERO*: подписка, отменяющая торговых комиссий на спотовом рынке. *Корпоративные аккаунты:* специальные счета для юрлиц с упрощённым бухгалтерским учётом и повышенными лимитами. *Advanced Trade Terminal*: торговый интерфейс с расширенными графиками и быстрым размещением ордеров.

Важно отметить, что Республика Беларусь одной из первых легализовала цифровые активы на территории СНГ (Декретом Президента №8 «О развитии цифровой экономики», Указ Президента № 19 «О криптобанках») [2].

В число задач исследования входил анализ возможностей, которые предлагают криптосервисы для МСБ. Данный сегмент был выбран, так как доля малого и среднего бизнеса в ВВП Беларуси составляет

26,8% [3]. При этом организации МСБ сталкиваются с рядом проблем: ограниченный доступ к финансированию (жёсткие требования к залогу, кредитной истории, высокие ставки); высокая налоговая нагрузка и сложность отчётности; высокие затраты и задержки трансграничных платежей (SWIFT); низкая ликвидность неиспользуемого капитала (замороженные остатки на счетах) [1], [4]. Можно предположить, что использование криптосервисов будет одновременно способствовать решению данных (таблица 2).

Таблица 2 – Криптосервисы для МСБ

Проблема МСБ	Предлагаемые криптосервисы (аналоги)	Польза для МСБ	Источник дохода для Банка
Доступ к финан-сированию	Крипто-депозиты / Earn (Kraken Easy Earn, Bitpanda Earn/Cash Plus); Custody + Prime (Coinbase, Kraken)	Пассивный доход без залога и кредитной истории; еженедельные выплаты	Рост привлечённых средств, маржинальность пассивов, снижение кредитных рисков
Налоговая нагрузка и отчётность	Multi-Currency Account + User Management (CoinGate)	Автоматизация отчётов, единый treasury, контроль доступа	Рост комиссий от конвертации, снижение операционной нагрузки, повышение безопасности
Транс-граничные платежи	Crypto Payouts (CoinGate, Coinbase) + криптоэквайринг и карты (Whitebird)	Мгновенные дешёвые выплаты в стейбл-коинах, приём платежей от иностранцев	Новый источник комиссий, снижение зависимости от SWIFT, привлечение IT-экспортёров
Низкая ликвидность капитала	Earn-продукты и Cash Plus (Kraken, Bitpanda)	Превращение «мёртвых» денег в источник дохода при сохранении ликвидности	Превращение низкорентабельных остатков в доходный актив

По результатам проведенного исследования можно предложить следующие рекомендации для коммерческих банков Республики Беларусь.

Во-первых, целесообразно запустить крипто-депозиты и Earn-продукты с еженедельным начислением вознаграждения (аналоги Kraken Easy Earn и Bitpanda Earn/Cash Plus). Это позволит банку привлекать избыточные остатки средств МСБ без проведения сложной оценки кредитоспособности, требования залога или поручителей.

Кроме того, рекомендуется внедрить мультивалютный корпоративный счёт (Multi-Currency Account) и систему управления доступом с ролевой моделью (User Management) по модели CoinGate. Данные инструменты значительно упростят управление казначейством и формирование отчётности для налоговых органов. Для банка это означает снижение административной нагрузки на сотрудников, уменьшение операционных рисков и повышение лояльности клиентов, которые смогут вести все крипто- и фиатные операции в одном удобном интерфейсе.

Также можно развивать сервис массовых криптовыплат (Crypto Payouts) и криптоэквайринг. Реализовать эти услуги можно как самостоятельно в рамках будущего криптобанка, так и в партнёрстве с платформой Whitebird. Благодаря этому банк существенно сократит время и стоимость трансграничных платежей для клиентов, избавив их от задержек и высоких комиссий SWIFT. Для самого банка это откроет новый источник комиссионного дохода и привлечёт экспортно-ориентированные компании МСБ.

Список использованных источников:

1. Пупенко А. В., Шарц М. А. Проблемы развития малого и среднего бизнеса в республике беларусь / А. В. Пупенко, М. А. Шарц Электронная библиотека БГУ. – 2024. − С.146-148.

2. Указ № 19 от 16 января 2026 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://president.gov.by/ru/documents/ukaz-no-19-ot-16-anvara-2026-g.

3. Удельный вес ВДС субъектов МСП в ВВП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10203100001.

4. Беляцкая, Т. Н. Управление электронной экономикой / Т. Н. Беляцкая // Наука и инновации. - 2018. - № 5. - С. 49-55.

76. ИИ-АССИСТЕНТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «БАНК БЕЛВЭБ»)

Ойслендер К.Э., Лазовская К.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н., доктор экон. наук

Рассматриваются возможности использования ИИ-ассистентов как инструмента повышения экономической эффективности банковской деятельности. Обобщены теоретические основы применения интеллектуальных помощников в банковской сфере, проанализированы практики внедрения ИИ-решений в деятельности современных банков, а также выявлены их ключевые преимущества и ограничения. Особое внимание уделено условиям эффективного внедрения банковских ИИ-ассистентов, включая интеграцию в цифровые каналы, локализацию обработки данных, использование внутренних баз знаний и поэтапный подход к реализации. На основе проведённого анализа сформулированы практические рекомендации по внедрению ИИ-ассистента для автоматизации типовых клиентских обращений в банковской организации.

В условиях цифровой трансформации банковского сектора искусственный интеллект становится важным инструментом повышения эффективности работы банков. Особенно это касается ИИ-ассистентов, которые способны автоматизировать типовые операции, ускорять обслуживание клиентов, снижать нагрузку на контакт-центры, поддерживать сотрудников и помогать в обработке большого массива информации. При этом для банка недостаточно просто использовать универсальные внешние ИИ-сервисы: в банковской сфере особенно важны вопросы безопасности, конфиденциальности данных, интеграции с внутренними системами и контроля качества ответов. Таким образом, исследование посвящено анализу того, каким должен быть банковский ИИ-ассистент, чтобы он был не только технологически современным, но и экономически полезным, безопасным и практически применимым [1–4].

Цель исследования – провести анализ использования ИИ-ассистентов в банковской деятельности и разработать практические рекомендации по внедрению ИИ-ассистента для ОАО «Банк БелВЭБ».

Задачи исследования:

– рассмотреть теоретические основы применения ИИ-ассистентов в банковской деятельности;

– провести сравнительный анализ ИИ-решений, которые используются в банковской деятельности;

– выявить преимущества и ограничения ИИ-ассистентов на основе анализа практических кейсов и пользовательских отзывов;

– сформулировать рекомендации по внедрению ИИ-ассистента для ОАО «Банк БелВЭБ».

Методологическую основу исследования составили общенаучные методы анализа и синтеза, сравнения, обобщения. Работа выполнена на основе изучения открытых источников, включая официальные веб-сайты банков, публикации в СМИ, специализированные обзоры и отзывы пользователей. Для сопоставления ИИ-решений была использована система критериев, позволившая унифицировать анализ и оценить решения по одинаковым параметрам [5].

ИИ-ассистент – это система, взаимодействующая с пользователем на естественном языке и помогающая решать типовые задачи и получать информацию. Отдельно выделено отличие ИИ-ассистента от ИИ-агента: ассистент поддерживает пользователя в рамках диалога, а агент способен выполнять действия более автономно. Также отмечено значение больших языковых моделей (LLM), подхода RAG, интеграции с банковскими системами и требований к безопасности как условий эффективной работы банковского ИИ [1–4].

Для сравнительного анализа ИИ-ассистентов использовались критерии: целевая аудитория, функциональность, технологическая база, масштаб внедрения, экономическая эффективность, интеграция и безопасность.

Анализ показал, что у Альфа-Банка ИИ-решения представлены внутренним ассистентом Alfa AI для сотрудников и сервисом «Нейроофис» для бизнеса. Их ключевые преимущества – высокая скорость обработки запросов, автоматизация рутинных задач и работа с документами при сохранении безопасности за счет использования закрытого контура. Вместе с тем по отзывам пользователей выявлены ограничения: несоответствие части заявленного функционала реальным возможностям системы и техническая нестабильность отдельных функций на этапе внедрения [6].

Т-Банк в исследовании представлен экосистемой специализированных ИИ-ассистентов, включая инвестиционный, тревел-, шопинг- и джуниор-ассистент, а также ИИ-ассистенты «Секретарь» и Safeliner. Ключевым преимуществом данного подхода является узкая функциональная специализация, обеспечивающая прикладной эффект: ускорение операций и снижение нагрузки на специалистов. Установлено, что эффективность таких систем напрямую зависит от качества исходных данных и регулярного обновления информации.

Bank of America и NatWest Group рассмотрены как примеры зрелых клиентских ИИ-ассистентов. Erica у Bank of America выполняет широкий спектр операций: от проверки баланса и анализа транзакций до управления инвестициями и кредитным рейтингом. Cora у NatWest Group обеспечивает круглосуточную поддержку, обработку платежей и блокировку карт. Анализ отзывов пользователей показал типичные проблемы таких решений: навязчивость ассистента, несоответствие части ожиданий фактическим возможностям сервиса и сложности при обработке нестандартных запросов.

На основе проведенного сравнения сформулированы ключевые выводы. ИИ-ассистенты дают наибольший эффект при автоматизации повторяющихся задач и интеграции в существующие цифровые каналы банка. Критически важно обеспечивать работу ИИ в защищенном контуре и учитывать влияние технологии на пользовательский опыт, включая возможность передачи сложных запросов сотруднику банка [5].

В настоящий момент у ОАО «Банк БелВЭБ» уже имеются определённые наработки в области автоматизации клиентских обращений, включая реализованного ранее Telegram-бота, который стал первым шагом к внедрению цифровых консультантов.

Для БелВЭБ на начальном этапе наиболее реалистичным и безопасным представляется сценарий автоматизации типовых клиентских обращений. Выбор обоснован высокой частотой повторяющихся запросов, создающих основную нагрузку на контакт-центр, а также низкой сложностью автоматизации таких запросов – они имеют чёткие регламенты. Кроме того, сценарий сопряжён с низким регуляторным риском, поскольку ассистент не принимает решений, а только консультирует и при необходимости переводит на оператора. Цифровая инфраструктура банка уже готова: ассистент встраивается в существующие мобильное приложение UP и сайт. Стоимость внедрения и возможных ошибок здесь существенно ниже, чем в сценариях кредитной аналитики или корпоративного обслуживания [5,].

Стартовый набор функций включает: показ баланса и последних операций, блокировку карты, корректировку лимитов, информацию о курсах валют, ближайших банкоматах и отделениях, консультацию по условиям кредита и остатку задолженности, настройку автоплатежа, а также мгновенный перевод на оператора с передачей истории диалога. Метрики эффективности: доля запросов, решённых ИИ без эскалации оператору; среднее время решения вопроса; удовлетворённость клиентов (CSAT); снижение количества звонков в контакт-центр по типовым вопросам.

Предлагается обучать модель на реальных успешных диалогах контакт-центра: после выгрузки, анонимизации персональных данных, отбора успешных кейсов и разметки пар «запрос – ответ» выполняется дообучение большой языковой модели внутри защищённого контура банка. Применяется подход RAG для поиска ответа во внутренних документах. Все данные обрабатываются локально, логи шифруются. Эскалация оператору происходит с передачей контекста, но без раскрытия чувствительных данных [3–5].

Внедрение предлагается вести поэтапно: сначала подготовка данных и требований, затем разработка минимально работающей версии (MVP), далее пилотный запуск на ограниченной группе клиентов в одном цифровом канале для сбора обратной связи и доработки, и наконец масштабирование на всех клиентов с постепенным расширением функционала. Такой подход позволяет снизить проектные риски и последовательно проверить экономическую и сервисную эффективность решения.

Экономический эффект формируется за счёт снижения времени ожидания ответа, улучшения обслуживания тех, кто обращается со сложными вопросами (благодаря перераспределению времени сотрудников на такие задачи), а также повышения клиентского опыта и сохранения лояльности клиентов.

Таким образом, внедрение ИИ-ассистента в деятельность ОАО «Банк БелВЭБ» позволит автоматизировать типовые запросы и несложные операции, повысить качество обслуживания клиентов и снизить операционные затраты.

Список использованных источников:

1. Computing machinery and intelligence [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238. – Дата доступа: [04.03.2026].

2. Artificial Intelligence: A Modern Approach [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/artificial-intelligence-a-modern-approach/P200000003500/9780137505135. – Дата доступа: [04.03.2026].

3. Definition of an AI system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://oecd.ai/en/wonk/definition-. – Дата доступа: [05.03.2026].

4. What is machine learning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ibm.com/think/topics/machine-learning. – Дата доступа: [06.03.2026].

5. Альфа-Банк запустил новый сервис для бизнеса на базе искусственного интеллекта «Нейроофис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://alfabank.ru/news/t/release/alfa-bank-zapustil-novii-servis-dlya-biznesa-na-baze-iskusstvennogo-intellekta--neiroofis/. – Дата доступа: [09.03.2026].

6. Беляцкая, Т. Н. Управление электронной экономикой / Т. Н. Беляцкая // Наука и инновации. - 2018. - № 5. - С. 49-55.

77. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

Макей П.Ю., Тихонович Д.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н., доктор экон. наук

В работе рассматриваются теоретические и прикладные аспекты использования технологий обработки естественного языка в банковском секторе. Раскрываются особенности архитектуры диалоговых систем, включая компоненты понимания, управления диалогом и генерации текста. Проанализированы современные подходы к построению интеллектуальных ассистентов и обоснована целесообразность применения гибридных моделей. Особое внимание уделено вопросам безопасности, достоверности данных и контролируемости решений. Представлена концепция интеллектуального ассистента оператора контакт-центра, ориентированного на повышение эффективности обработки клиентских обращений при сохранении ключевой роли человека.

Цифровая трансформация финансового сектора сопровождается ростом объёма клиентских обращений и усложнением требований к качеству обслуживания. В этих условиях важным фактором конкурентоспособности банков становится способность эффективно обрабатывать запросы пользователей в реальном времени. Традиционные каналы взаимодействия характеризуются ограниченной гибкостью и низкой адаптивностью к вариативности естественного языка, что снижает их эффективность при решении нетиповых задач [1].

Современный этап развития информационных технологий связан с активным внедрением методов обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP), обеспечивающих автоматизированное понимание, интерпретацию и генерацию текстовой информации [2]. Использование NLP позволяет формировать интеллектуальные диалоговые системы, способные учитывать контекст взаимодействия и обеспечивать более высокий уровень персонализации обслуживания.

Обработка естественного языка представляет собой междисциплинарную область, объединяющую методы лингвистики, машинного обучения и искусственного интеллекта. Основной задачей NLP является преобразование неструктурированного текстового ввода в формализованное представление, пригодное для дальнейшей обработки вычислительными системами [3].

Современные NLP-системы базируются на архитектуре, включающей три ключевых компонента: понимание естественного языка (Natural Language Understanding, NLU), управление диалогом (Dialogue Management, DM) и генерацию естественного языка (Natural Language Generation, NLG). Компонент NLU обеспечивает извлечение семантической информации, включая намерения пользователя и сущности, присутствующие в тексте. Управление диалогом отвечает за формирование стратегии взаимодействия, учитывая контекст текущего и предыдущих сообщений. Модуль NLG обеспечивает синтез ответов, соответствующих заданной коммуникативной задаче [4].

Существенный прогресс в области NLP связан с развитием нейронных сетей, в частности трансформерных архитектур. Модели, основанные на механизме внимания, такие как BERT и его модификации, демонстрируют высокую эффективность при решении задач классификации текста, извлечения сущностей и анализа тональности. Генеративные модели, включая архитектуры семейства GPT, позволяют формировать связные тексты, учитывающие контекст и особенности языка [5].

В практических приложениях широко используются гибридные подходы, сочетающие правила, методы поиска по базе знаний и генеративные модели. Это обусловлено необходимостью обеспечения контролируемости и достоверности ответов при сохранении гибкости обработки запросов [6].

Внедрение технологий обработки естественного языка в банковской сфере направлено на повышение эффективности взаимодействия с клиентами и оптимизацию внутренних процессов. Одним из ключевых направлений является автоматизация обработки обращений, поступающих через различные каналы, включая текстовые чаты, электронную почту и голосовые интерфейсы.

Использование NLP позволяет осуществлять классификацию обращений, выявление ключевых тем и автоматическое распределение запросов между специалистами. Кроме того, данные технологии применяются для интеллектуального поиска информации в корпоративных базах знаний, что способствует ускорению обработки запросов и снижению нагрузки на сотрудников [7].

Особую роль играют системы поддержки операторов контакт-центров, которые обеспечивают предоставление рекомендаций в реальном времени. Такие системы анализируют текст обращения клиента, сопоставляют его с имеющимися данными и формируют предложения по дальнейшим действиям. Практика внедрения подобных решений в крупных финансовых организациях свидетельствует о значительном повышении производительности труда и улучшении качества обслуживания [8].

Перспективным направлением развития является использование подхода Retrieval-Augmented Generation, предполагающего генерацию ответов на основе предварительно отобранной информации из проверенных источников. Это позволяет снизить вероятность генерации некорректных данных и повысить достоверность предоставляемой информации [9].

Несмотря на значительный потенциал, использование NLP сопряжено с рядом ограничений и рисков. Одной из основных проблем является обеспечение безопасности данных, поскольку обработка текстовых обращений может включать конфиденциальную информацию. Нарушение требований к защите данных может привести к серьёзным последствиям, включая утечку персональных и финансовых сведений.

Дополнительные риски связаны с особенностями функционирования генеративных моделей, которые могут формировать недостоверные или некорректные ответы. Это особенно важно в банковской сфере, где точность информации имеет первостепенное значение. Также следует учитывать возможность целенаправленных атак на модели, направленных на искажение их поведения [10].

Первоочередной проблемой остаётся низкая объяснимость решений, принимаемых нейронными моделями. Это затрудняет контроль их работы и ограничивает возможности использования в критически важных сценариях. В связи с этим особое значение приобретает внедрение механизмов контроля, включая участие человека в процессе принятия решений и использование проверенных источников данных.

Интеллектуальный ассистент оператора контакт-центра представляет собой программное решение, интегрированное в информационную инфраструктуру банка и ориентированное на поддержку деятельности сотрудников при обработке клиентских обращений. Функционирование такой системы основано на анализе входящих текстовых сообщений, интерпретации их содержания и формировании рекомендаций, соответствующих текущему контексту взаимодействия [11]. В отличие от полностью автоматизированных систем, ассистент не принимает окончательных решений, а предоставляет оператору инструменты для более эффективной обработки информации, что позволяет сохранить необходимый уровень контроля над процессом обслуживания клиентов.

Применение ассистента способствует сокращению времени обработки обращений за счёт автоматизации поиска информации и подготовки ответов, а также повышает качество обслуживания благодаря использованию актуальных данных из корпоративных источников. Существенным аспектом является возможность адаптации системы к специфике конкретного банка, включая учет внутренних регламентов, требований безопасности и особенностей клиентской базы. Эффективность функционирования ассистента определяется не только качеством используемых моделей, но и полнотой и актуальностью базы знаний, на основе которой осуществляется генерация рекомендаций.

Особое значение приобретает организация взаимодействия между системой и оператором, при которой результаты работы алгоритмов представляются в удобной и интерпретируемой форме. Это позволяет сотруднику быстро оценивать предлагаемые решения и принимать обоснованные решения с учетом профессионального опыта и текущей ситуации. Подводя итог, внедрение интеллектуального ассистента рассматривается как средство повышения эффективности работы контакт-центра при сохранении ключевой роли человека в процессе обслуживания клиентов.

Развитие технологий обработки естественного языка формирует основу для создания интеллектуальных систем взаимодействия с пользователями, способных учитывать контекст и обеспечивать высокий уровень качества обслуживания. Применение данных технологий в банковском секторе способствует оптимизации процессов обработки обращений и повышению эффективности работы контакт-центров.

Дальнейшее развитие NLP-систем в банковской сфере связано с совершенствованием методов интеграции с корпоративными информационными ресурсами, повышением прозрачности алгоритмов и расширением функциональных возможностей интеллектуальных ассистентов.

Список использованных источников:

1. Jurafsky, D. Speech and Language Processing / D. Jurafsky, J. Martin. – 3rd ed. – Pearson, 2023. – 560 p.

2. Davenport, T. Artificial Intelligence for the Real World // Harvard Business Review. – 2018. – Vol. 96, No. 1. – P. 108–116.

3. Manning, C. Foundations of Statistical Natural Language Processing / C. Manning, H. Schütze. – Cambridge: MIT Press, 1999. – 680 p.

4. Young, S. POMDP-based statistical spoken dialogue systems: A review // Proceedings of the IEEE. – 2013. – Vol. 101, No. 5. – P. 1160–1179.

5. Devlin, J. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // NAACL. – 2019. – P. 4171–4186.

6. Gao, J. Neural approaches to conversational AI // Foundations and Trends in Information Retrieval. – 2019. – Vol. 13, No. 2–3. – P. 127–298.

7. McKinsey & Company. The State of AI in Banking. – 2023. – 45 p.

8. Lewis, P. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks // NeurIPS. – 2020. – P. 9459–9474.

9. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). – 34 p.

10. OWASP. Top 10 Risks for Large Language Models. – 2023. – 28 p.

11. Беляцкая, Т. Н. Управление электронной экономикой / Т. Н. Беляцкая // Наука и инновации. - 2018. - № 5. - С. 49-55.

78. ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЦИФРОВОГО РУБЛЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЙ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Буялич Я.В., Жук А.Э.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Беляцкая Т.Н., доктор экон. наук

Исследуется потребительское восприятие цифрового белорусского рубля (ЦБР) молодежной аудиторией на основе результатов проведенной фокус-группы. Оценивается текущий уровень информированности, а также выделяются ключевые ожидаемые преимущества (офлайн-переводы, смарт-контракты) и барьеры (лимиты, отсутствие процентов). Рассматриваются стратегические вызовы для коммерческих банков в условиях трансформации двухуровневой платежной системы и рисков оттока ликвидности. Для успешной адаптации банковских бизнес-моделей предложены практические рекомендации, включающие применение продуктового фреймворка Jobs-to-be-Done (JTBD), разработку универсального API и внедрение программ стимулирования пользователей..

Внедрение цифрового белорусского рубля (ЦБР) в опытно-промышленную эксплуатацию с 1 июля 2026 года и его планируемое массовое использование с 2028 года определяют высокую актуальность адаптации финансового сектора. Коммерческие банки, выступающие связующим звеном между Национальным банком и населением, нуждаются в новых стратегиях удержания ликвидности [1].

Целью работы выступает эмпирическая оценка восприятия ЦБР молодежью и разработка рекомендаций для коммерческих банков.

В ходе исследования методами анализа научных источников и опроса фокус-группы решены следующие задачи: определен уровень информированности целевой аудитории, выявлены психологические барьеры пользователей, оценено восприятие рисков для банковского сектора и предложены конкретные стратегии по адаптации банковских коммуникаций к новым рыночным условиям.

Для перенятия успешных практик исследуется сравнительный международный опыт внедрения CBDC. Детально рассматривается опыт Китая с цифровым юанем (e-CNY): лотерейные раздачи в феврале 2023 года в Шэньчжэне привели к росту открытия кошельков на 76% – с ~145 000 до ~190 000 за три дня. Параллельно e-CNY встраивался в повседневные бытовые сценарии (транспорт, налоги, государственные выплаты) [2]. Европейский опыт (цифровой евро, ЕЦБ) демонстрирует особую значимость приватности транзакций как фактора пользовательского доверия [3].

В качестве аналогии для Беларуси рассматривается внедрение российской платёжной системы «Мир» (2015): при широком обязательном распространении карт (госслужащие, пенсионеры, студенты) наблюдалась низкая степень фактического использования. Переломным фактором стало введение программ лояльности – кешбэка и скидок. Этот опыт даёт основания для вывода о необходимости материальных стимулов при внедрении новых платёжных инструментов.

Из этого формулируется общая закономерность: успешное продвижение CBDC строится на трёх элементах – разъяснение сущности инструмента, встраивание в конкретные бытовые сценарии и создание материальных или функциональных стимулов для первого использования. Без этих условий цифровая валюта центрального банка рискует остаться формально доступным, но фактически невостребованным инструментом.

Ключевой проблемой текущей ситуации в Беларуси выделяется острый и системный дисбаланс: высокая технологическая и нормативная готовность регулятора сталкивается с информационным вакуумом и неготовностью потребителей к восприятию новых финансовых инструментов [4]. Данное противоречие формирует серьёзные риски для успешного внедрения цифрового белорусского рубля и требует комплексного изучения. Для исследования обозначенной проблемы и выработки практически значимых выводов принимается решение провести эмпирическое исследование.

Основным методом исследования выбран опрос фокус-группы – качественный метод сбора данных в форме модерируемой дискуссии. Группа состояла из 6 студентов БГУИР специальностей, связанных с электронной экономикой, ИТ и цифровым маркетингом, в возрасте 19–22 лет. Критерии однородности выборки: сопоставимый возраст, уровень финансовой грамотности и активное использование безналичных платёжных инструментов.

Исследование проводилось 26 марта 2026 года в онлайн-формате (платформа Discord) в виде структурированной дискуссии с информационным блоком о Концепции ЦБР. Важно отметить ограничения: пилотный характер выборки (6 человек), высокая однородность и онлайн-формат не позволяют экстраполировать результаты на генеральную совокупность. Предлагается второй этап исследований – с клиентами старших возрастных групп и представителями малого бизнеса.

Обобщенные результаты опроса фокус-группы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты опроса

Обсуждаемый вопрос	Преобладающее мнение
Лимиты на остаток	Резкое неприятие, отказ от хранения крупных сумм
Информированность и ассоциации	Знания фрагментарны (70% слышали эпизодически), ЦБР ассоциируется с «государственной криптовалютой».
Преимущества ЦБР	Главные плюсы – офлайн-переводы (83%), смарт-контракты (50%) и нулевые комиссии. Однако без стимулирующих мер (например, скидок, бонусов) переходить на ЦБР не планируют
Ограничительные механизмы	Категорическое неприятие (83%) жестких лимитов на остаток (до 500-1000 руб.) и опасения из-за потенциального отслеживания транзакций государством (67%).
Последствия для банков	Респонденты понимают, что ЦБР оттянет ликвидность к Нацбанку, лишит коммерческие банки части доходов и потребует от них инфраструктурных затрат
Обязательное использование	Наблюдается сдержанное неприятие перспективы принуждения к использованию. Респонденты не готовы к резкому, принудительному переходу зарплат только в цифровой рубль и рассматривают его приемлемость лишь при наличии надежной инфраструктуры и достаточной информационной поддержки.
Сравнение с криптовалютами	Цифровой рубль воспринимается как стабильный инструмент благодаря централизации. К классической криптовалюте относятся с осторожностью из-за инвестиционных рисков (50%), хотя доверяют блокчейн-технологии
Выбор между банковским депозитом и цифровым рублем	Единодушный выбор в пользу банковских депозитов. Отсутствие процентов делает ЦБР непривлекательным для хранения средств, даже несмотря на гарантии Нацбанка
Условия для перехода	Многие выражают скепсис по поводу перехода ввиду его бессмысленности. Главным триггером большинство (67%) выделяют личные выгоды (скидки, бонусы), а не абстрактных преимущества

Исследование выявило острый дисбаланс: 70% студентов БГУИР осведомлены о ЦБР лишь фрагментарно, большинство отождествляют его с криптовалютами. Привлекательные характеристики инструмента недостаточны для самостоятельного перехода – решающую роль играют стимулы и развитая инфраструктура. На основе синтеза эмпирических данных и экосистемного подхода сформулирована двухуровневая система рекомендаций: общие для всех коммерческих банков и частные. Частные рекомендации разработаны применительно к ОАО «Банк БелВЭБ».

Общие рекомендации для коммерческих банков структурированы по трём направлениям:

1 JTBD-фреймворк. Предлагается рассматривать ЦБР как «наёмный» продукт под конкретные задачи: офлайн-переводы, детский кошелёк с ограничением расходов. Победит банк, предложивший наиболее нативный клиентский путь.

2 Создание общего API для всех участников экосистемы. В условиях двухуровневой модели ЦВЦБ необходим стандартизированный интерфейс взаимодействия, обеспечивающий бесшовную интеграцию ЦБР в существующую инфраструктуру ЕРИП и POS-терминалов.

3 Бонусные программы. Учитывая чувствительность аудитории к материальным стимулам, рекомендуется запуск реферальных и персонализированных программ лояльности.

Рекомендации для ОАО «Банк БелВЭБ» конкретизируют рекомендации общего уровня:

1 Оптимизация приложения UP Online с внедрением готовых JTBD-сценариев – конкуренция по качеству опыта, а не по цене.

2 Образовательный контент в приложении и соцсетях, обучение персонала с целью снижения репутационных рисков, поскольку негативный пользовательский опыт с ЦБР проецируется на бренд банка.

Таким образом, в работе обобщен международного опыта Китая, России и ЕС по внедрению цифровой валюты. Разработаны практические рекомендации для коммерческих банков Республики Беларусь в свете внедрения цифрового белорусского рубля.

Список использованных источников:

1. Концепция цифрового белорусского рубля [Электронный ресурс] / Национальный банк Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.nbrb.by/payment/digital_ruble/concept.pdf. – Дата доступа: 21.04.2026.

2. Цифровой юань [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_48111339_20899484.pdf. – Дата доступа: 21.04.2026.

3. Костюк, С. В. Влияние цифровых валют центральных банков (CBDC) на устойчивость финансовой системы / С. В. Костюк. – Красноярск : СибГУ им. М. Ф. Решетнёва, 2025.

4. Беляцкая, Т. Н. Управление электронной экономикой / Т. Н. Беляцкая // Наука и инновации. - 2018. - № 5. - С. 49-55.

79. МАРКЕТИНГОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ РИСКОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Агиевич А.Ю.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь
Крюкова Д.С. – преподаватель

Аннотация: в статье рассматриваются условия функционирования белорусских промышленных предприятий в период системной нестабильности, сопровождающейся падением ВВП и промышленного производства. Выделены основные риски, оказывающие влияние на предприятия. Обосновывается важность и необходимость маркетинговых исследований, их непосредственное влияние.

В настоящее время белорусские промышленные предприятия функционируют в условиях системной нестабильности, которая создает высокий уровень неопределенности для планирования и управления деятельностью производства.

Наиболее значимым показателем, оказывающим влияние на условия нестабильности, является внутренний валовый продукт (ВВП). По данным Белта, в январе 2026 года ВВП Республики Беларусь снизился на 1,2% по отношению к аналогичному периоду прошлого года[1]. Промышленное производство упало на 3,4% к аналогичному периоду прошлого года, а наиболее существенный спад произошел в обрабатывающей промышленности – 7,5% [2].

Это свидетельствует о том, что потребительская способность стала ниже, что в свою очередь приводит к увеличению рисков. Риск – это вероятность возникновения неблагоприятных последствий в результате действия фактора опасности. На промышленном предприятии можно выделить несколько основных рисков: риск затаривания, конкурентный риск и внешнеэкономический риск.

Риск затаривания – это логистический и экономический риск, связанный с образованием избыточных запасов товаров на складе, превышающих текущий спрос или складские мощности. Это состояние характеризуется замедлением оборачиваемости, увеличением складских затрат и риском порчи продукции. Таким образом, на конец 2025 года складские запасы превысили 80% среднемесячного производства. Президент обратил внимание, что на складах фактически заморожено продукции на 4 млрд. USD. И в январе 2026 года складские запасы выросли еще на 800 млн. руб., что составляет примерно до 90% объема среднемесячного производства [2].

Конкурентный риск – это вероятность потери предприятием рыночной позиции, доли рынка или снижения доходности из-за непредвиденных действий конкурентов, изменений в маркетинговой среде или усиления борьбы. Следовательно, возникает потребность в предвидении и разработке корректирующих маркетинговых мероприятия [3].

Внешнеэкономический риск – это вероятность возникновения неблагоприятных событий и убытков при осуществлении международных торговых, инвестиционных и финансовых операций. Он обусловлен спецификой работы с иностранными партнерами, валютными колебаниями, таможенными барьерами, а также политическими и экономическими изменениями в других странах. Беларусь как экспортноориентированная страна уязвима: замедление мировой экономики создает вызовы для роста. Также влияние оказывает давление на страну и различного рода санкции [4].

Таким образом, в условиях системной нестабильности, падения ВВП и промышленного производства управление рисками напрямую зависит от качества информационный базы. Маркетинговые исследования выступают основным инструментом, который позволяет своевременно прогнозировать изменения спроса и предотвращать риск затаривания, оптимизируя объемы производства и складские запасы, отслеживать действия конкурентов и изменять маркетинговую стратегию, снижая конкурентный риск, а также анализировать внешнеэкономическую ситуацию, валютные колебания, санкционные ограничения для обоснованного выбора рынков сбыта, минимизируя внешнеэкономический риск.

Без систематического сбора и анализа информации принятие решений в условиях высокой неопределенности становится нецелесообразным и приводит к ослаблению позиций. Следовательно, маркетинговые исследования являются важным элементов управления, который обеспечит возможность предприятию легко адаптироваться под изменения внешней среды.

Список использованных источников:

1. ВВП Беларуси в январе-феврале – URL: https://belta.by/economics/view/vvp-belarusi-v-janvare-fevrale-sostavil-439-mlrd-bel-rub-770061-2026/ (

2. «ЭГ» выпуск №8 (2825) от 24.02.2026 – URL:https://neg.by/novosti/otkrytj/vvp-ushel-v-minus-kakie-resheniya-gotovyat-vlasti/

*3. Суровцева, В. **А.** Оценка и управление конкурентными рисками / В. А. Суровцева, В. А. Курбатова, М. К. Черняков // Вестник Евразийской науки. — 2018. — Т 10. — №2. — URL: https://esj.today/PDF/41ECVN218.pdf*

4. Главные внешние риски для Беларуси на ближайшие пять лет – URL: https://belta.by/society/view/v-minekonomiki-nazvali-glavnye-vneshnie-riski-dlja-belarusi-na-blizhajshie-pjat-let-754564-2025/

80. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС -ПРОЦЕССОВ

Авхутская А.О.
Белорусский Национальный Технический Университет
г. Минск, Республика Беларусь

Крюкова Д.С. - Магистр информационных технологий
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: Цифровой двойник – это виртуальное представление функционирования промышленного предприятия. Цифровой двойник получает необходимую информацию с помощью датчиков, сенсоров, которые установлены на оборудовании, поточной линии или на других объектах участка. Внедрение ЦД позволит воспроизвести практически любой бизнес-процесс без ущерба для объекта внедрения. Не взирая на недостатки, присущие цифровым двойникам, их рынок продолжает расти.

В связи с непрерывно растущей сложностью производственных процессов, процессов управления организацией, с постоянно растущими объемами данных, которые необходимо оперативно подвергать обработке, анализу, визуализации в современном мире уже практически невозможно осуществить эффективное функционирование процессов предприятия без применения технологий новой цифровой эры – Индустрия 4.0.[1] В следствие чего все чаще прослеживается тенденция не прекращаемого поиска новых методов повышения эффективности системы управления производством и бизнес-процессов промышленного предприятия с помощью цифровых технологий и инноваций. В последнее время все чаще на предприятиях проводят цифровизацию деятельности, процессов с использованием виртуальных моделей, а именно цифровых двойников.

Цифровой двойник (ЦД) – это виртуальное представление функционирования промышленного предприятия, основанное на облачных технологиях, интернета вещей (IoT) и машинного обучения. Он создается путем сбора большого количества данных о деятельности, производственных процессах в режиме реального времени. Цифровой двойник получает необходимую информацию с помощью датчиков, сенсоров, которые установлены непосредственно на оборудовании, поточной линии или на других объектах участка. Датчики считывают данные, тем самым фиксируя текущее состояние оборудования, окружающей среды, а также иные параметры процесса, такие как наличие сырья, определение этапов прохождения изделия по производственным стадиям. На основе информации аналитического агентства цифрового консалтинга KMDA были выделены характерные аспекты влияния данной технологии на бизнес-процессы промышленной организации: сокращение общих издержек, повышение эффективности выполнения работ, повышение производительности, сокращение трудовых затрат и повышение скорости адаптации к внешним изменениям. К потенциальным возможностям ЦД можно отнести прогнозирование внедряемых решений, аналитику и сбор данных, своевременное обнаружение проблем, определение KPI, выявление уязвимых мест в системе. Таким образом внедрение ЦД позволит воспроизвести практически любой бизнес-процесс без ущерба для объекта внедрения. Хотя внедрение ЦД в производство имеет массу преимуществ, существуют и некоторые недостатки или сложности с ЦД. Наиболее важным и одновременно простым недостатком является высокая стоимость разработки системы и последующее её внедрение. Также к недостаткам можно отнести необходимость в квалифицированном персонале, возможная сложность с интеграцией в существующие системы, а также обеспечение кибербезопасности. Все вышеуказанные недостатки часто характерны и для других цифровых технологий Индустрии 4.0.[2]

Не взирая на недостатки, присущие цифровым двойникам, их рынок продолжает стремительно расти. По данным статистического исследования Mordor Intelligence рынок цифровых двойников в настоящее время составляет 36,19 млрд долларов США в 2025 году и, по прогнозам, достигнет 180,28 млрд долларов США в 2030 году, развиваясь с CAGR 37,87%.[3]

В Республике Беларусь есть собственный пример внедрения цифрового двойника в производство. На ОАО «Минский тракторный завод» впервые был оцифрован производственный участок, а именно механический цех №2. Как отмечают работники, программа позволяет за короткий период времени увидеть, как в реальности происходит процесс изготовления деталей на участке в течение всей смены. Как видно технология ЦД перспективна и имеет множество преимуществ. А отечественный и зарубежный опыт иллюстрируют высокую результативность и эффективность применения данной технологии.

Список используемых источников:

1. Крюкова, Д. С. Экономика размещения центров обработки данных: региональные аспекты / Д. С. Крюкова // Вестник Белорусского государственного экономического университета. - 2025. - № 4 - С. 78-84.

2. Влияние цифровых двойников на оптимизацию бизнес-процессов промышленных предприятий – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovyh-dvoynikov-na-optimizatsiyu-biznes-protsessov-promyshlennyh-predpriyatiy (дата обращения 21.03.2026)

3. Анализ размера и доли рынка цифровых двойников - тенденции роста и прогнозы (2025 - 2030) – URL: https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/digital-twin-market (дата обращения 21.03.2026)

СЕКЦИЯ - ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

81. УЧАСТИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЦИФРОВОЙ РЕНТЫ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Бич О.В., студентка гр.578105
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. – старший преподаватель кафедры ЭИ, магистр

Аннотация. Рассматривается противоречие между возрастающей стоимостью пользовательских данных как экономического актива и отсутствием механизмов участия их создателей в распределении цифровой ренты. Обосновывается необходимость трансформации отношений «платформа — пользователь» в сторону партнерства, включая внедрение компенсационных механизмов и прозрачных принципов ценообразования на данные.

В современной цифровой экономике пользовательские данные стали таким же ценным ресурсом, как нефть или газ. Ни для кого не секрет, что компании активно крадут и используют наши данные в своих целях. Рост ценности больших данных представлен на рисунке 1.

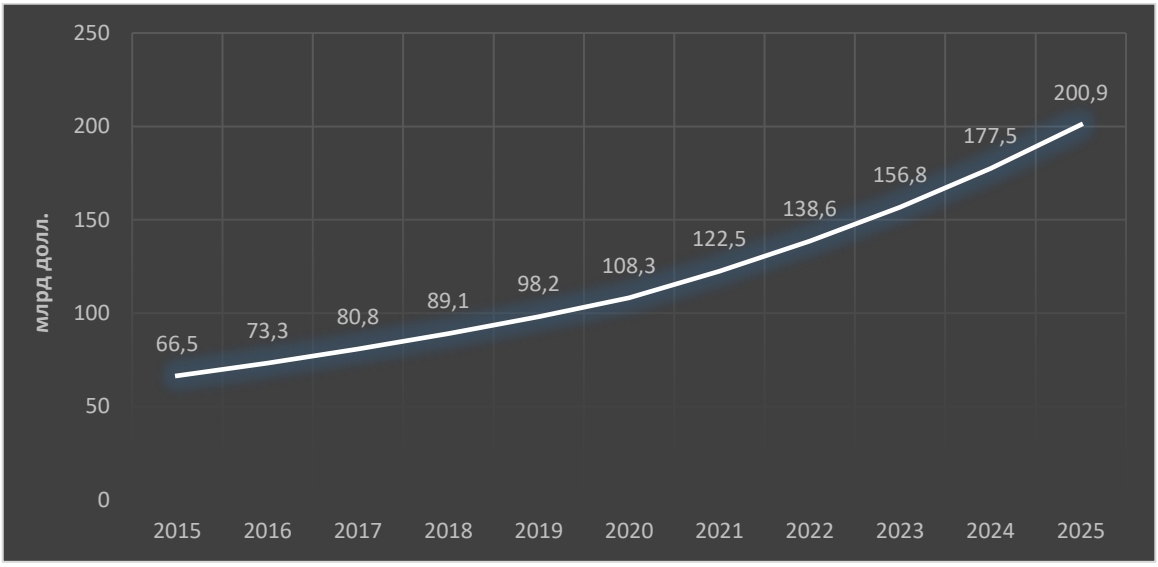


Рисунок 1 - Динамика роста мирового рынка Big Data (2015–2025), млрд долл.

Крупные технологические компании вроде Google, Amazon, Яндекса собирают огромные массивы информации о нас, наших привычках, покупках и перемещениях. На этом строится их бизнес. В 2023 году средняя стоимость клика по рекламе в Meta составляла 0,83 доллара, а в Google — 4,22 доллара [1]. Но если посчитать грубо: при 5,56 млрд интернет-пользователей и 750 млрд долларов дохода от цифровой рекламы в 2024 году, каждый пользователь «приносит» компаниям в среднем 135 долларов в год [1]. Просто за то, что пользуется интернетом.

И тут возникает вопрос, который я хочу поднять в этой работе. Пользователь создает данные, компании на них зарабатывают, а пользователь получает только сам сервис. Это справедливо? В экономической теории такой сверхдоход от использования актива называют рентой [2]. В данном случае — цифровой рентой.

Цель исследования: проанализировать противоречие между ценностью пользовательских данных и отсутствием механизмов участия пользователей в распределении прибыли, а также предложить возможные пути решения.

Цифровая рента — явление сложное и многоликое. Выделяют четыре ее формы: ренту от контроля над экосистемой (когда платформа запирает пользователя в своих сервисах), ренту ожиданий (когда инвесторы верят в будущую монополию компании), ренту вовлеченности (когда алгоритмы заставляют нас проводить в приложениях больше времени) и рефлексивную ренту (когда платформа сама устанавливает правила игры) [2]. Мы каждый день сталкиваемся с этим: YouTube предлагает посмотреть «еще одно видео», Instagram показывает посты, от которых сложно оторваться.

Компании платят огромные деньги за доступ к данным для обучения нейросетей. News Corp подписала контракт с OpenAI на 250 млн долларов, Financial Times получила более 10 млн долларов за первый год сотрудничества [1]. А пользователи, чьими комментариями, постами и диалогами обучаются эти модели, не видят ни копейки.

И это не единственная проблема. Цифровые платформы часто ухудшают качество сервиса ради прибыли. Поисковик может показывать не самые релевантные результаты, а те, за которые заплатили рекламодатели. Пользователю от этого хуже, но платформа зарабатывает. И может позволить себе такое, потому что конкуренции почти нет.

В Бразилии запустили пилотный проект dWallet. Пользователь заходит в настройки виртуального кошелька, соглашается монетизировать часть своего цифрового следа, а компании делают ставки — сколько готовы заплатить за доступ к этим данным [3]. Владелец сам выбирает предложение и получает деньги на баланс. Проектом управляет государственно-частное партнерство. Критики, правда, опасаются, что это повысит цену данных и мелкий бизнес не сможет их покупать [3]. Но сам подход важен.

Есть и блокчейн-решения. Проект Measurable Data Token (MDT) позволяет пользователям зарабатывать на анонимных данных через приложение RewardMe. За покупки и обмен информацией начисляются токены. А бизнес через платформу Measurable AI получает аналитику на основе более 20 миллиардов точек данных [4]. Смарт-контракты автоматически обеспечивают выплаты.

Пользователи все больше устают от слежки, ставят блокировщики рекламы, требуют регулирования. Исследования показывают, что люди все осознаннее относятся к безопасности своих аккаунтов [3]. Если так пойдет дальше, платформы могут лишиться доступа к данным. А без свежих данных ИИ-модели начинают деградировать, это явление называют «коллапсом модели» [1].

Получается замкнутый круг: чтобы ИИ развивался, нужны данные. Чтобы получить данные, нужно доверие пользователей. Чтобы доверие было, нужно платить. Но платформы не платят. Значит, доверие падает. Данных становится меньше. ИИ хуже учится.

Существует идея решения этой проблемы. Она заключается в следующем:

1 Оценка стоимости вклада пользователя. Для данных это сложно, но возможно. Можно считать, сколько рекламных денег приносит средний пользователь, и отталкиваться от этого.

2 Механизмы распределения. Эндрю Янг, бывший кандидат в президенты США, продвигал идею «data dividends» — дивидендов за данные [1]. Пользователи получают прямые выплаты от компаний. Как акционеры, только акции — это наши данные.

3 Техническая реализация. Это могут быть «личные хранилища данных», где пользователь сам решает, кому и на каких условиях давать доступ.

4 Прозрачность. Маццукато предлагает обязать платформы раскрывать «эксплуатационные» показатели: рекламную нагрузку, долю органических и рекламных кликов, время пользователей в сервисах [5]. Чтобы можно было проверить, не ухудшают ли алгоритмы качество специально.

Конечно, есть свои минусы и риски. Пользователи могут начать гнаться за деньгами и продавать все подряд, не думая о приватности. Цифровое неравенство может усилиться: кто-то заработает, а кто-то нет. Компании могут закладывать выплаты пользователям в цену для рекламодателей, и в итоге пострадает вся экономика.

Но попробовать необходимо. Так как текущая модель нестабильна из-за растущего недоверия и страха пользователей.

Заключение. Цифровая рента — объективная реальность. Пользователи создают стоимость, но не участвуют в ее распределении. Это противоречие надо решать. Мир уже движется в эту сторону: Бразилия экспериментирует с dWallet, появляются блокчейн-проекты, ученые предлагают модели оценки. Дальнейшие исследования должны быть направлены на конкретные методики расчета справедливой цены данных и проектирование гибридных моделей монетизации. Чтобы и бизнес получал прибыль, и пользователи чувствовали себя партнерами, а не просто «цифровыми донорами».

Список использованных источников:

1. Щеглов, Г. Сколько стоят ваши персональные данные и кто на них зарабатывает [Электронный ресурс] / Г. Щеглов // Inc. Russia. – 2025. – 26 января. – Режим доступа: https://incrussia.ru/understand/who-profits-data/. – Дата доступа: 09.03.2026.

2. Birch, K. Big Tech: четыре новые формы цифровой ренты [Электронный ресурс] / K. Birch, D.T. Cochrane // Science as Culture. – 2024. – Режим доступа: http://gzlz.gzhu.edu.cn/info/1023/2581.htm. – Дата доступа: 09.03.2026.

3. Лубнина, Я. Гражданам разрешат зарабатывать на своих данных [Электронный ресурс] / Я. Лубнина // Коммерсантъ. – 2025. – 9 июня. – Режим доступа: https://www.kommersant.ru/doc/7795883. – Дата доступа: 11.03.2026.

4. What Is Measurable Data Token (MDT) And How Does It Work? [Электронный ресурс] // CoinMarketCap. – 2025. – 15 августа. – Режим доступа: https://coinmarketcap.com/ru/cmc-ai/measurable-data-token/what-is/. – Дата доступа: 12.03.2026.

5. Черновол, К. О книге М. Маццукато «Рента в цифровую эпоху» [Электронный ресурс] / К. Черновол // Институт Гайдара. – 2026. – 4 февраля. – Режим доступа: https://www.iet.ru/ru/novosti/kirill-chernovol-o-knige-m-matstsukato-renta-v-tsifrovuyu-epokhu.html. – Дата доступа: 12.03.2026.

УДК 519.6:336.77

82. МОДИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕПОЗИТНОГО ПОРТФЕЛЯ В КРЕДИТНЫЕ ПРОДУКТЫ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

Авдеев Е.А., студент гр. 578102
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – магистр экономических наук

Аннотация: В работе предложена модификация транспортной задачи для оптимизации распределения депозитного портфеля коммерческого банка в кредитные продукты. Целевая функция направлена на максимизацию чистой процентной маржи. Модификация учитывает ограничения ликвидности (трансформация сроков), нормативы концентрации и регуляторные требования. Разработанная модель позволяет повысить эффективность размещения ресурсов банка. Апробация подтвердила прирост чистой процентной маржи по сравнению с фактическим распределением.

Ключевые слова: Модификация транспортной задачи, оптимизация, распределение депозитного портфеля, кредитные продукты, коммерческий банк, чистая процентная маржа.

Математическая постановка и модификация транспортной задачи

Классическая транспортная задача предполагает минимизацию затрат на перевозку однородного груза от поставщиков к потребителям при заданных объемах предложения и спроса. В контексте банковского управления активами и пассивами аналогом выступает распределение ресурсной базы (депозитов) по направлениям активных операций (кредитам). Кредитная организация в целом представляет собой сложную многокомпонентную систему, где различные блоки взаимосвязаны и оказывают взаимное влияние [1, с. 99].Однако прямое применение классической модели невозможно в силу следующих особенностей банковской деятельности [1, с. 100]:

– депозиты различаются по стоимости привлечения, срочности и стабильности остатка;

– кредитные продукты имеют различную доходность, уровень риска и требования к резервированию;

– существуют регуляторные ограничения, в частности нормативы ликвидности (Н2, Н3) и концентрации кредитных рисков;

– требуется управление трансформацией сроков, поскольку размещение коротких пассивов в длинные активы создает риск ликвидности [7, с. 45].

Указанные особенности обусловливают необходимость модификации классической транспортной модели путем введения дополнительных ограничений и уточнения целевой функции. Управление такой системой должно базироваться на использовании объективных методов, обосновывающих принятие управленческих решений [5, с. 55].

В качестве критерия эффективности распределения ресурсов выступает максимизация чистой процентной маржи — разницы между процентными доходами по выданным кредитам и процентными расходами по привлеченным депозитам. Целевая функция имеет следующий вид:

$$\mathrm{F} = \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{m}} \sum_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{n}} (\mathrm{R_j} - \mathrm{C_i}) \times \mathrm{x_{ij}} \rightarrow \max \quad (1),$$

где:

m – количество типов (категорий) депозитов;

n – количество типов кредитных продуктов;

x_{ij} – объем депозитных ресурсов типа i, направляемый на кредитование по продукту j, тыс. руб.;

R_j – доходность кредитного продукта j (годовая процентная ставка), %;

C_i – стоимость привлечения депозита типа i (средневзвешенная процентная ставка), %.

Целевая функция задачи оптимизации должна стремиться к максимуму, что обуславливает отличие от классической транспортной задачи [1, с. 102]. Аналогичный подход к максимизации чистой процентной маржи применяется в работах по управлению пассивами коммерческого банка [7, с. 48]. Выбор максимизации чистой процентной маржи обусловлен тем, что данный показатель является ключевым индикатором эффективности банковской деятельности и непосредственно отражает результат ресурсного размещения.

Базовые ограничения

В модели сохраняются классические ограничения транспортной задачи, обеспечивающие баланс между объемами привлечения и размещения [3, с. 112].

Ограничение по объему депозитных ресурсов: для каждого типа депозита суммарный объем распределения не может превышать фактический объем привлечения:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} \leq S_i, i = \overline{1,m} \quad (2),$$

где S_i –объем депозитного портфеля типа i, тыс. руб.

Ограничение по потребности в кредитных ресурсах: для каждого типа кредитного продукта суммарный объем размещения должен быть не менее планового значения (или соответствовать спросу на кредиты):

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \geq D_j, j = \overline{1,n} \quad (3),$$

где D_j – плановый объем кредитования по продукту j, тыс. руб.

Допускается введение равенства в случае жестко заданного кредитного плана.

Дополнительные ограничения, учитывающие банковскую специфику

Ключевым элементом модификации выступает введение ограничений, отражающих требования к ликвидности, концентрации рисков и регуляторные нормы [2, с. 156].

Подсистема управления ликвидностью должна учитывать не только соотношение активов и пассивов по срокам, суммам, стоимости и риску, но также оптимальность внутри привлечённых ресурсов и внутри направлений размещения средств [1, с. 103]. Для предотвращения риска несбалансированной ликвидности устанавливается предельная доля депозитов, размещаемых в кредиты с большим сроком [7, с. 52]:

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j:T_j > T_i + \delta} x_{ij} \leq \alpha \times \sum_{i=1}^{m} S_i \quad (4),$$

где:

T_i – средневзвешенный срок депозита типа i, мес.;

T_j – средневзвешенный срок кредитного продукта j, мес.;

δ – допустимый разрыв сроков (параметр, устанавливаемый банком), мес.;

α – максимальная доля ресурсов, которая может быть трансформирована в активы с большим сроком (например, 0,3–0,5).

В соответствии с методикой GAP-анализа, количественная оценка влияния изменения процентных ставок на чистый процентный доход осуществляется через разрыв между активами и пассивами, чувствительными к изменению процентных ставок [7, с. 50].

Для диверсификации портфеля объем кредитования в каждом сегменте не должен превышать установленный лимит [2, с. 203]:

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \leq \beta_j \times \sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{n} x_{ik}, j = \overline{1,n} \quad (5),$$

где β_j – максимальная доля кредитного продукта j, в совокупном кредитном портфеле (задается риск-аппетитом банка).

В случае если в модель включается риск-скорректированный подход, вводится ограничение на максимальный объем кредитов с высоким уровнем ожидаемых потерь [7, с. 55]:

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j \in J_{high}} x_{ij} \leq \gamma \times \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \quad (6),$$

где J_{high} – множество кредитных продуктов с уровнем ожидаемых потерь (EL_j) выше установленного порога, γ – максимальная доля таких кредитов в портфеле.

Условия неотрицательности:

$$x_{ij} \geq 0, \forall i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n} \quad (7)$$

Совокупность целевой функции и ограничений образует задачу линейного программирования. Для решения модифицированной транспортной задачи может применяться метод потенциалов, который позволяет проверить опорное решение на оптимальность и, перераспределяя груз по циклу, получить план распределения, при котором целевая функция достигает экстремального значения.

$$\begin{cases} F = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(R_j - C_i) \times x_{ij} \to \max \\ \sum_{i=1}^{n} x_{ij} \le S_i, i = \overline{1,m} \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} \ge D_j, j = \overline{1,n} \\ \sum_{i=1}^{m}\sum_{j:T_j > T_i + \delta} x_{ij} \le \alpha \times \sum_{i=1}^{m} S_i \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} \le \beta_j \times \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{n} x_{ik}, j = \overline{1,n} \\ x_{ij} \ge 0 \end{cases}$$

Выводы

По результатам рассмотрения темы можно сделать следующие заключения.

Предложенная модель представляет собой модификацию классической транспортной задачи, отличающуюся:

- целевой функцией максимизации чистой процентной маржи вместо минимизации затрат [1];
- введением ограничений на трансформацию сроков, обеспечивающих управление ликвидностью [7];
- ограничениями на концентрацию, реализующими принципы диверсификации кредитного портфеля [2].

В зависимости от конкретных условий функционирования банка и доступности исходных данных модель может быть дополнена ограничениями по нормативам достаточности капитала (Н1), мгновенной и текущей ликвидности (Н2, Н3), а также скорректирована на риск-скорректированные показатели доходности [2].

Список использованных источников:

1. Ксенофонтова О.Л., Валинурова А.А. Адаптация транспортной задачи для управления банковской ликвидностью // Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» (Ивэкофин). – 2022. – № 02(52). – С. 99-105. DOI: 10.6060/ivecofin.2022522.606.

2. Черкашенко В.Н. Методы управления активами и пассивами банка: построение эффективной ALM-системы, риски и практика применения : практ. пособие. – М. : Регламент-Медиа, 2013. – 312 с. – ISBN 978-5-903548-74-3.

3. Ильченко А.Н., Ксенофонтова О.Л., Канакина Г.В. Практикум по экономико-математическим методам. – М. : Финансы и статистика, 2009. – 288 с.

4. Уинстон У. Бизнес-моделирование и анализ данных. Решение актуальных задач с помощью Microsoft Excel. – СПб. : Питер, 2021. – 944 с. – ISBN 978-5-4461-1501-1.

5. Барыкин С.Е. Логистические модели распределения заемных средств // Финансы и кредит. – 2007. – № 31(271). – С. 52-58. – ISSN 2071-4688.

6. Димаков С.А. Разработка механизма управления пассивами коммерческого банка // Транспортное дело России. – 2008. – № 4. – С. 78-81.

7. Читая Г.О., Шинкевич Е.А. Оптимизационные методы в финансовых вычислениях : электронный учебно-методический

MODIFICATION OF THE TRANSPORT TASK TO OPTIMIZE THE DISTRIBUTION OF A DEPOSIT PORTFOLIO IN CREDIT PRODUCTS OF A COMMERCIAL BANK

Avdeev.E.A , student gr. 578102

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nagulievich R.S. – master of economic sciences

Annotation: The paper proposes a modification of the transportation problem to optimize the distribution of a commercial bank's deposit portfolio into credit products. The objective function aims to maximize the net interest margin. The modification takes into account liquidity constraints (term transformation), concentration ratios, and regulatory requirements. The developed model enhances the efficiency of the bank's resource allocation. The validation confirms an increase in the net interest margin compared to the actual distribution.

Keywords: modification of the transportation problem, optimization, distribution of the deposit portfolio, credit products, commercial bank, net interest margin.

УДК 004.774:339.138-048.35

83. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ КЛИЕНТОВ В СФЕРЕ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Гайсенок Д.П., магистрант гр.476701
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Высоцкий С. Ю. – канд. экон. наук

Аннотация. В статье исследуются методы и средства привлечения клиентов для компаний, разрабатывающих и внедряющих системы автоматизации учета в условиях цифровой экономики. Выявлены основные проблемы взаимодействия с потребителями B2B-продуктов, систематизированы современные инструменты цифрового маркетинга по этапам воронки продаж. Предложена концепция программного продукта, включающего интерактивный модуль «Диагност бизнеса» для квалификации лидов. Результаты могут быть использованы IT-компаниями для повышения эффективности маркетинговых стратегий и увеличения конверсии.

Ключевые слова. автоматизация учета, цифровая экономика, привлечение клиентов, цифровой маркетинг, воронка продаж, CRM-системы, персонализация, квалификация лидов, B2B-продажи, программные решения, контент-маркетинг, сквозная аналитика, триггерные рассылки, интерактивные виджеты.

Цифровая трансформация экономики привела к кардинальным изменениям на рынке программного обеспечения, в частности в сегменте систем автоматизации учета (бухгалтерского, управленческого, складского). Рынок перенасыщен предложениями: от решений для малого бизнеса до масштабируемых ERP-систем для крупных корпораций. В этих условиях разработчики и интеграторы сталкиваются с серьезной проблемой: как выделиться среди конкурентов и эффективно донести ценность продукта до потребителя, который стал более информированным и требовательным [1].

Традиционные методы продвижения (холодные звонки, прямая реклама) теряют эффективность [2]. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью систематизации современных цифровых инструментов и разработки практических рекомендаций (а также программных средств) для повышения эффективности привлечения клиентов в высококонкурентной нише автоматизации учета.

Целью данной работы является анализ существующих и разработка новых методов поддержки привлечения клиентов для компаний, работающих в сфере автоматизации учета, в условиях цифровой экономики.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выявить основные проблемы и барьеры, возникающие при привлечении клиентов на рынке B2B-решений для автоматизации учета;
- классифицировать современные методы цифрового маркетинга и оценить их применимость в данной предметной области;
- разработать концепцию и описать функционал специализированного программного продукта (веб-приложения), направленного на автоматизацию процесса привлечения и «прогрева» потенциальных клиентов.

Сфера автоматизации учета относится к категории сложных B2B-продуктов, характеризующихся длительным циклом сделки и высокой стоимостью ошибки при выборе [3]. Анализ литературы и современной практики позволяет выделить ключевые проблемы, с которыми сталкиваются компании-вендоры и интеграторы:

- Высокий порог входа для клиента: Потенциальный заказчик часто не до конца осознает свои потребности или не понимает, как именно автоматизация решит его бизнес-задачи.
- Недоверие к поставщикам: Рынок переполнен недобросовестными интеграторами, что вызывает настороженность у заказчиков [4].
- Сложность демонстрации ценности: Невозможно «пощупать» софт до его внедрения, а демо-версии часто требуют временных затрат на настройку. [5]

В цифровой экономике эти проблемы усугубляются информационным шумом. Потенциальный клиент ежедневно сталкивается с тысячами рекламных сообщений, что приводит к «баннерной слепоте». Следовательно, методы привлечения должны быть не просто «громкими», а релевантными и полезными.

Основой современного привлечения является цифровой маркетинг [6]. Однако для целей данного исследования важно структурировать эти методы. В таблице 1 представлена систематизация методов и

средств поддержки привлечения клиентов в соответствии с этапами классической модели воронки продаж AIDA (Attention – Interest – Desire – Action).

Таблица 1 – Методы и средства привлечения клиентов на различных этапах воронки продаж

Этап воронки	**Цель этапа**	**Методы и средства**	**Инструменты цифровой экономики**	**Ожидаемый результат**
Внимание	Привлечь ЦА, информировать о проблеме	Контент-маркетинг, SEO, контекстная реклама	Поисковики, YouTube, Telegram	Рост трафика, узнаваемость
Интерес	Вовлечь, собрать контакты	Лид-магниты, чат-боты, калькуляторы	AI-чатботы, вебинары, виджеты	База теплых лидов, сегментация
Желание	Сформировать предпочтение	Персонализация, ретаргетинг, демо	CRM, маркетинговые платформы	Рост запросов на демо
Действие	Подтолкнуть к покупке	Формы, консультанты, рефералы	Онлайн-чаты, интеграция с CRM	Рост конверсии, сделки

Данная классификация позволяет компаниям выстраивать системную работу с потенциальными клиентами, используя релевантные инструменты на каждом этапе. Особую значимость в цифровой среде приобретают интеллектуальные средства (калькуляторы, чат-боты), которые работают с клиентом 24/7 и позволяют персонализировать предложение без участия человека.

Теоретический анализ выявил необходимость в инструменте, который бы объединил разрозненные каналы коммуникации и позволил автоматизировать первые этапы взаимодействия с клиентом. В рамках данной работы была разработана концепция и прототип программного продукта, архитектура которого представлена на рисунке 1.

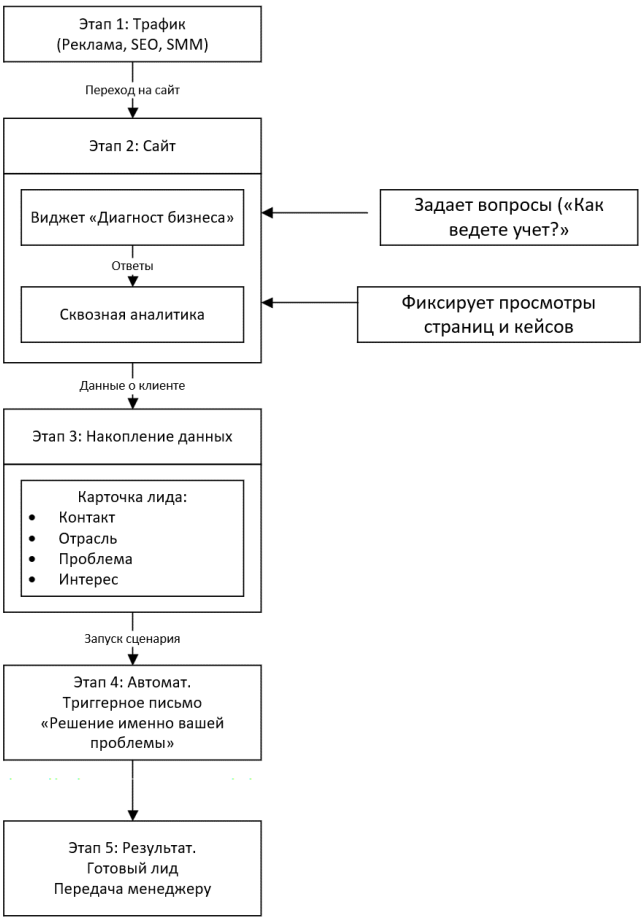


Рисунок 1 – Архитектура взаимодействия модулей программного продукта

Цель создания продукта: сократить время от первого касания с клиентом до передачи квалифицированного лида менеджеру, а также повысить конверсию сайта в заявки за счет интерактивного взаимодействия.

Ключевым элементом продукта является интерактивный модуль «Диагност бизнеса» – пошаговый опросник, выявляющий бизнес-процессы клиента. На основе ответов система генерирует отчет с «болевыми точками» и рекомендациями. Модуль работает на этапах «Внимание» и «Интерес», обеспечивая сбор квалифицированных контактов.

Модуль сквозной аналитики отслеживает действия пользователя на сайте, обогащая карточку лида в CRM для персонализации предложений на этапе «Желание».

Автоматический триггерный email-маркетинг: если после «Диагноста» пользователь не оставил заявку, система через 24 часа отправляет персонализированное письмо с решением выявленной проблемы, реализуя принцип «заботы» без участия человека.

Модуль визуализации пути клиента – личный кабинет маркетолога с полной картиной взаимодействия посетителей, сгруппированных по сегментам, для корректировки стратегии.В ходе выполненного исследования были решены поставленные задачи: проанализированы основные проблемы привлечения клиентов на рынке автоматизации учета, систематизированы современные цифровые методы их преодоления.

Техническая реализация: клиентская часть разработана на HTML, CSS и JavaScript, backend – на Java с использованием Spring Framework. Взаимодействие с CRM-системами осуществляется через REST API.

Главным практическим итогом работы стала разработка концепции и прототипа веб-приложения. Новизна предложенного программного продукта заключается не просто в сборе лидов, а в интеллектуальной квалификации клиента на основе его собственных ответов о бизнес-процессах («Диагност бизнеса»). Это позволяет перевести маркетинговое взаимодействие из плоскости «мы продаем» в плоскость «мы помогаем решить вашу проблему», что кратно повышает доверие и, как следствие, конверсию в продажи для компаний, специализирующихся на автоматизации учета в условиях цифровой экономики.

Внедрение подобных инструментов позволяет компаниям выстраивать долгосрочные, персонализированные отношения с клиентами, что является ключевым конкурентным преимуществом в цифровой среде.

Список использованных источников:

1. *Котлер, Ф. Принципы маркетинга / Ф. Котлер, Г. Армстронг. – М.: Вильямс, 2021. – 752 с.*
2. *Четверикова, И.Ю. Цифровая экономика: вызовы и возможности / И.Ю. Четверикова. – М.: Инфра-М, 2022. – 180 с.*
3. *Баранов, П.А. CRM-системы и автоматизация продаж / П.А. Баранов. – СПб.: Питер, 2020. – 224 с.*
4. *HubSpot. State of Marketing Report 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.hubspot.com/state-of-marketing. – Дата доступа: 05.03.2026.*
5. *Gartner. Magic Quadrant for CRM and Customer Engagement Center 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gartner.com. – Дата доступа: 05.03.2026.*
6. *McKinsey & Company. Digital Marketing Trends in B2B Software Sales [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: https://www.mckinsey.com. – Дата доступа: 05.03.2026.*

UDC 004.774:339.138-048.35

METHODS AND TOOLS FOR SUPPORTING CUSTOMER ATTRACTION IN THE FIELD OF ACCOUNTING AUTOMATION IN THE DIGITAL ECONOMY

Haisenok D.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vysotski S.Y. – PhD in Economics

Annotation. The article explores methods and tools for customer attraction for companies developing and implementing accounting automation systems in the digital economy. The main problems of interaction with consumers of B2B products are identified, modern digital marketing tools are systematized according to the stages of the sales funnel. The concept of the LeadEnhance software product is proposed, including an interactive module "Business Diagnost" for lead qualification. The results can be used by IT companies to improve the effectiveness of marketing strategies and increase conversion.

Keywords. accounting automation, digital economy, customer attraction, digital marketing, sales funnel, CRM systems, personalization, lead qualification, B2B sales, software solutions, content marketing, end-to-end analytics, trigger emails, interactive widgets.

84. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ШЕЛЛА И ХОАРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Рябычина А. С., студент гр.577602

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Кириенко Н.А. – кандидат технических наук, доцент

Аннотация. В работе рассматривается применение алгоритмов сортировки Шелла и Хоара для решения экономических задач обработки больших данных. Проанализированы сценарии использования сортировок в экономике. Описана теоретическая разница между простыми и усовершенствованными методами. Проведен эксперимент на массивах. Результаты подтверждают целесообразность метода сортировки Хоара для экономического анализа больших данных.

Сортировка массивов является одним из основополагающих инструментов в экономическом анализе и обработке и организации больших данных [1]. В финансовом секторе алгоритмы сортировки упорядочивают миллионы транзакций по времени, сумме или риску. В оптимизации инвестиционных портфелей сортировка активов по доходности/волатильности позволяет быстро находить оптимальные комбинации. В ритейле сортировка заказов по приоритету (например, цена, популярность, локация) оптимизирует логистику. Сортировка также применяется в макроэкономическом моделировании для оценки и ранжирования эффективности отдельных единиц в разные периоды [2]. Сортировки обеспечивают высокие скорость и точность экономического анализа. В банковских системах сортировка транзакций ускоряет поиск аномалий, а в логистике помогает оптимизировать маршруты поставок. Простые сортировки (методы пузырька, вставки, выбора) неэффективны для больших данных из-за квадратичной зависимости от размера массива. Из-за этого они эффективны для только массивов небольших размеров. Усовершенствованные алгоритмы решают эту проблему. Сортировка Шелла (улучшенный метод вставки) сначала работает с элементами, находящимися на большом расстоянии друг от друга, далее уменьшает расстояние, что позволяет быстрее перемещать элементы на свои места. Сортировка Хоара (быстрая, QuickSort) является рекурсивным методом, основанным на принципе «разделяй и властвуй». Данная сортировка предполагает выбор опорного элемента, деление массива на группы: меньшие, равные и большие, чем опорные. Каждая из этих групп сортируется рекурсивно.

Целью эксперимента является сравнение эффективности сортировок Шелла [3] и Хоара [4] на массивах случайных целых чисел от -1000 до 1000. Тестируемые размеры массивов: от 10 000 до 1 000 000 элементов с шагом 10,000. Для каждого размера проводится 10 запусков, заполняя массивы случайно, копируя в буферы для каждой сортировки. Время измеряется через функцию clock(). Средние значения сохраняются в структуру tests_res. На экран выводятся результаты сортировок каждого размера (по 10 раз на размер), а также средние значения в формате для преобразования в таблицу.

Основные шаги разработанного алгоритма следующие.

1. Установить n=10000.
2. Если n≤1000000, перейти к шагу 4, иначе завершить.
3. Выделить динамическую память под три массива размером n элементов. Инициализировать.
4. Установить счетчик i=1.
5. Если i<11, перейти к шагу 6, иначе к шагу 9.
6. Сгенерировать случайный массив. Скопировать его в два вспомогательных массива. Замерить время выполнения сортировки Шелла и быстрой сортировки. Добавить измеренные времена к значению среднего. Вывести результат. Увеличить i на 1 и перейти к шагу 5.
7. Вычислить средние времена работы программы. Сохранить результаты в массив структур для текущего n.
8. Освободить память. Увеличить n на 10000 и перейти к шагу 2.
9. Вывести заголовок "СРЕДНЕЕ" и средние времена для всех n из массива структур.

Проанализируем графики, построенные на средних значениях времени выполнения сортировок методами Шелла и Хоара по 10 запускам. Экспериментальные данные показывают время выполнения в секундах (среднее по 10 запускам). Исследуя график, можно заявлять о том, что метод Хоара стабильно быстрее метода Шелла для всех размеров массива, но особенно при сортировке 100 тыс-1 млн элементов, благодаря рекурсивному разделению. График представлен в системе зависимости времени от размера массива: график скорости работы алгоритма, сортирующего методом Хоара, ниже графика скорости

работы алгоритма, сортирующего методом Шелла, но оба растут как логарифмические функции (рисунок 1).

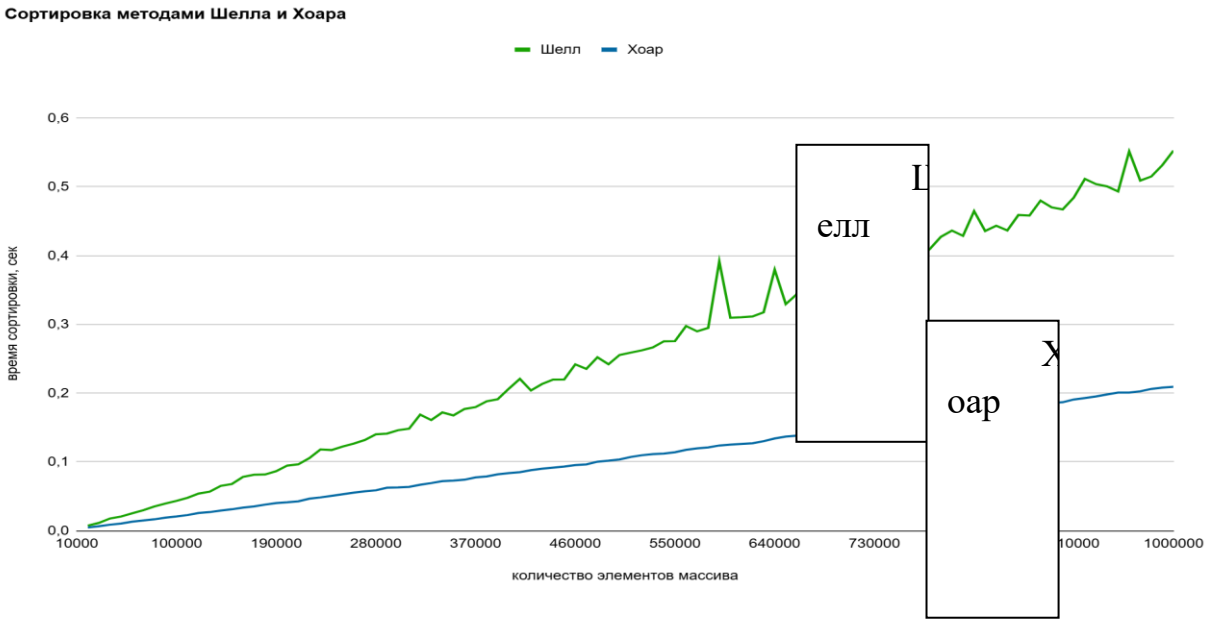


Рисунок 1 – Графики скорости работы алгоритмов

Рассчитаем, насколько метод Хоара эффективнее метода Шелла. Назовем это значение ускорением. Рассчитаем его как (tShell−tHoar)/tShell×100%, где t – среднее время в секундах. Среднее ускорение по всем размерам составляет 57.5%, медианное – 58.6%, для малых (n≤105) – 47.3%, для больших ($n>5*10^5$) – 60.4%. Сравнение показало превосходство метода Хоара над методом Шелла по времени для случайных массивов больших размеров, что идеально для экономических задач с большими данными (разница составила 36-62% (10^4 - 10^6 элементов)). Оба алгоритма масштабируемы, но метод Хоара выигрывает за счет оптимального разделения массива на группы.

Заключение

Проведенные исследования подтвердили превосходство сортировки Хоара над методом Шелла для обработки больших массивов экономических данных — среднее ускорение 57,5%, на больших объемах до 60,4%. Оба алгоритма эффективны для финансового анализа транзакций, оптимизации портфелей и логистики, но QuickSort оптимален для реального времени. Полученные результаты рекомендуют применять сортировку Хоара в системах экономического моделирования больших данных.

Список использованных источников:

[1] Теплов А.В. Применение алгоритмов сортировки и поиска при обработке экономических данных [Электронный ресурс] // Казанский государственный энергетический университет. – Режим доступа: https://birskin.ru/index.php/2012-02-07-11-31-02/57-iii-/1434-2025-11-17-06-26-43?format=pdf.ijeais

[2] Сортировщики: Основы, применение и будущее алгоритмов сортировки [Электронный ресурс] // VseKolledzhi.ru. – Режим доступа: https://vsekolledzhi.ru/articles/sortirovschiki-osnovy-primenenie-i-buduschee-algoritmov-sortirovki/.theknowledgeacademy

[3] Горков А. Эффективные алгоритмы сортировки (BoAT_03_effective_sort) [Электронный ресурс] // Agorkov.ru. – Режим доступа: https://agorkov.ru/wp-content/uploads/papers/BoAT_03_effective_sort.pdf.ftc

[4] Описание алгоритмов сортировки и сравнение их производительности [Электронный ресурс] // Habr.com. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/335920/.ijsret

УДК 519.6:004.89

85. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЖАДНОГО И ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВМЕСТИМОСТИ ДЛЯ ФИКСИРОВАННЫХ МАРШРУТОВ КАРПУЛИНГА

Али Марван А.Ф.А., магистрант гр.476701
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Федосенко В.А., кандидат технических наук, доцент

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ жадного алгоритма (Best-Fit) и генетического алгоритма (GA) в задаче распределения мест для междугороднего карпулинга. Установлено, что генетический алгоритм увеличивает число обслуженных пассажиров на 24%, что напрямую конвертируется в рост выручки оператора. Несмотря на высокую вычислительную сложность, GA позволяет реализовать полноценную модель управления доходами (Revenue Management). Авторами предложен переход от простой оптимизации к экономической модели, включающей динамическое ценообразование и гибкие скидки до 30% для минимизации потерь от незаполненных мест.

Ключевые слова. Карпулинг, генетический алгоритм, управление доходами, оптимизация выручки, динамическое ценообразование, многомерная задача о рюкзаке.

В современных системах совместной мобильности эффективность использования автопарка напрямую зависит от алгоритмов сопоставления водителей и пассажиров. Оптимальное распределение ресурсов в данном контексте выступает ключевым фактором экономической устойчивости сервиса, позволяя максимизировать выручку оператора за счет снижения доли пустых мест и одновременно минимизировать экологическую нагрузку на транспортную сеть через повышение удельной загрузки каждого транспортного средства. В то время как классический райдхейлинг опирается на динамическую маршрутизацию по запросу, межгородской карпулинг и кастомизированные шаттлы оперируют в условиях фиксированного маршрута и расписания. В таких условиях фокус смещается с задачи построения пути на комбинаторную задачу назначения подмножества пассажиров на ограниченное количество посадочных мест транспортного средства.

Вычислительная сложность поиска оптимального распределения мест в мультисегментных маршрутах относится к классу NP-трудных задач [3]. Использование точных методов (например, симплекс-метода или алгоритма ветвей и границ) для крупномасштабных систем признается нерациональным из-за «комбинаторного взрыва». В связи с этим в области транспортной оптимизации доминируют эвристические и метаэвристические подходы [2]. Поиск баланса между скоростью вычислений и качеством решения имеет критическое значение для внедрения систем динамического ценообразования и оперативного управления доходами платформы. Целью данной работы является теоретический и эмпирический сравнительный анализ детерминированной эвристики (жадного алгоритма Best-Fit) и стохастического глобального поиска (генетического алгоритма) в задаче статической аллокации пассажиров

Математическая постановка задачи. Рассматриваемая задача концептуально сводится к многомерной 0–1 задаче о рюкзаке (Multidimensional Knapsack Problem, MKP) [2].

Пусть задан фиксированный маршрут транспортного средства, состоящий из последовательности остановок 1, 2, …, m. Транспортная система получает множество заявок на перевозку $J = \{1, \dots, n\}$. Каждая заявка $j \in J$ характеризуется станцией посадки o_j, станцией высадки d_j (где $o_j < d_j$) и запрашиваемым пассажиро-километражем t_j. Вводится бинарная переменная решения $x_j \in \{0, 1\}$, где x_j = 1, если заявка j принимается к обслуживанию, и x_j = 0 в случае отказа [2].

Ключевым ограничением модели является ограничение вместимости (1): на каждом сегменте маршрута суммарное число пассажиров в салоне не должно превышать физической вместимости транспортного средства:

$$\sum \mathrm{x_j} \le \mathrm{C}, \quad \forall \mathrm{k} \in \{1, \dots, \mathrm{m}-1\}, \quad \text{где j: } \mathrm{o_j} \le \mathrm{k} < \mathrm{d_j} \tag{1}$$

где x_j— бинарная переменная принятия заявки j (1 — принята, 0 — отклонена); C — максимальная вместимость транспортного средства (число мест); k — индекс сегмента маршрута между остановками k и $k + 1$; o_j и o_j — остановки посадки и высадки пассажира j соответственно; m — общее число остановок на маршруте.

Целевая функция (2) максимизирует общее число обслуженных пассажиров: каждая принятая заявка вносит вклад 1 в целевое значение независимо от длины поездки:

$$max \ \sum x_j \,,\ j \in \{1, \dots, n\} \tag{2}$$

где x_j— бинарная переменная решения для заявки j; n — общее число поступивших заявок на перевозку; суммирование ведётся по всем $j \in J = \{1, \dots, n\}$.

В многокритериальных постановках данная функция может быть расширена для учёта пассажиро-километража ($max \sum t_j x_j$).

Алгоритмические решения. Жадный алгоритм Best-Fit принимает локально оптимальные решения на каждом шаге без применения механизмов возврата [1]. В реализованном варианте пассажиры сортируются по убыванию длины поездки — от наиболее длинных к коротким. Данный критерий обоснован тем, что длинные поездки занимают наибольшее число сегментов и потребляют наибольший объём провозной ёмкости, определяемой ограничением (1).

Стратегия Best-Fit выбрана среди трёх реализованных вариантов (FirstFit, BestFit, RandomFit) ввиду её наилучших теоретических характеристик: в отличие от FirstFit, она минимизирует остаточную ёмкость на «узком» сегменте, назначая пассажира в транспортное средство с наименьшим свободным местом. Вычислительная сложность ограничена $O(N \, log \, N)$, что гарантирует высокую масштабируемость. Однако метод имеет существенный разрыв оптимальности: приоритетный выбор длинных маршрутов может заблокировать ёмкость для комбинации коротких поездок [2].

Генетический алгоритм (GA) преодолевает ограничения локальных оптимумов посредством имитации популяционной эволюции. Применяется перестановочное кодирование: хромосома — вектор $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_N)$ очерёдности обработки N заявок [3]. Качество каждой перестановки оценивается функцией приспособленности (3), вычисляемой детерминированным декодером, который последовательно применяет ограничение (1) к каждой заявке в порядке, заданном хромосомой.

Функция приспособленности реализована в виде (3) — взвешенной суммы двух критериев, обеспечивающей абсолютный приоритет числа обслуженных пассажиров над суммарным расстоянием:

$$F(\pi) = \ 10\,000 \ \cdot \sum x_{\pi i} \ + \ \sum t_i \, x_{\pi i} \tag{3}$$

где π — хромосома (перестановка), задающая порядок обработки заявок декодером; $\boldsymbol{x_{\pi i}}$ — бинарная переменная, определяемая детерминированным декодером: равна 1, если заявка на позиции i в перестановке π успешно размещена в транспортном средстве, и 0 в противном случае; t_j — пассажиро-километраж заявки j (длина поездки в сегментах: $d_j - o_j$); коэффициент 10000 обеспечивает абсолютный приоритет числа обслуженных пассажиров над суммарным расстоянием.

Первый слагаемый с коэффициентом 10000 обеспечивает абсолютный приоритет максимизации числа обслуженных пассажиров. Второй слагаемый (суммарный пассажиро-километраж) выступает в роли тай-брейкера: при равном числе пассажиров предпочтение отдаётся решению с бóльшим суммарным расстоянием. Для обеспечения генетического разнообразия и предотвращения деградации валидных перестановок применяется оператор частично отображаемого кроссовера (PMX) совместно с адаптивной мутацией трёх типов: обмен позиций (Swap), перемещение элемента (Relocate) и реверс подпоследовательности (Reverse). Начальная популяция включает две детерминированных затравки — сортировку по возрастанию и убыванию длины поездки — и случайные перестановки. Асимптотическая временная сложность GA масштабируется как O(P · G · N), где P — размер популяции, G — количество поколений [3].

Вычислительный эксперимент и результаты. Эксперимент реализован в виде Python-скрипта сравнительного тестирования. Для каждого из четырёх сценариев формировалась воспроизводимая случайная задача с фиксированным начальным значением генератора (seed = 42). Вместимость водителей задавалась случайно в диапазоне 2–4 места; маршруты пассажиров генерировались равномерно по всему диапазону остановок. Жадный алгоритм запускался однократно; результаты GA усреднялись по трём независимым запускам (P = 80, G = 100) для снижения влияния стохастичности. Нагрузка в каждом сценарии намеренно превышает провозную ёмкость на 90–110%: при такой нагрузке не все пассажиры могут быть обслужены, поэтому порядок их рассмотрения — и, следовательно, выбор алгоритма — непосредственно влияет на итоговое число принятых заявок. Заполняемость вычисляется по формуле: (сумма пассажиро-сегментов назначенных пассажиров) / (общее число сегментов всех транспортных средств) × 100%. Результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ эффективности алгоритмов распределения пассажиров.

Сценарий	Алгоритм	Обслужено пассажиров	Дистанция (км)	Заполняемость (%)	Время (мс)
Low_Demand	Жадный	32 / 45	69.0	92.0	0.1
Low_Demand	Генетический	40 / 45	69.0	92.0	804.0
Medium_Urban	Жадный	97 / 130	324.0	80.0	0.4
Medium_Urban	Генетический	119 / 130	324.3	80.1	4432.0
High_Congestion	Жадный	183 / 250	872.0	86.5	1.4
High_Congestion	Генетический	221 / 250	854.0	84.7	11511.0
Extreme_Peak	Жадный	310 / 450	1879.0	83.1	4.1
Extreme_Peak	Генетический	385 / 450	1739.3	76.9	33384.0

Число обслуженных пассажиров. Во всех четырёх сценариях GA стабильно превосходит жадный алгоритм по основному критерию — числу принятых заявок. В сценарии Low_Demand GA обслуживает 40 из 45 пассажиров против 32 у жадного (+25%). В Medium_Urban — 119 против 97 (+22.7%). В High_Congestion — 221 против 183 (+20.8%). Наиболее выраженный эффект наблюдается в Extreme_Peak: GA принимает 385 заявок против 310 у жадного алгоритма, что соответствует приросту в 75 пассажиров (+24.2%). Это объясняется тем, что при большом числе остановок и высокой нагрузке пространство допустимых перестановок значительно расширяется и эволюционный поиск эффективнее исследует его по сравнению с детерминированной жадной стратегией.

Парадокс заполняемости**.** Несмотря на превосходство по числу посадок, GA демонстрирует меньшую заполняемость салона в High_Congestion и Extreme_Peak. В Extreme_Peak жадный алгоритм достигает 83.1%, тогда как GA — лишь 76.9%, хотя и обслуживает на 75 пассажиров больше. Это явление обусловлено структурой целевой функции (3): метаэвристика обнаруживает, что для максимизации $\sum x_j$ выгоднее разместить нескольких пассажиров с короткими поездками там, где один длинный маршрут занимал бы то же место. Каждое место используется «дробно» — несколькими короткими поездками вместо одной длинной, — что снижает суммарный пассажиро-километраж и, следовательно, метрику заполняемости. Жадный алгоритм, сортирующий по убыванию длины поездки, напротив, стремится закрыть сквозные маршруты и генерирует больший пассажиро-километраж.

Время выполнения**.** Разрыв во времени выполнения носит принципиальный характер. Жадный алгоритм обрабатывает 45 заявок за 0.1 мс, 450 — за 4.1 мс, что соответствует теоретической сложности $O(N\ log\ N)$ и делает его пригодным для систем реального времени. GA требует 804 мс (Low_Demand), 4432 мс (Medium_Urban), 11511 мс (High_Congestion) и 33 384 мс (Extreme_Peak) — в сотни и тысячи раз больше. Это исключает применение GA в системах с жёсткими временными ограничениями, однако делает его эффективным инструментом стратегического планирования: при формировании расписания межгородских маршрутов в ночное время задержка в десятки секунд приемлема в обмен на существенное увеличение числа обслуженных пассажиров.

Масштабируемость преимущества GA. С ростом размера задачи абсолютный прирост GA увеличивается: +8 пассажиров (Low_Demand), +22 (Medium_Urban), +38 (High_Congestion), +75 (Extreme_Peak). Это свидетельствует о том, что при большей размерности задачи пространство поиска становится богаче и эволюционный подход полнее реализует свой потенциал, тогда как жадный алгоритм демонстрирует стабильную, но ограниченную эффективность, не способную адаптироваться к глобальной структуре задачи.

Заключение. Проведённый анализ показывает, что генетический алгоритм обслуживает на 24% больше пассажиров, чем жадный алгоритм Best-Fit, за счёт глобального поиска в пространстве перестановок, тогда как жадный алгоритм выигрывает по скорости (4.1 мс против 33 секунд) и заполняемости салона. С экономической точки зрения выбор алгоритма непосредственно влияет на выручку оператора: каждое дополнительно занятое место генерирует доход, а незаполненный салон — прямые потери. Данная работа представляет собой первый этап исследования; следующим шагом является интеграция модуля динамического ценообразования, в котором базовый тариф определяется регрессионной моделью по факторам расстояния, спроса и типа дня, а затем корректируется в зависимости от текущей заполняемости — вплоть до 30% скидки при пустом салоне. Такой подход

позволит оценить не только число обслуженных пассажиров, но и совокупную выручку оператора, превращая задачу комбинаторной оптимизации в полноценную экономическую модель управления доходами карпулинговой платформы.

Список использованных источников:

1. Introduction to Algorithms / T. H. Cormen [et al.] // 4th ed. — Cambridge : MIT Press, 2022.

2. Heuristic and metaheuristic algorithms for the multidimensional knapsack problem: A comprehensive review / Y. Wang, X. Li // Computers & Operations Research, 2023. — Vol. 152. — Art. 106132. — DOI: 10.1016/j.cor.2023.106132.

3. Solving Multidimensional Knapsack Problem with Bayesian Multiploid Genetic Algorithm / E. Gazioglu // Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence, 2022. — Vol. 3, No. 2. — P. 58–64.

UDC 519.6:004.89

COMPARATIVE ANALYSIS OF GREEDY AND GENETIC ALGORITHMS IN THE CAPACITY ALLOCATION OPTIMIZATION PROBLEM FOR FIXED CARPOOLING ROUTES.

Ali Marwan A.F.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Fedosenko V.A. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Annotation. This paper evaluates a greedy algorithm (Best-Fit) and a genetic algorithm (GA) for seat allocation in intercity carpooling. The results show that the GA increases the number of passengers served by 24%, directly impacting the operator's profitability by reducing the "lost opportunity" of empty seats. While the greedy algorithm (O(N log N)) is faster, the GA enables a sophisticated Revenue Management approach. The study concludes that integrating such algorithms with dynamic pricing—offering up to 30% discounts based on occupancy—transforms combinatorial optimization into a robust economic model for shared mobility platforms.

Keywords. Carpooling, genetic algorithm, revenue management, profit optimization, dynamic pricing, multidimensional knapsack problem.

УДК 004.4:339.187

86. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕБЕЛЬНОГО МАГАЗИНА С ФУНКЦИЕЙ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СБЫТА

Кривецкая Е. Ю. студент группы 273602
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Полоско Е.И. – магистр эк.н., ст. препод. каф. ЭИ

Аннотация. Рассмотрены вопросы разработки информационно-аналитической системы мебельного магазина, предназначенной для автоматизации процессов управления мебельным магазином. Система реализована в виде веб-приложения и предоставляет инструменты для анализа статистики продаж, управления товарами, взаимодействия с клиентами и обработки заказов. Практическая значимость разработки заключается в повышении эффективности управления торговыми процессами, оптимизации работы сотрудников и улучшении качества обслуживания.

Ключевые слова. Информационная система, веб-приложение, управление продажами, автоматизация торговли, мебельный магазин, мониторинг сбыта.

Введение.

Современные предприятия розничной торговли активно внедряют информационные системы для повышения эффективности управления бизнес-процессами. В мебельной сфере это особенно актуально в связи с необходимостью учета широкого ассортимента продукции, контроля выполнения заказов и анализа продаж. В условиях высокой конкуренции предприятиям важно иметь инструменты, позволяющие оперативно получать аналитическую информацию и принимать управленческие решения на основе актуальных данных [1].

Анализ существующих программных решений показал, что часть из них имеет ограниченный функционал или устаревший дизайн, не обеспечивает достаточный уровень аналитики. Кроме того, не во всех системах реализованы средства гибкого управления скидками и взаимодействия с клиентами. Это определяет необходимость разработки информационно-аналитической системы, учитывающей особенности мебельного магазина [2].

Целью исследования является повышение удобства взаимодействия сотрудников и клиентов мебельного магазина через разработку информационно-аналитической системы с возможностью управления ассортиментом, отслеживания заказов и автоматизации процессов обработки заказов и взаимодействия с клиентами.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

– проанализировать существующие программные решения в области автоматизации торговых процессов;

– разработать архитектуру программного средства;

– спроектировать структуру базы данных;

– реализовать программное средство в виде веб-приложения;

– разработать интерфейс взаимодействия пользователей с системой;

– реализовать функционал управления товарами, заказами и клиентами;

– реализовать инструменты анализа статистических данных по продажам;

– провести тестирование разработанного программного средства.

Основная часть.

Разработанное программное средство представляет собой информационно-аналитическую систему, предназначенную для автоматизации процессов управления мебельным магазином. Система реализована в виде веб-приложения и обеспечивает работу пользователей с различными ролями.

В системе предусмотрены три роли: администратор, менеджер и клиент. Функциональные возможности пользователей определяются их ролью.

Администратор выполняет управление учетными записями пользователей: создание, редактирование, удаление, назначение ролей и настройка скидок.

Менеджер осуществляет управление товарами, заказами и анализом продаж. Ему доступны функции просмотра статистики, работы с клиентами, настройки скидок, прогнозирование спроса на товар,

построение маршрутов, а также управления каталогом товаров (добавление, редактирование, архивирование). В части обработки заказов менеджер изменяет их статус и завершает выполнение. Также предусмотрена работа с заявками клиентов.

Клиенты (физические и юридические лица) могут просматривать каталог товаров, оформлять заказы, отслеживать их статус и редактировать профиль. Для юридических лиц дополнительно реализована возможность подачи заявок на специальные условия сотрудничества.

Функциональные возможности системы отражены на диаграмме вариантов использования (рисунок 1).

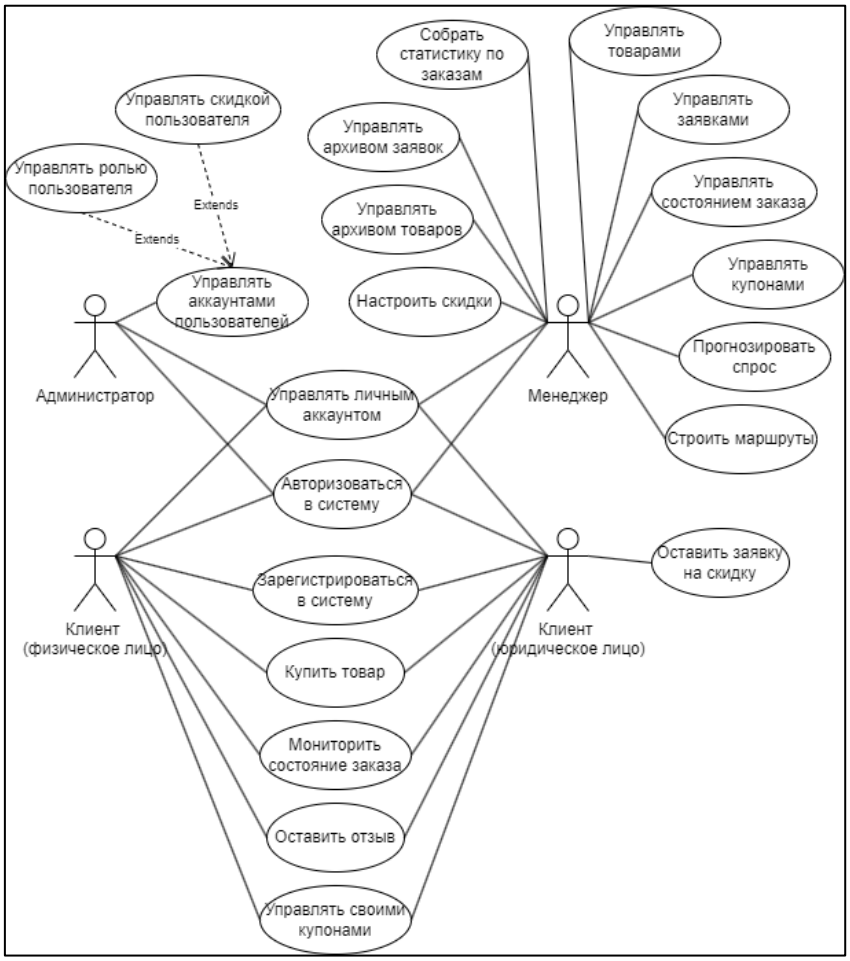


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования информационно-аналитической системы мебельного магазина с функцией управления и мониторинга сбыта

Программное средство реализовано с использованием языка Java. Серверная часть разработана на основе Spring Framework, взаимодействие с базой данных осуществляется с использованием Hibernate/JPA [3]. Для администрирования базы данных используется HeidiSQL [4]. Клиентская часть реализована с применением HTML, CSS и JavaScript, для генерации страниц используется шаблонизатор Thymeleaf [5].

База данных разработанного программного средства включает 9 взаимосвязанных таблиц и приведена к третьей нормальной форме (3НФ), что обеспечивает устранение избыточности данных, повышение целостности и упрощение их обработки.

Структура базы данных отражает основные сущности предметной области мебельного магазина и связи между ними. вязи между таблицами реализованы с использованием внешних ключей, что обеспечивает целостность данных и согласованность операций при работе системы.

Архитектура БД описана на физической модели базы данных и представлена на рисунке 2.

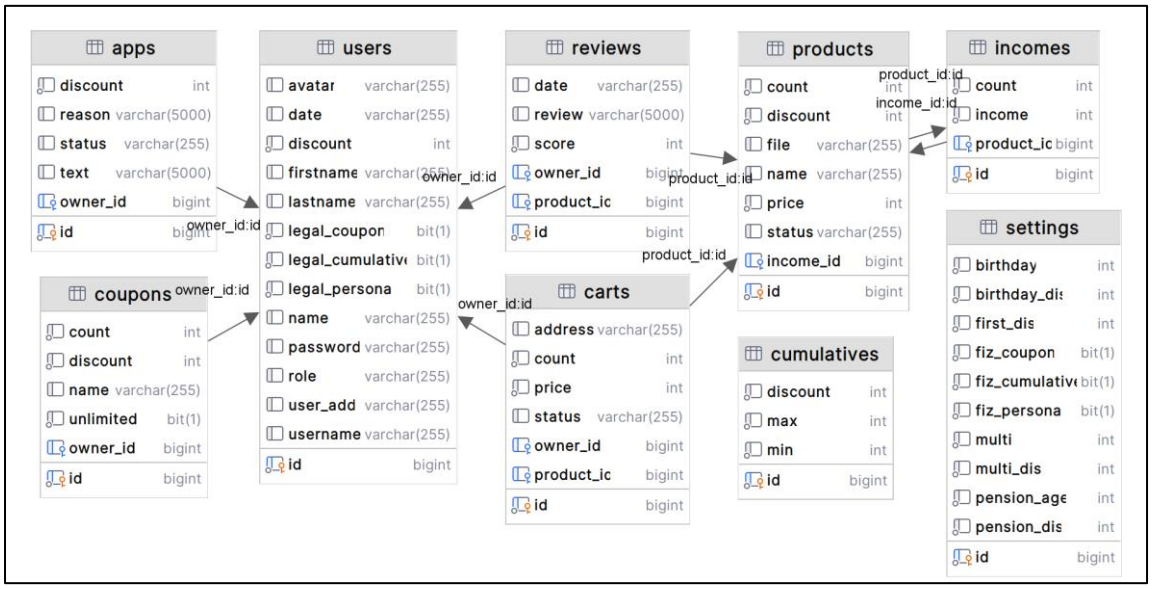


Рисунок 2 – Физическая модель информационно-аналитической системы мебельного магазина с функцией управления и мониторинга сбыта

Интерфейс системы реализован в виде веб-приложения. В зависимости от роли пользователю доступны соответствующие разделы. Менеджеру доступны функции анализа и управления (товары, заказы, клиенты, статистика и др.). Клиенты работают с каталогом, заказами и личным профилем. Администратор осуществляет управление пользователями. Общие элементы интерфейса включают разделы профиля, информацию о системе и функции авторизации.

Основные элементы интерфейса системы представлены на рисунках 3 – 4. Раздел «Товары» предназначен для управления ассортиментом магазина (рисунок 3). В данном разделе обеспечивается просмотр списка товаров, а также их редактирование, архивирование и удаление. Реализован функционал прогнозирования спроса, предусматривающий автоматическую подстановку исходных данных.

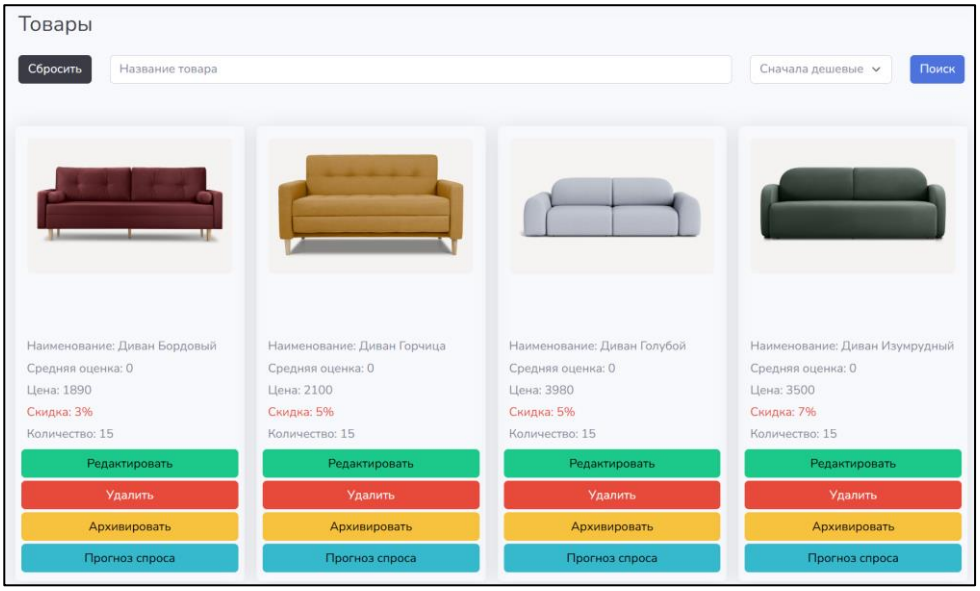


Рисунок 3 – Раздел «Товары» информационно-аналитической системы мебельного магазина с функцией управления и мониторинга сбыта

Раздел «Маршруты доставки» предназначен для построения и анализа маршрутов доставки заказов (рисунок 4). В интерфейсе раздела отображается список заказов с адресами доставки, доступный для выбора пользователем. После выбора заказов система автоматически формирует маршрут. Результаты расчета включают протяженность маршрута, предполагаемое время доставки, а также его графическое отображение на карте.

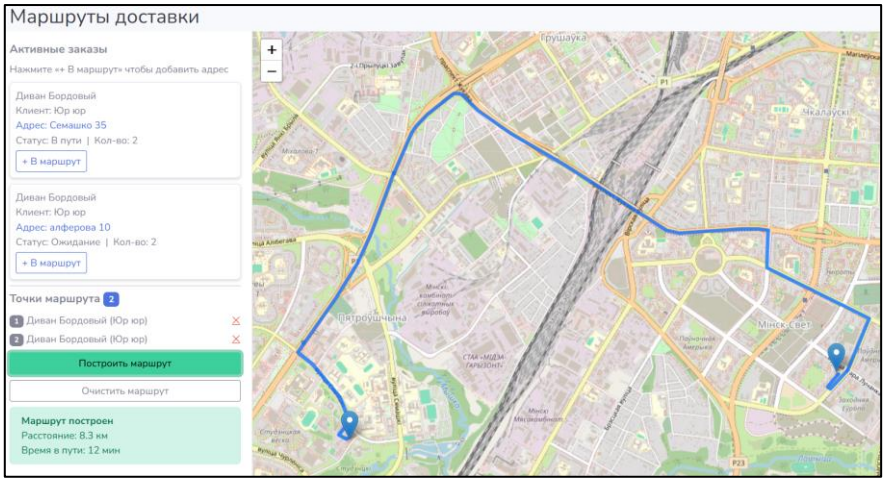


Рисунок 4 – Раздел «Маршруты» информационно-аналитической системы мебельного магазина с функцией управления и мониторинга сбыта

В результате исследования разработана информационно-аналитическая система мебельного магазина, обеспечивающая автоматизацию управления товарами, заказами и клиентами, а также анализ продаж. В ходе работы проведен анализ существующих решений, спроектирована архитектура приложения и структура базы данных, реализовано веб-приложение с разграничением прав доступа пользователей.

Разработанная система включает функционал управления ассортиментом, обработки заказов, настройки скидок, прогнозирования спроса и построения маршрутов доставки с расчетом времени и расстояния. Применение системы позволяет повысить эффективность управления торговыми процессами, сократить время обработки заказов и улучшить качество обслуживания клиентов, что делает информационно-аналитическую систему мебельного магазина практически значимой.

Список использованных источников:

1.Мебельная индустрия Беларуси: возможности и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://factories.by/news/mebelnaya-industriya-belarusi-vozmozhnosti-i-perspekti. Дата доступа: 15.03.2026

2.Рынок мебельного производства: анализ, тенденции и новости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.stavros.ru/articles/rynok-mebelnogo-proizvodstva-analiz-tendentsii-i-novosti/. Дата доступа: 15.03.2026

3.Spring Framework: официальная документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://spring.io/projects/spring-framework. *Дата доступа: 15.03.2026*

4.HeidiSQL: обзор и руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.heidisql.com/help.php. *Дата доступа: 15.03.2026*

5.Thymeleaf: официальный сайт шаблонизатора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.thymeleaf.org/. *Дата доступа: 15.03.2026*

UDC 004.4:339.187

INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM OF A FURNITURE STORE WITH MANAGEMENT AND SALES MONITORING FUNCTIONS

Krivetskaya E. Yu. student of group 273602

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Polosko E.I. – Master of Economics, Senior Lecturer of the Department of EI

Annotation. The article discusses the development of an information and analytical system for a furniture store, which is designed to automate the processes of product management, order processing, and sales monitoring. The developed system is implemented as a web application and provides tools for analyzing sales statistics, managing products, interacting with customers, and processing orders. The practical significance of the development lies in improving the efficiency of trade process management, optimizing the work of employees, and enhancing the quality of service.

Keywords. Information system, web application, sales management, trade automation, furniture store.

87. ГЕЙМИФИКАЦИЯ В МОБИЛЬНОМ БАНКИНГЕ БЕЛАРУСИ: АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НА ФИНАНСОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Морозова И.Д.,студентка группы 578104
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. Геймификация в мобильном банкинге Беларуси стремительно меняет то, как пользователи принимают финансовые решения, превращая привычные операции в эмоционально вовлекающий процесс. Исследование раскрывает психологические механизмы игровых стимулов, анализирует реальные поведенческие эффекты и предлагает рекомендации по этичному внедрению механик, способных одновременно мотивировать и формировать финансовую осознанность.

Геймификация в белорусских мобильных банковских сервисах постепенно перестаёт быть просто модным приёмом и превращается в инструмент, который заметно меняет то, как люди взаимодействуют с финансами. Обычные операции – пополнение, перевод, накопление – начинают восприниматься иначе, когда к ним добавляются игровые элементы. В итоге финансовые решения принимаются не только рационально, но и под влиянием эмоций, что, впрочем, вполне объяснимо: цифровая среда сама по себе стимулирует более лёгкое и непринуждённое поведение.

Сегодня банки в Беларуси активно экспериментируют с игровыми механиками, пытаясь найти баланс между развлечением и реальной пользой. Конкуренция в секторе высокая, и каждая организация стремится удержать пользователя в приложении подольше. Игровые элементы помогают решать эту задачу: они подталкивают клиентов чаще заходить в приложение, выполнять операции, следить за прогрессом накоплений. Поведенческая экономика давно показывает, что люди реагируют на мгновенные стимулы сильнее, чем на долгосрочные выгоды. Поэтому такие механики, как вариативное вознаграждение или визуализация прогресса, оказываются особенно эффективными – они создают ощущение движения вперёд, даже если речь идёт о небольших шагах.

Дополнительно стоит учитывать, что отношение пользователей к игровым элементам формируется не только под влиянием самих механик, но и под воздействием общего контекста использования банковских приложений. Многие молодые люди проводят значительную часть времени в цифровой среде, где игровые элементы встречаются буквально на каждом шагу – от социальных сетей до образовательных платформ. Поэтому, сталкиваясь с геймификацией в банкинге, они воспринимают её не как что-то необычное, а скорее как естественное продолжение привычного цифрового опыта. Однако при этом у части аудитории возникает и обратная реакция: они относятся к игровым элементам настороженно, опасаясь скрытых манипуляций или навязывания активности. Это создаёт интересный контраст – одни пользователи легко вовлекаются, другие же предпочитают сохранять дистанцию, что делает задачу банков по внедрению геймификации более сложной и требующей тонкого баланса.

С точки зрения социальной психологии, геймификация в мобильных банковских сервисах выступает как инструмент, воздействующий на процессы восприятия и интерпретации финансовых действий. Игровые элементы формируют специфическую когнитивную рамку, в которой рутинные операции приобретают эмоциональную окраску и воспринимаются как менее затратные с точки зрения усилий. Это приводит к смещению субъективной оценки риска и полезности, что может усиливать готовность пользователя к совершению дополнительных транзакций. При этом степень влияния геймификации определяется индивидуальными особенностями, такими как уровень самоконтроля, склонность к поиску новизны и чувствительность к вознаграждению.

Белорусские банки используют разные подходы. У Белгазпромбанка Cashalot Catch – это фактически мини-игра внутри приложения, где реальные транзакции влияют на развитие виртуального мира. МТБанк в программе «Манички» делает ставку на миссии, баллы и бонусы партнёров, превращая финансовые действия в цепочку задач. Альфа-Банк в InSync идёт по более мягкому пути: визуальные копилки, персонализация, лёгкие анимации – всё это создаёт эмоционально комфортный опыт, не перегружая пользователя. Важно, что банки не просто добавляют игру ради игры, а стараются встроить её в общий пользовательский сценарий.

Интересно, что результаты небольшого опроса среди десяти молодых пользователей (15–25 лет) показали довольно противоречивую картину. Большинство респондентов либо не используют игровые функции, либо знают о них, но не обращают внимания. Лишь один человек активно взаимодействует с геймификацией. При этом почти никто не выбирает банк из-за игровых элементов – девять участников прямо сказали, что этот фактор для них незначителен. Однако влияние на поведение всё же есть: семь

человек признались, что иногда совершают лишние траты под воздействием игровых стимулов, а четверо покупают что-то ради бонусов.

Наиболее привлекательными элементами оказались бонусы и кешбэк – это неудивительно, поскольку материальная выгода воспринимается как наиболее понятная и ощутимая. Пять человек отметили важность визуализации прогресса накоплений. А вот коллекционирование или эстетические элементы почти никого не заинтересовали. Это говорит о том, что аудитория скорее прагматична: ей важнее польза, чем развлечение. Влияние геймификации на сбережения оказалось умеренным: визуальные копилки помогают некоторым, но большинство не замечает серьёзного эффекта. На рисунке 1 представлена диаграмма выбора игровых механик пользователями.

Рисунок 1 – Диаграмма выбора игровых механик пользователями

В целом данные подтверждают двойственную природу геймификации. С одной стороны, она действительно способна повышать вовлечённость, укреплять связь с брендом и даже поддерживать развитие финансовой грамотности. С другой – при неудачном дизайне игровые элементы могут усиливать импульсивность, отвлекать от реальных целей и провоцировать лишние траты. Особенно это касается молодых пользователей, которые более чувствительны к мгновенным стимулам и ещё не всегда обладают устойчивыми навыками управления бюджетом. Поэтому ключевым становится не наличие геймификации как таковой, а её качество: если механики направлены только на рост активности, они создают риски; если же они помогают формировать полезные привычки, то становятся ценным инструментом.

Таким образом, этичная геймификация – это не отказ от игры, а продуманное её использование. Она предполагает прозрачные правила, поддержку сберегательного поведения, образовательные элементы и возможность для пользователя контролировать влияние игры на свои решения. Такой подход помогает банкам укреплять доверие, улучшать пользовательский опыт и формировать долгосрочные отношения. В условиях цифровой трансформации финансовой сферы этичная геймификация становится не просто способом повысить активность, а стратегическим преимуществом.

Список использованных источников:

8. Лучинин, М. И. К вопросу об особенностях взаимодействия банков с клиентами внутри банковских приложений / М. И. Лучинин // Финансовые рынки и банки. – 2024. – № 12. – С. 305-312. – EDN CWUMBP (дата обращения: 19.03.2026).

9. Игнатовский, Д. А. Анализ системы мотивации персонала организации на основе теории Б. Скиннера / Д. А. Игнатовский // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 6-1(81). – С. 195-198. – DOI 10.24412/2500-1000-2023-6-1-195-198. – EDN RZUEPK (дата обращения: 19.03.2026).

10. Лучинин, М. И. К вопросу об особенностях взаимодействия банков с клиентами внутри банковских приложений / М. И. Лучинин // Финансовые рынки и банки. – 2024. – № 12. – С. 305-312. – EDN CWUMBP (дата обращения: 19.03.2026).

11. Маркеева, А. В. Геймификация в бизнесе: проблемы использования и перспективы развития / А. В. Маркеева // Лидерство и менеджмент. – 2015. – Т. 2, № 3. – С. 169-190. – DOI 10.18334/lim.2.3.596. – EDN XHFNLF (дата обращения: 19.03.2026).

12. Бикмухаметова, К. Геймификация в банковской сфере / К. Бикмухаметова, А. Политунов, Н. Г. Репина // Новое поколение. – 2016. – № 9. – С. 28-33. – EDN VXNGUL (дата обращения: 19.03.2026).

13. Волков, В. Р. Геймификация в банковском маркетинге: анализ восприятия и поведения студентов / В. Р. Волков, М. М. Волкова // Вестник экономики, права и социологии. – 2025. – № 2. – С. 251-257. – DOI 10.24412/1998-5533-2025-2-251-257. – EDN CNLYTD (дата обращения: 19.03.2026).

14. Мельникова, С. В. Геймификация как инструмент продвижения банковских онлайн-сервисов / С. В. Мельникова // Молодой ученый. – 2023. – № 27(474). – С. 167-170. – EDN QTDLCB (дата обращения: 19.03.2026).

88. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛА С ЭЛЕМЕНТАМИ ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТА И ОЦЕНКИ ЗАГРУЗКИ ПЕРСОНАЛА

Панизник А. С., студент группы 272303

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Н.О. – магистр экон. наук, ст. преп. кафедры ЭИ

Аннотация. *В статье рассматриваются проблемы организации проектной деятельности персонала на предприятиях. Особое внимание уделяется вопросам планирования рабочего времени, распределения задач между сотрудниками и контроля загрузки персонала. Рассматриваются возможные методы решения данных проблем с использованием автоматизированных систем управления проектной деятельностью. Разработка подобных систем позволяет повысить эффективность работы сотрудников, оптимизировать использование рабочего времени и улучшить контроль выполнения задач.*

Одной из важных задач любой современной организации является эффективное управление проектной деятельностью персонала. В условиях высокой динамики бизнес-процессов сотрудники одновременно участвуют в нескольких проектах и выполняют множество задач, что требует грамотного планирования рабочего времени и распределения нагрузки. Рациональное управление рабочими ресурсами является важным фактором повышения эффективности деятельности предприятия.

От того, насколько правильно распределены задачи между сотрудниками, зависит производительность труда, соблюдение сроков выполнения проектов и общее качество выполняемых работ. В связи с этим возрастает необходимость использования современных информационных технологий для поддержки процессов управления проектной деятельностью.

Объект исследования: процессы организации проектной деятельности персонала на предприятии.

Предмет исследования: методы, модели и технологии управления задачами, планирования рабочего времени и оценки загрузки персонала.

Правильная организация процессов планирования задач и распределения рабочего времени позволяет повысить эффективность работы сотрудников, обеспечить равномерную загрузку персонала и снизить вероятность возникновения перегрузок или простоев. В рамках управления проектной деятельностью применяются различные методы тайм-менеджмента и контроля выполнения задач, среди которых:

- планирование задач и сроков их выполнения;
- распределение задач между сотрудниками;
- контроль выполнения задач и сроков;
- анализ загрузки сотрудников;
- мониторинг эффективности использования рабочего времени.

В большинстве организаций управление задачами и контроль загрузки сотрудников осуществляется с использованием различных разрозненных инструментов, что усложняет процесс управления проектами и снижает прозрачность выполнения задач. В связи с этим актуальной является задача разработки автоматизированной системы, обеспечивающей поддержку проектной деятельности персонала.

Цель исследования: повышение эффективности управления проектной деятельностью персонала за счет разработки автоматизированной системы поддержки задач, планирования времени и оценки загрузки сотрудников.

В рамках достижения поставленной цели решается задача разработки автоматизированной системы поддержки проектной деятельности персонала с элементами тайм-менеджмента и оценки загрузки сотрудников.

Основные процессы автоматизации включают:

- учет проектов и задач;
- распределение задач между сотрудниками;
- планирование рабочего времени;
- контроль сроков выполнения задач;
- анализ загрузки сотрудников;
- формирование отчетности по выполнению задач и проектной деятельности [1].

Пользователями данной системы являются руководители проектов, сотрудники предприятия, а также администраторы системы.

Автоматизированная система должна обеспечивать выполнение следующих основных функций:

- создание и редактирование проектов и задач;
- распределение задач между сотрудниками;
- планирование сроков выполнения задач;
- учет рабочего времени сотрудников;
- контроль выполнения задач;
- анализ загрузки персонала;
- формирование отчетности по проектной деятельности;
- визуализация информации о состоянии проектов и загрузке сотрудников.

Система состоит из клиентской и серверной частей. Серверная часть реализована на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring Framework и обеспечивает обработку бизнес-логики приложения. Для хранения данных используется система управления базами данных MySQL. Клиентская часть реализована с использованием веб-технологий и обеспечивает взаимодействие пользователей с системой через графический интерфейс. Архитектура системы включает клиентское приложение, сервер приложений и сервер базы данных. Взаимодействие компонентов осуществляется через сетевые протоколы, а обмен данными между сервером приложений и базой данных выполняется с использованием JDBC-соединения (рисунок 1) [2].

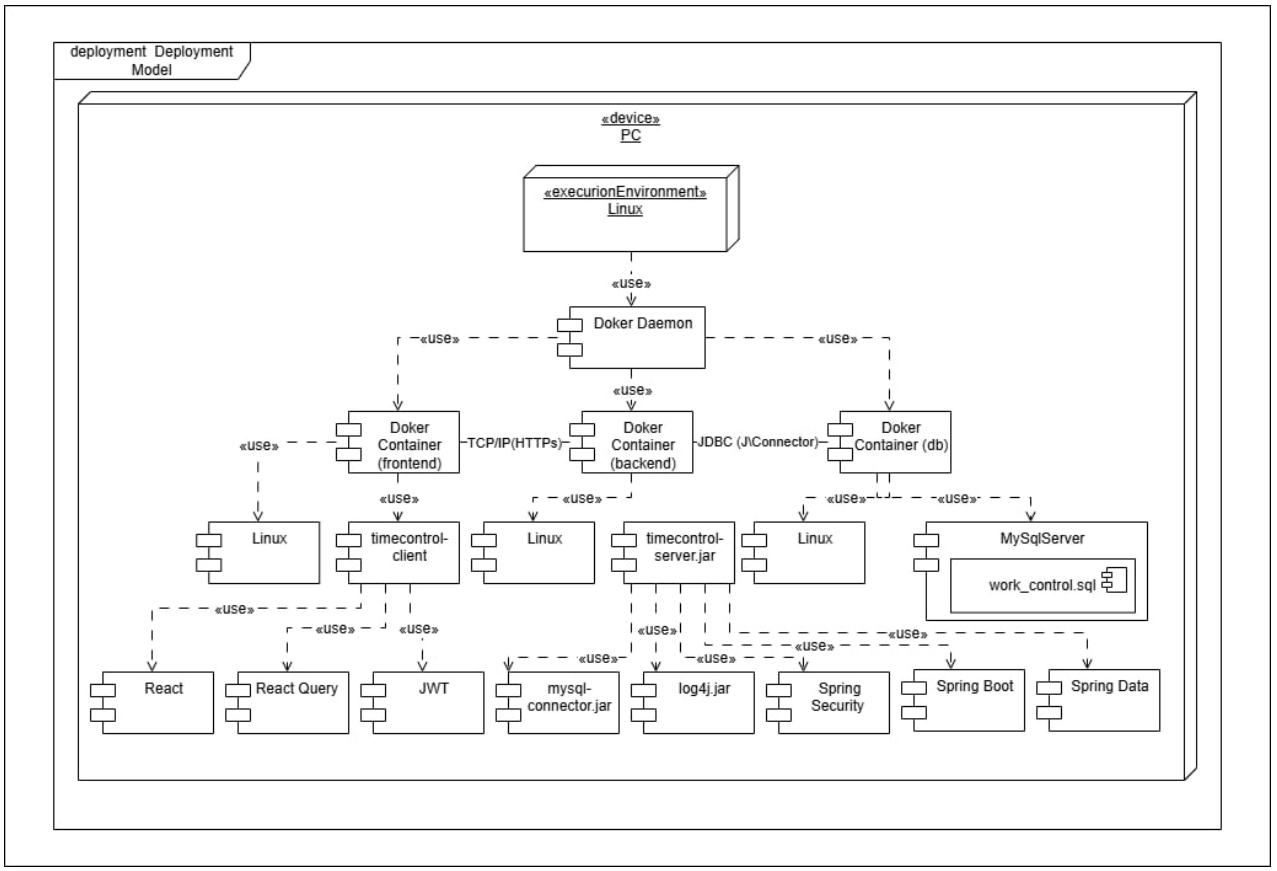


Рисунок 1 – Диаграмма развертывания исполнения программы

Таким образом, разработанная автоматизированная система поддержки проектной деятельности персонала позволяет повысить эффективность управления задачами и рабочим временем сотрудников. Система упрощает процессы планирования и распределения задач между сотрудниками, обеспечивает контроль сроков выполнения работ, а также предоставляет возможность анализа загрузки персонала. Использование системы способствует более рациональному использованию трудовых ресурсов, повышению прозрачности выполнения проектов и улучшению контроля за ходом проектной деятельности.

Список использованных источников:

1. Сазерленд, Д. Scrum: Революционный метод управления проектами / Д. Сазерленд; пер. с англ. М. Гескиной – 2-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 272 с.

2. Фаулер, М. UML. Основы / М. Фаулер. — СПб.: Питер, 2004. — 192 с.

УДК 004.424.5.032.24

89. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В PYTHON И .NET (C#)

Примакович Л.В., магистрант гр.476701
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Логинова И.П. – доцент, кандидат технических наук

Аннотация. В статье проводится сравнительное исследование современных высокоуровневых подходов к параллельному программированию на примере платформ .NET (C#) и Python. Рассматриваются особенности применения Task Parallel Library (TPL) с использованием методов Parallel.For и PLINQ, а также JIT-компилятора Numba с поддержкой автоматического распараллеливания. Разработана методология экспериментальной оценки производительности на основе алгоритма сортировки Шелла. Результаты демонстрируют, что TPL и особенно режим PLINQ, обеспечивает стабильную эффективность и предсказуемую масштабируемость, в то время как Numba позволяет достичь значительного ускорения кода Python, но демонстрирует нелинейную зависимость производительности от количества потоков. Предложены рекомендации по выбору технологии в зависимости от характеристик решаемой задачи.

Ключевые слова: параллельное программирование, .NET, C#, Task Parallel Library (TPL), PLINQ, Python, Numba, JIT-компилляция, сортировка Шелла, производительность, масштабируемость.

Распространение языков высокого уровня и их сред выполнения, таких как .NET и Python, существенно повысило производительность труда разработчиков, но одновременно поставило новые вызовы в области эффективного использования многоядерных процессорных архитектур. Современные вычислительные системы характеризуются сложной иерархией памяти и разнообразием параллельных вычислительных моделей, что требует специализированных подходов к распараллеливанию в рамках рассматриваемых платформ.

Платформы .NET и Python представляют собой программные экосистемы, обеспечивающие выполнение кода через промежуточное представление (байт-код) или интерпретацию, что создает специфические особенности при реализации параллельных вычислений. Ключевыми проблемами являются накладные расходы на управление памятью (сборка мусора), ограничения глобальной блокировки интерпретатора (GIL) для Python и необходимость адаптации традиционных моделей параллельных вычислений к особенностям выполнения кода в языках с автоматическим управлением памятью.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью выбора оптимальных технологий параллельного программирования для научных вычислений и обработки больших данных, где традиционно доминируют экосистемы .NET и Python.

Целью работы является сравнительный анализ двух современных подходов:Task Parallel Library (TPL) в экосистеме .NET как представителя статически типизированных языков с развитой инфраструктурой распараллеливания, и Numba для Python как инструмента динамической JIT-оптимизации и автоматического распараллеливания числового кода.

TPL представляет собой набор высокоуровневых API, интегрированных в платформы .NET Framework и .NET Core, предназначенных для упрощения разработки параллельных и асинхронных приложений. Архитектурно TPL построена на концепции задач (Tasks), которые выполняются параллельно. Теоретической основой эффективности TPL является модель «кражи работы» (work-stealing), при которой потоки, завершившие свою работу, могут «украсть» задачи у других, более загруженных потоков. Это обеспечивает эффективную балансировку нагрузки и минимизацию простоев [1].

Ключевые компоненты TPL, использованные в исследовании:

1 Parallel.For – метод для параллельного выполнения итераций циклов, автоматически распределяющий работу между потоками из пула. Реализует стратегию «разделяй и властвуй», динамически адаптируясь к характеристикам системы и данным.

2. Parallel LINQ (PLINQ) – расширение Language Integrated Query (LINQ) для параллельного выполнения запросов к данным. PLINQ предоставляет декларативную модель программирования, где разработчик описывает что нужно сделать, а система определяет как оптимально распараллелить вычисления.

Теоретическим ограничением для параллельных вычислений в Python является Global Interpreter Lock (GIL) – механизм, предотвращающий одновременное выполнение байт-кода Python несколькими потоками. Numba представляет собой Just-In-Time (JIT) компилятор для Python, разработанный специально для научных вычислений, который обходит это ограничение, выполняя JIT-скомпилированный

код вне управления GIL, что позволяет достичь истинного параллелизма на уровне потоков. В отличие от традиционных интерпретаторов Python, Numba транслирует функции, оформленные декоратором `@njit`, непосредственно в машинный код, используя инфраструктуру компилятора LLVM[2].

Ключевые особенности Numba для параллельных вычислений:

1 Автоматическое распараллеливание циклов через директиву `prange`, которая указывает компилятору на возможность параллельного выполнения итераций.

2. Интеграция с NumPy – поддержка векторных операций над массивами NumPy, что критически важно для производительности научных вычислений.

3 Управление потоками через функцию `set_num_threads()`, позволяющее явно контролировать степень распараллеливания вычислений.

Все эксперименты проводились на единой аппаратной платформе с целью обеспечения сопоставимости результатов. Использовался ноутбук с характеристиками:

1 Процессор AMD Ryzen 5 4600H с графикой Radeon:

a) Текущая скорость: 1.38ГГц (на момент снятия данных);
b) Базовая скорость: 3.00 ГГц;
c) Количество ядер: 6;
d) Количество логических процессоров (потоков): 12;
e) Кэш-память: L1 – 384 Кб, L2 – 3.0 МБ, L3 – 8.0 МБ.

2 Оперативная память: 8192 МБ (8 ГБ).

3 Накопитель (SSD объемом 512 Гб.

Данная конфигурация представляет собой типичную современную вычислительную систему с многопоточной архитектурой (SMT), что позволяет исследовать особенности масштабируемости алгоритмов при различной степени распараллеливания вычислений.

Для сравнительного анализа производительности был выбран алгоритм сортировки Шелла как представитель вычислительно интенсивных алгоритмов с внутренним потенциалом к распараллеливанию. Исследование проводилось на массивах целочисленных данных размерностью 10 000, 50 000, 100 000 и 200 000 элементов. Диапазон тестирования количества потоков охватывал значения от 1 до 12, что соответствует максимальному количеству логических процессоров в используемой системе.

Важным элементом стало использование «прогревочной» итерации, т.е. предварительного, не учитываемого в финальных результатах запуска тестируемого кода перед началом основных измерений. Необходимость ее использования обусловлена особенностями работы высокоуровневых сред исполнения, таких как .NET и Python с Numba (использующей JIT-компиляцию).

При первом выполнении кода происходит ряд процессов, искажающих результаты первоначального («холодного запуска») [3]:

1 В .NET промежуточный код (CIL) компилируется в машинный код непосредственно перед выполнением или во время него. В Numba функция декорируется `@njit`, и компиляция происходит при первом вызове. Этот процесс занимает время и ресурсы, которые не характерны для последующих запусков.

2 При первом обращении к данным (массиву) они загружаются из относительно медленной оперативной памяти в быстрый кэш процессора. Последующие операции с теми же данными выполняются значительно быстрее благодаря кэшу.

3 В .NET при первом использовании TPL пул потоков требует времени для создания и запуска потоков. В Numba также могут быть накладные расходы, связанные с инициализацией внутренних структур для параллельного выполнения.

Таким образом, «прогревочная» итерация позволяет привести систему в более стабильное состояние, когда код уже скомпилирован, данные находятся в кэше, а инфраструктура распараллеливания инициализирована. В данном исследовании перед основными измерениями для каждого тестового сценария проводилась одна «прогревочная» итерация, результаты которой отбрасывались, а затем выполнялось 5 измерительных запусков с последующим усреднением результатов. Такой подход к измерению показателей эффективности обеспечил получение достоверных и сопоставимых данных для обеих исследуемых платформ.

Эффективность параллельных вычислений в языках с автоматическим управлением памятью можно описать расширенной моделью, учитывающей специфические факторы [3]:

$$S_p = \frac{1}{\alpha + \beta(p) + \left(1 - {}^{\alpha}/_{p}\right) + \gamma(p,n)} \quad (1)$$

где α – доля последовательного кода (закон Амдала),

$\beta(p)$ – накладные расходы в управлении потоками, зависящие от p,

$\gamma(p,n)$ – потери из-за особенностей управляемой среды (сборка мусора, JIT-компиляция), зависящие от p и размера данных *n*.

Для TPL значение $\beta(p)$ оптимизировано за счет использования пула потоков и интеллектуального планировщика, в то время как для Numba этот параметр может быть выше из-за менее совершенных механизмов балансировки нагрузки[4].

Экспериментальные результаты демонстрируют существенные различия в поведении двух технологий. В таблице 1 представлены некоторые сводные данные (полученные для массива размером 100 000 целочисленных элементов). Для массивов иных объемов результаты сравнения имеют те же особенности, что и для приведенного. Начальный набор сгенерированного неотсортированного массива для каждой технологии был одинаков в целях недопущения получения лучших результатов за счет большей упорядоченности начальных значений.

В качестве основных метрик производительности измерялись время выполнения, коэффициент ускорения $S_p=T_1/T_p$ (где T_1 – время последовательного выполнения, T_p – время параллельного выполнения на p потоках) и эффективность использования потоков: $E_p=S_p/p$. Дополнительно контролировалась корректность результата через проверку полной отсортированности полученных массивов.

Таблица 1 – Сравнение эффективности TPL и Numba

Технология/ метод	S_p	Оптимальное количество потоков	Ep, %	Особенности масштабируемости	Результат работы
.NET C# (Parallel.For)	2.8x	10	28.0	Стабильный рост до 10 потоков, затем насыщение	Массив не отсортирован
.NET C# (PLINQ)	4.0x	10-12	33.3	Наилучшая масштабируемость, продолжает расти до 12 потоков	Массив отсортирован
Python (Numba)	3.1x	3-7 (нелинейно)	Около 30.0	Нелинейная зависимость, локальные максимумы при 3, 5, 7 потоках	Массив отсортирован

Технология TPL на платформе .NET демонстрирует предсказуемую и стабильную масштабируемость. Метод Parallel.For показывает линейный рост производительности до 8-10 потоков с последующим выходом на плато, что соответствует теоретическим ожиданиям для алгоритмов с умеренной степенью распараллеливания задач.

Особый интерес представляет поведение PLINQ, которое не только превосходит Parallel.For на 30-40% для массивов среднего и крупного размера (50 000+ элементов), но также демонстрирует более корректные результаты. Это объясняется комплексом факторов, включая оптимизацию доступа к памяти за счет использования более эффективных стратегий распределения данных между потоками, что минимизирует ложное разделение кэш-линий (false sharing). Система автоматически выбирает оптимальную стратегию распараллеливания в зависимости от характеристик данных, демонстрируя интеллектуальное планирование [5].

Дополнительное преимущество обеспечивается механизмом ленивого (lazy) выполнения, при котором запросы PLINQ оптимизируются как единое целое, что позволяет применять дополнительные преобразования и сокращать общий объем вычислений. Экспериментально было отмечено, что эффективность PLINQ можно описать через уменьшение коэффициента накладных расходов в уравнении закона Амдала: для PLINQ его значение оказывается боле чем на 10% меньше, чем для прямого использования Parallel.For.

По результатам проведенных многочисленных экспериментов можно сделать вывод, что поведение Numba в экосистеме Python характеризуется нелинейной зависимостью производительности от количества потоков. Эксперименты выявили три характерных режима:

– в диапазоне 1-3 потоков наблюдается сверхлинейное ускорение (эффективность >100%), что объясняется оптимизациями компилятора и улучшенным использованием кэш-памяти;

– при 4-8 потоках производительность демонстрирует «пилообразный» характер с локальными максимумами при нечетном количестве потоков (5, 7);

– в диапазоне 9-12 потоков рост производительности замедляется, а эффективность при этом постепенно снижается до 25-30%.

Такое поведение может быть объяснено теоретическими и технологическими аспектами. Архитектура процессора AMD Ryzen 5 4600H с 6 физическими ядрами и поддержкой SMT (12 логических процессоров) создает условия для конкуренции за ресурсы исполнения между логическими потоками одного физического ядра, что может порождать нелинейные эффекты. Алгоритм распределения итераций цикла между потоками в Numba демонстрирует субоптимальную эффективность для структур данных с нерегулярным шаблоном доступа, характерным для сортировки Шелла.

Еще одной немаловажной причиной получения таких результатов являются накладные расходы JIT-компиляции: хотя начальная компиляция выполняется один раз, при динамической адаптации кода под конкретное количество потоков могут создавать дополнительные расходы, влияющие на общую производительность системы[6].

Исследование зависимости эффективности E_p от размера массива позволило выявить следующие закономерности:

1. Для малых массивов (10 000 элементов) максимальное ускорение составляет 1.5-2.0x для обеих технологий, причем Numba показывает сравнительно лучшие результаты благодаря минимальным накладным расходам на управление потоками.

2. Для средних массивов (50 000-100 000 элементов) преимущество TPL становится выраженным, особенно для PLINQ, которая достигает ускорения 3.5-4.0x.

3. Для крупных массивов (200 000 элементов) обе технологии показали сходные максимальные значения ускорения (4.0-4.3x), однако применение технологии TPL позволило сохранять более стабильную и предсказуемую масштабируемость.

Анализ результатов экспериментов показывает, что оптимальное количество потоков p_{opt} для алгоритмов типа сортировки Шелла можно оценить, как:

$$p_{opt} = \min\left(p_{max}, \frac{\sqrt{n}}{k}\right) \quad (2)$$

где p_{max} – максимальное доступное количество потоков,

n – размер массива,

k – эмпирическая константа, зависящая от технологии (меньше для TPL, больше для Numba).

Представленная формула (2) позволяет количественно обосновать наблюдаемые в экспериментах закономерности масштабируемости. Данное соотношение связывает фундаментальные параметры задачи (размер массива и аппаратные ограничения p_{opt}) с эмпирической константой *k*, которая аккумулирует специфические накладные расходы, присущие конкретной технологии, предназначенной для организации параллельных вычислений. Вывод о том, что значение *k* меньше для TPL и больше для Numba, непосредственно вытекает из проведенного сравнительного анализа и объясняет, почему для достижения пиковой производительности в среде .NET эффективно задействовать больше потоков, чем в случае использования JIT-компилятора для Python.

Таким образом, формула (2) служит не только инструментом для предсказания оптимальной степени распараллеливания, но и теоретической моделью, объясняющей различие в эффективности исследуемых технологий через количественную характеристику их архитектурных особенностей.

Полученная эмпирическая зависимость (2) находит подтверждение в современных исследованиях параллельных алгоритмов сортировки. В частности, в [7] в эмпирическом исследовании адаптивных алгоритмов сортировки для многоядерных процессоров показывают, что оптимальное количество потоков может быть описано степенной функцией от размера данных. Для алгоритмов с неравномерным распределением нагрузки, к которым относится сортировка Шелла, значение α для формулы (1) часто находится вблизи 0.5, что соответствует зависимости $\sqrt{n}$.

Различие в коэффициенте *k* для TPL и Numba, также согласуется с концепцией коэффициента эффективности распараллеливания (Parallelization Efficiency Coefficient), введенной в [7], который количественно характеризует накладные расходы конкретной технологии.

На основе проведенного исследования можно сформулировать следующие рекомендации:

1. Для научных вычислений в экосистеме .NET предпочтительно использовать PLINQ, который обеспечивает наилучший баланс между производительностью и простотой разработки. Оптимальное количество потоков – 8-10 для 6-ядерных процессоров.

2. Для высокопроизводительных вычислений в экосистеме Python Numba является эффективным инструментом, но требует тщательного подбора количества потоков. Рекомендуется тестирование с различными значениями (3, 5, 7 потоков) для определения оптимальной конфигурации.

3. При работе с малыми объемами данных (менее 50 000 элементов) следует ограничиваться 2-4 потоками, так как накладные расходы на распараллеливание могут превысить выигрыш.

4. Для задач с нерегулярным доступом к памяти (к которым относится сортировка Шелла) рекомендуется использовать статическое распределение работы (static scheduling) в TPL и явное управление памятью в Numba.

Проведенное исследование демонстрирует, что современные программные платформы предлагают мощные инструменты для организации параллельных вычислений, позволяющие достигать достаточно высокой производительности.

Ключевым выводом исследования является то, что выбор между TPL и Numba должен определяться не только требованиями к производительности, но и общей архитектурой проекта, требованиями к экосистеме и характером решаемых вычислительных задач. Для систем, где критически важны стабильность и предсказуемость поведения, предпочтительнее TPL. Для исследовательских задач и прототипирования, где важна гибкость и скорость разработки, эффективным выбором будет Numba. TPL в .NET (C#) представляет собой комплексное, предсказуемое и удобное решение для широкого спектра задач, достигая ускорения до 4.0x. Numba для Python служит высокоэффективным инструментом для научных вычислений, позволяя достичь ускорения до 4.3x, хотя и требует более тщательной настройки и демонстрирует менее предсказуемое масштабирование.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение гибридных подходов, сочетающих преимущества обеих технологий, а также на оптимизацию алгоритмов распределения работы для специфических паттернов доступа к данным.

Список использованных источников:

1. Microsoft Docs. Task Parallel Library (TPL) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/parallel-programming/task-parallel-library-tpl (дата обращения: 10.12.2025).

2. Lam, S.K., Pitrou, A., Seibert, S. Numba: a LLVM-based Python JIT compiler // Proceedings of the Second Workshop on the LLVM Compiler Infrastructure in HPC. 2015. P. 1-6.

3. Ахметов А.Р., Благодарный А.А. Современные технологии параллельного и распределенного программирования. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2020. – 168 с.

4. Microsoft Docs. Parallel LINQ (PLINQ) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/parallel-programming/introduction-to-plinq (дата обращения: 10.12.2025).

5. Луцив М.В., Авдюхин А.В. Параллельное программирование с использованием библиотеки TPL. // Программная инженерия. 2016. № 7. С. 11-19.

6. Одинцов И.О. Профессиональное программирование на Python. – СПб.: БХВ-Петербург, 2022. – 992 с. (Гл. 12: Ускорение вычислений).

7. Huang, J., Li, Y., & Zhang, W. (2021). Adaptive Parallel Sorting Algorithms for Many-Core Processors: An Empirical Study. Journal of Parallel and Distributed Computing, 154, 1-15.

UDC 004.424.5.032.24

RESEARCH OF APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF PARALLEL COMPUTING IN PYTHON AND .NET (C#)

Primakovitch L.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1],
Minsk, Republic of Belarus

Loginova I.P. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Annotation. This article presents a comparative study of modern high-level approaches to parallel programming using the .NET (C#) and Python platforms. It examines the features of using the Task Parallel Library (TPL), including the use of Parallel.For and PLINQ methods, as well as the Numba JIT compiler with support for automatic parallelization. A methodology for experimental performance evaluation based on the Shell sort algorithm has deen developed. The results demonstrate, that TPL, particularly the PLINQ mode, ensures stable efficiency and predictable scalability, while Numba allows for significant acceleration of Python code but exhibits a non-linear dependence of performance on the number of threads. Recommendations for choosing a technology depending on the characteristics of the problem being solved are proposed.

Keywords. Parallel programming, .NET, C#, Task Parallel Library (TPL), PLINQ, Python, Numba, JIT-compilation, Shell sort, performance, scalability.

90. РИСКИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ В СОВРЕМЕННЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК: ОБЗОР ФАКТОРОВ И НАПРАВЛЕНИЕ АДАПТАЦИИ

Примакович Л.В., магистрант гр. 476701

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Миксюк С.Ф. –доктор экономических наук, профессор

Аннотация. В работе систематизированы ключевые факторы неопределенности, влияющие на устойчивость цепей поставок в современных условиях. На основе анализа актуальных исследований выделены макроэкономические, рыночные, производственные и инфраструктурные риски, представлена их классификация. Рассмотрены основные направления адаптации логистических систем к возникающим рискам. Обоснована необходимость перехода от статических методов упрвления к адаптивным механизмам, обеспечивающим гибкость и устойчивость цепей поставок в условиях высокой вариативности внешней среды.

Современные цепи поставок функционируют в условиях высокого уровня неопределенности. Пандемия COVID-19, геополитические конфликты, санкционное давление и климатические изменения привели к разрыву устоявшихся во времени логистических связей, росту переменчивости спроса и сроков поставок. Для Республики Беларусь, обладающей уникальным транзитным потенциалом, эти проблемы усугубляются закрытием традиционных западных маршрутов и необходимостью переориентации грузопотоков в восточном направлении. В этих условиях классические методы управления, основанные на прогнозах и статических допущениях, перестают быть эффективными, что обуславливает актуальность исследования природы рисков и поиска новых подходов к обеспечению устойчивости цепей поставок.

Целью данной работы является систематизация ключевых факторов неопределенности, влияющих на устойчивость цепей поставок в современных условиях, а также обзор перспективных направлений адаптации логистических систем к возникающим рискам.

Теоретической базой исследования послужили современные публикации, посвященные проблемам логистики в условиях нестабильности. В работе [1] подробно анализируется влияние западного режима внедрения санкций на транспортные потоки между РБ и странами ЕС, включая закрытие пограничных переходов и запрет на въезд для грузового транспорта. В [2] авторы исследуют макроэкономические и инфраструктурные проблемы, такие как рост стоимости перевозок и образование многокилометровых очередей на границах. Вопросы транзитного потенциала и его количественной оценки поднимаются в работе [3], в то время, как в исследовании [4] предлагаются к рассмотрению методологические подходы к анализу логистических систем, включая SWOT-анализ и индекс LPI. Анализ перечисленных в этих работах логистических трудностей цепочек поставок, а также методик их оценки позволяет классифицировать ключевые группы рисков, ведущих к нестабильности цепочек поставок.

Таблица 1 – Классификация основных рисков в цепочках поставок.

Название группы	**Особенности возникновения**	**Некоторые примеры**
Макроэкономические и геополитические риски	Факторы внешней среды, связанные с изменениями в международных отношениях, политике и экономике, на которые компания не может повлиять	Введение санкций и запрет на въезд белорусских перевозчиков в ЕС; закрытие пунктов пропуска на границе с Польшей, Литвой и Латвией; колебания валютных курсов; изменение таможенного законодательства
Рыночные риски (со стороны спроса)	Неопределенность, связанная с непредсказуемостью потребительского поведения и точностью прогнозов	Высокая волатильность спроса; ошибки прогнозирования потребности; резкие незапланированные пики продаж; изменение планов промо-акций
Риски со стороны поставщиков и производства	Факторы, нарушающие стабильность входящих материальных потоков и производственных процессов	Задержки поставок требования к минимальному размеру партии; фиксированные окна планирования; приостановка производства
Инфраструктурные и операционные риски	Проблемы, возникающие непосредственно в процессе физического перемещения и хранения товаров	Перегруженность портов и терминалов; многокилометровые очереди на границах; недостаточная пропускная способность транспортных коридоров

Снижение влияния выявленных рисков требует применения комплекса адаптивных механизмов, затрагивающих как оперативное управление, так и долгосрочную стратегию развития логистики. Одним из ключевых направлений является географическая и логистическая диверсификация. В условиях блокировки западного направления грузопотоки успешно переориентируются на восточные рынки, в частности на Китай, Турцию, Казахстан, Узбекистан. Развитие международного транспортного коридора «Север – Юг» и использование терминалов на границе с ЕС для перецепки и перегрузки товаров позволяют частично компенсировать потери от санкций на традиционные маршруты. Важную роль в этом играет совершенствование инфраструктуры всей логистической цепи в комплексе:

– строительство новых логистических центров;

– модернизация пунктов пропуска;

– внедрение цифровых систем для управления очередями и оптимизации транспортных потоков.

Важным направлением современности является внедрение цифровых технологий для повышения прозрачности и управляемости цепей поставок. Так, использование систем управления транспортом (TMS) и складом (WMS) позволяет более совершенно оптимизировать маршруты и управлять запасами в режиме реального времени. Технологии интернета вещей (IoT), включая GPS-трекинг и RFID-метки, обеспечивают полную видимость движения грузов, что критически важно для контроля соблюдения сроков [5]. В свою очередь, развитие электронного документооборота (EDI) и создание цифровых логистических платформ ускоряет взаимодействие между участниками цепи поставок и упрощает таможенные процедуры. В более широком контексте цифровизация создает основу для применения методов предиктивной и предписывающей аналитики, а также искусственного интеллекта, позволяющих предвидеть сбои и адаптировать планы поставок.

Особого внимания заслуживают институциональные и организационные меры, направленные на повышение устойчивости. В первую очередь к ним относится углубление интеграции в рамках ЕАЭС и Союзного государства, что проявляется в гармонизации таможенных процедур, создании единых транспортных правил и совместных инфраструктурных проектах. Реализуемые программы импортозамещения, особенно в сфере микроэлектроники, снижают критическую зависимость от зарубежных поставщиков компонентов для логистического оборудования и телекоммуникаций [6].

На уровне отдельных компаний эффективной мерой повышения устойчивости цепей поставок является переход от статических стратегий управления запасами к адаптивным, предполагающим непрерывный мониторинг отклонений, динамический пересмотр страховых запасов и использование имитационного моделирования для оценки различных сценариев развития событий.

Проведенный анализ показывает, что традиционные статические методы управления цепями поставок не способны адекватно реагировать на современные вызовы. Многообразие и динамика факторов неопределенности требуют перехода к адаптивным механизмам управления, способным оперативно учитывать изменения внешней среды. В качестве приоритетных направлений такой адаптации выступают географическая диверсификация маршрутов, ускоренная цифровизация логистических процессов, углубление международной кооперации в рамках интеграционных объединений и внедрение более совершенного адаптивного математического и информационного аппарата. Таким образом, в условиях высокой волатильности, устойчивость цепей поставок достигается не столько за счет создания долгосрочных отношений контрагентов, сколько за счет гибкости, прозрачности и способности всей логистической системы в целом к быстрой реконфигурации в ответ на возникающие риски.

Список использованных источников:

1. Винничек, Д. О. Развитие логистических процессов в условиях санкционного режима / Д. О. Винничек, Л. И. Тарарышкина // I Международный логистический форум : материалы форума, Минск, 25 апр. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. А. Достанко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – С. 23–27.

2. Коваль, Д. Н. Проблемы, сдерживающие устойчивую работу логистических организаций, и основные направления развития логистической системы / Д. Н. Коваль, В. С. Миленький, В. В. Козлов // I Международный логистический форум : материалы форума, Минск, 25 апр. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. А. Достанко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – С. 76–81.

3. Шандабыло, Н. А. Особенности транзитного потенциала Республики Беларусь / Н. А. Шандабыло, С. В. Соркин // I Международный логистический форум : материалы форума, Минск, 25 апр. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. А. Достанко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – С. 123–131.

4. Блазуцкий, А. В. Понятие и сущность цифровой логистики / А. В. Блазуцкий, А. А. Ходакова // I Международный логистический форум : материалы форума, Минск, 25 апр. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. А. Достанко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – С. 116–122.

5. Мосендз, А. В. Перспективы внедрения технологии «блокчейн» для повышения надежности и прозрачности цепей поставок / А. В. Мосендз, Л. В. Примакович // Актуальные вопросы экономики и информационных технологий : материалы 60-й науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 22–26 апр. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники. – Минск : БГУИР, 2024. – С. 626–627. – URL: https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/56579 (дата обращения: 19.03.2026).

6. Якжик, М. В. Теоретические и практические аспекты импортозамещения в сфере логистики / М. В. Якжик, Н. Н. Капустина // I Международный логистический форум : материалы форума, Минск, 25 апр. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. А. Достанко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – С. 51–59.

УДК 658.78:519.254

91. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Примакович Л.В. магистрант гр.476701
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Миксюк С.Ф. –доктор экономических наук, профессор

Аннотация. В работе отражена значимость управления запасами в условиях нестабильности экономики, а также важность внедрения принципов логистики и маркетинга для стабилизации экономического положения компании. Актуальность рассматриваемой темы заключается в том, что с учетом последних тенденций на экономических рынках, характеризующихся неопределенностями прогнозов и часто возникающими новыми рисками, необходим эффективный инструмент регулирования и стабилизации экономического положения фирм.

Ключевые слова: товарные запасы, оптимизация запасов, страховые запасы, формула Феттера.

Товарные запасы – всегда достаточно острая тема для бизнеса. С одной стороны, они обеспечивают необходимый уровень сервиса, то есть обеспечивают поступление выручки от реализации, с другой – запасы стоят денег сами по себе, плюс, их хранение и транспортировка увеличивают издержки.

Целью данной статьи является разработка и обоснование концепции управления страховым запасом, рассчитанном на основе вариабельности спроса и времени поставки, позволяющей повысить устойчивость цепей поставок в условиях экономической неопределенности за счет трехуровневого механизма интеграции такого управления.

Существует довольно много классификаций запасов – единственно правильной нет. Зачастую принято выделять три основные группы по функциональному назначению, способам пополнения и расхода:

1. Циклические или текущие запасы

Возникают по объективным причинам из-за дискретности пополнения и расхода. Это классическая «пила» с пиками запасов в момент пополнения, при которой средний запас равен половине амплитуды этой «пилы».

2. Страховые, или неснижаемые запасы

Предназначены для обеспечения отгрузок при волатильности спроса и сроков поставок. Неснижаемыми они называются из-за того, что объем этого запаса является исходной точкой для расчета перезаказа (reorder point). От него отсчитывается уровень, при котором необходимо планировать пополнение.

3. Прочие запасы

Возникают по специфическим причинам. К ним, например, относятся пребилды для прохождения сезона при нехватке производственных мощностей или оверстоки при минимальной партии производства или закупки.

С циклическими запасами все достаточно понятно: ими можно управлять, изменяя частоту пополнения и минимальный объем производства или поставок. Прочие запасы специфичны для бизнеса, и способы управления ими тоже специфичны, однако и они возникают в условиях стабильности, а значительную роль в их объеме играет качество планирования и прогнозирования.

Страховые запасы связаны с вариативностью и необходимы в условиях неопределенности. Основу неопределенности для страховых товарных запасов составляют спрос и сроки.

Сейчас одна из ключевых задач компаний – это оптимизация запасов на складах для того, чтобы эффективнее управлять оборотными средствами. За складскими запасами необходимо следить не только крупным компаниям, но и всем компаниям, которые закупают какой-либо товар для продажи или производства своей продукции. Отсутствие контроля с одной стороны может привести к затоваренности склада, с другой к отсутствию сбыта, и то и другое чревато компании потерей прибыли. Кроме того, с содержанием любых запасов связаны затраты на хранение, которые можно сократить, выстроив правильный процесс учета на складе.

Складские запасы компании могут быть, как большой проблемой, так и весомым подспорьем для бизнеса. Их оптимальное использование непосредственно влияет на эффективность и правильность ведения любого бизнеса.

В 2004 году консалтинговая компания ERC провела ряд исследований в Европе, связанных с причиной потери товарных запасов. В результате чего можно выделить 4 основных вида потери товарных запасов:

1. Внешнее воровство 7%: когда воруют обслуживающие компании, покупатели и так далее;
2. Внутреннее воровство 13%: когда воруют внутри компании сотрудники складов и магазинов;
3. Мошенничество внутри компании 9%: различные мошеннические действия со стороны сотрудников компании, где сотрудники финансово заинтересованы в неправомерных действиях. Например, закупка товаров, у которых срок годности подходит к концу или закупка товаров по более высокой стоимости с целью наживы;
4. Процедура процесса закупок 71%: в этот вид товарных потерь входит достаточно много подкатегорий и именно его стоит рассмотреть подробнее [1].

Хоть статистическая сводка и достаточно стара, и изучались только компании Европы, но всё равно можно представить общую картину данной проблемы. Безусловно оптимизация складских запасов может существовать только тогда, когда имеются какие-то первичные учётные данные, например, история продаж.

Актуальность выявленных проблем подтверждается и современными исследованиями. Так, например, согласно аналитике, представленной в отчетах The Economist 2024 года, совокупные потери компаний, входящих в индекс S&P 1500, связанные с избыточным накоплением запасов в ответ на различного рода экономические шоки последних лет (начиная с пандемии), к концу 2022 года превышали 600 млрд долларов, что на 40% выше допандемийного уровня. [2]. В структуре этих потерь сохраняется доминирующая роль процессных факторов (ошибки прогнозирования, неоптимальные закупки), что не только подтверждает методологическую ценность исследований ERC, но и подчеркивает неразрешенность существующей проблемы организации оптимального процесса закупок.

Следующей по объемам потерь является проблема внутреннего воровства. В то же время для организации надлежащего контроля и сохранения теплых отношений в коллективе очень важным фактором является умение показать сотрудникам высокую степень доверия. В том случае, есть воровство всё-таки произошло, необходимо наказать виновников, иначе проблема будет только увеличиваться по нарастающей. Что касается внешнего воровства, то на этот счёт имеется много способов его предотвращения и недопущения, то обуславливает отсутствие необходимости более подробного его рассмотрения в рамках работы. Что касается повреждения товара, потерях при транспортировках и в распределительных центрах – их никак нельзя избежать. При 3-ех видов этих потерь стоит принимать корректирующие управленческие решения, например, о смене подрядчиков или об организации кратковременных контрактов с ними с целью определения подрядчика либо контрагента с наименьшим процентом потерь, наивысшей степенью ответственности и т.д.

Наиболее остро стоит проблема оптимизации складских запасов, которая сильно зависит и от варьирования спроса, и от наличия на складах труднореализуемых товаров. Колебания спроса можно частично устранить с помощью маркетинговых акций (например, «Купите 2 шоколадки по цене одной»). Помимо этого, варьирование спроса легко вычислить по истории собственных продаж и уже на основе полученных данных иметь представление, чего ожидать от покупателей. Если знать, как минимум, примерный спрос, то уже можно быть более уверенным в том, что на складах останется меньше труднореализуемого товара и тем самым повысится оборачиваемость средств, уменьшится количество товаров с истекшим сроком годности, а на сэкономленные денежные средства можно значительно поднять оборот своей компании. Однако подобные практики не всегда применимы, например, в случае выхода на рынок нового товара.

Ежедневный контроль за отклонениями от заданных в компании нормативов (максимальный товарный запас, сумма страхового запаса и точка заказа, сумма страхового запаса товара и количество товара, который будет продан за время ожидания заказа от поставщика, точка максимального желаемого заказа) позволит своевременно выявлять отклонения от нормального протекания работы склада и, соответственно, принимать надлежащие меры по снижению потерь, а в лучшем случае – получения дополнительной прибыли либо высвобождения средств.

Математическим инструментом снижения потерь от дефицита и избыточных запасов в настоящее время выступает балансировка между целевым (желаемым) уровнем сервиса и величиной страхового запаса. При этом количественная оценка эффективности оптимизированного управления запасами может выражаться через минимизацию функции суммарных издержек, включающей затраты на хранение, потери от дефицита и операционные издержки управления запасами. Однако для определения коэффициентов такой функции необходима огромная учетная база, отражающая взаимное влияние логистических решений на реализацию товарных позиций.

Более подходящим инструментом балансировки можно считать адаптивные алгоритмы, позволяющие пересчитывать значения некоторых ключевых показателей формирования заказов при срабатывании разного рода индикаторов, например, отклонения фактического спроса от прогнозного. Так, применение адаптивных алгоритмов позволяет снизить отклонения фактического уровня сервиса от целевого, что напрямую трансформируется в сокращение как иммобилизованных оборотных средств, так и потерь от дефицита.

Неопределенности возникают в логистической цепочке из-за взаимозависимостей между поставщиками, заводами, складами и местоположениями клиентов. Если учитывается только один сектор логистической цепочки, возможно чрезмерное увеличение страхового запаса в одном местоположении, что приводит к повышению затрат на хранение, либо его чрезмерное уменьшение, что приводит к дефициту запаса и понижает уровень сервиса либо повышает затраты из-за экспедирования заказов.

В таблице 1 представлены некоторые основные переменные, которые могут привести к неопределенности и неэффективному уровню запаса [3].

Таблица 1 – Переменные, ведущие к неопределенности

На стороне клиента	**На стороне поставщика**
Одновременное появление внутренней и внешней потребности в разном объеме запаса	Требования к размеру партии
Ошибки прогнозирования потребности	Задержки поставок
Потребность, изменяющаяся в зависимости от сезона или времени	Фиксированные окна планирования
Завышенный или заниженный прогноз потребности	Несколько источников поставки
Резко выделяющиеся значения и незапланированные пики потребности	Сезонные источники поставки
Изменяемость поставок на склады	Приостановка производства из-за проверок качества регулирующими органами
Резкие изменения планов промо-акций, например задержка в проведении или изменение запланированного объема	Ошибка прогноза при выборе источника сырья

Оптимизация запасов позволяет избежать неопределенностей в логистической цепочке путем определения количества страхового запаса для хранения в каждом из местоположений в логистической цепочке. Страховой запас компенсирует неопределенность, позволяя поддерживать высокий уровень сервиса. При оптимизации запаса определяется оптимальный страховой запас для каждого местоположения и даются рекомендации по целевому уровню сервиса.

Здесь следует понимать, что страховой запас необходим для обеспечения вероятных отгрузок выше среднего значения в период выполнения заказа на пополнение, а также для отгрузок в случае вероятной задержки поставки. Выделяются два ключевых параметра неопределенности: среднеквадратичные отклонения спроса и сроков поставки.

На этих предпосылках и основывается расчет страховых запасов – по формуле Феттера:

$$SS = Fs * \sigma L \quad (1)$$

где Fs – обратная функция Лапласа, являющаяся параметром целевого уровня сервиса (например, для SL=95% Fs= 1,645)

σL – среднеквадратичное отклонение спроса за период LT

$$\sigma L^2 = LT * \sigma_D^2 + D^2 * \sigma_{LT}^2 \quad (2)$$

где LT – средний срок выполнения заказа на пополнение запаса,

D – среднедневное значение объема отгрузок или продаж,

σ – соответствующие среднеквадратичные отклонения.

В исходном виде эта формула использует статистические данные по объемам и срокам. Также она часто модифицируется под различную специфику, например, использование среднеквадратичной ошибки прогноза вместо среднеквадратичного отклонения продаж [4].

Если проанализировать формулу, то можно заметить, что второе слагаемое под корнем практически не играет роли в случаях:

а) очень низкого среднего спроса,

б) небольших LT, характерных для межскладских автоперевозок, когда среднеквадратичное отклонение в сроках, как правило, меньше 1.

Несмотря на наличие развитых инструментов для проведения оптимизации (SAP IBM, WMS) и фундаментальных формул, ключевая проблема управления запасами в условиях неопределенности остается нерешенной: статические модели не могут своевременно адаптироваться к постоянно меняющейся конъюнктуре рынка. В связи с этим перспективным является использование концепции адаптивного управления страховыми запасами, реализуемой на трех уровнях:

1. Оперативный уровень, представляющий собой непрерывный контроль отклонений фактических показателей от прогнозных и использование формул для пересчета страхового запаса на основе скользящего окна прогноза. Данный уровень позволяет обеспечить своевременную реакцию на текущие изменения спроса и сроков поставок.

2. Тактический уровень, который представляется анализом структуры неопределенности спроса (XYZ-анализ в динамике) и соответствующим пересмотром политики управления для групп CY-CZ с учетом их низкой предсказуемости. НА этом уровне определяются параметры адаптации для различных категорий товаров из матрицы ABC-XYZ.

3. Стратегический уровень, представленный интеграцией данных о поведенческих рисках в модель совокупной стоимости владения запасом. Данный уровень позволяет учитывать не только статистическую вариабельность, но и качественные факторы, влияющие на устойчивость цепи поставок.

В отличие от традиционных подходов, фокусирующихся на математической оптимизации одного звена цепи поставок, предложенный подход рассматривает страховой запас как буфер многомерной неопределенности, где его объем зависит не только от вариабельности спроса, но и от человеческого фактора и надежности логистической инфраструктуры. Это может позволить компаниям не просто минимизировать затраты, но и повысить устойчивость бизнеса к шокам, сохраняя заданный уровень сервиса.

Практическая реализация трехуровневой концепции в корпоративных информационных системах, таких как WMS, ERP, позволит обеспечить переход от реактивного управления запасами к проактивному, что особенно актуально в условиях развитой экономической нестабильности.

Список использованных источников:

1. Оптимизация складских запасов // Software Expert : [сайт]. –2022. – URL: https://software-expert.ru/2022/04/22/optimizatsiya-skladskih-zapasov/ (дата обращения: 24.02.2026).

2. Chain reactions: Winners and losers in the supply game [Электронный ресурс] // The Nightly. – 2024. – 12 April. – URL: https://thenightly.com.au/business/the-economist-the-brutal-business-of-supply-chain-disruptions-and-who-holds-the-upper-hand-c-14284199 (дата обращения: 15.03.2026).

3. How Uncertainties Lead to Ineffective Stocking Levels // SAP Help Portal : [сайт]. – 2025. – URL: https://help.sap.com/docs/SAP_INTEGRATED_BUSINESS_PLANNING/feae3cea3cc549aaa9d9de7d363a83e6/8fce80549f42054ee10000000a423f68.html (дата обращения: 20.03.2026).

4. Миксюк, С. Ф. Управление запасами в закупочной логистике в корпоративной информационной системе: концептуальный подход / С. Ф. Миксюк, Е. В. Анкуда // Белорусский экономический журнал. – 2020. – № 1. – С. 138–147.

UDC 658.78:519.254

INVENTORY MANAGEMENT IN SUPPLY CHAINS UNDER RISK AND UNCERTAINTY

Primakovich L.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Miksiuk S.F. – Doctor of Economic Sciences, Professor

Abstract. The paper highlights the importance of inventory management in an unstable economic environment, as well as the significance of implementing logistics and marketing principles to stabilize a company's financial position. The relevance of the topic lies in the fact that, given recent trends in economic markets characterized by forecast uncertainties and frequently emerging new risks, there is a need for an effective tool to regulate and stabilize the economic position of firms.

Keywords: inventories, inventory optimization, safety stock, Fetter's formula.

92. ВЛИЯНИЕ КАДРОВОГО ДЕФИЦИТА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ПУТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ

Павлюкович В. А., Рута А. М. студенты гр.374002
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Антипенко Н. А. – канд.эк.наук., доцент

Аннотация. В статье исследуется влияние кадрового дефицита на производительность труда в растениеводстве. Выявлены основные причины нехватки трудовых ресурсов, проанализированы последствия для эффективности сельскохозяйственного производства. Обоснованы направления преодоления кадрового дефицита, включая технологическую модернизацию, совершенствование системы подготовки кадров и повышение привлекательности аграрного труда.

Растениеводство как базовая отрасль агропромышленного комплекса играет определяющую роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития экономики. В современных условиях эффективность функционирования данной отрасли в значительной степени зависит от уровня производительности труда, которая, в свою очередь, напрямую связана с обеспеченностью предприятий квалифицированными трудовыми ресурсами [1].

Однако в последние годы в аграрном секторе наблюдается устойчивая тенденция к сокращению численности работников, что формирует кадровый дефицит и оказывает негативное влияние на результаты производственной деятельности [2]. Данный процесс обусловлен рядом факторов, среди которых ключевыми являются демографические изменения, миграция населения из сельской местности в города, недостаточный уровень оплаты труда и социального обеспечения, а также снижение престижа сельскохозяйственных профессий. Существенное значение имеет и несоответствие системы подготовки кадров современным требованиям высокотехнологичного сельского хозяйства.

Кадровый дефицит в растениеводстве проявляется не только в количественном, но и в качественном аспекте, поскольку наблюдается нехватка специалистов, обладающих современными профессиональными компетенциями, включая навыки работы с автоматизированной техникой и цифровыми системами управления производством. Это приводит к снижению эффективности использования материально-технических ресурсов, замедлению внедрения инновационных технологий и, как следствие, снижению производительности труда. В условиях ограниченности трудовых ресурсов увеличивается нагрузка на одного работника, что способствует росту утомляемости, снижению качества выполнения агротехнических операций и увеличению вероятности ошибок. Особую значимость данный фактор приобретает в периоды проведения сезонных работ, когда нарушение сроков посева или уборки может привести к значительным потерям урожая [3].

Влияние кадрового дефицита на производительность труда в растениеводстве носит комплексный характер и проявляется через ряд взаимосвязанных эффектов, которые были систематизированы в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние кадрового дефицита на показатели деятельности растениеводства

Фактор влияния	Содержание воздействия	Результат
Снижение численности работников	Увеличение нагрузки на одного работника	Снижение производительности труда
Недостаток квалифицированных кадров	Ошибки при выполнении операций, неэффективное использование техники	Снижение урожайности
Нарушение агротехнических сроков	Запоздалый посев и уборка	Потери продукции
Ограничение внедрения технологий	Недостаток компетенций для работы с инновациями	Замедление модернизации
Рост затрат на персонал	Привлечение временных работников, повышение оплаты труда	Увеличение себестоимости продукции

Представленные в таблице данные свидетельствуют о том, что кадровый дефицит оказывает системное воздействие на все элементы производственного процесса, снижая его эффективность и ухудшая экономические результаты деятельности сельскохозяйственных организаций [4]. В частности, нарушение технологической дисциплины вследствие нехватки работников приводит к снижению

урожайности сельскохозяйственных культур, что напрямую влияет на объемы производства и финансовые показатели предприятий. Одновременно возрастает себестоимость продукции, поскольку предприятия вынуждены компенсировать недостаток рабочей силы за счет увеличения заработной платы или привлечения временных работников.

В сложившихся условиях особую актуальность приобретает поиск эффективных направлений преодоления кадрового дефицита. Одним из ключевых решений является технологическая модернизация растениеводства, направленная на снижение зависимости производства от человеческого труда. Внедрение высокопроизводительной техники, автоматизированных систем управления и технологий точного земледелия позволяет существенно повысить производительность труда и оптимизировать использование ресурсов. Применение цифровых технологий, включая системы спутниковой навигации, дистанционного мониторинга и анализа данных, способствует повышению точности выполнения агротехнических операций и снижению трудозатрат.

Не менее важным направлением является совершенствование системы подготовки и переподготовки кадров [1]. В современных условиях необходимо формирование у специалистов компетенций, соответствующих требованиям цифровой экономики, включая навыки работы с автоматизированными системами, анализом данных и управлением технологическими процессами. Важную роль играет развитие дуального образования, предусматривающего сочетание теоретической подготовки с практической деятельностью на предприятиях аграрного сектора. Это позволяет повысить качество подготовки специалистов и сократить период их адаптации на рабочем месте.

Повышение привлекательности труда в растениеводстве также является важным фактором решения кадровой проблемы. Это предполагает не только рост уровня заработной платы, но и улучшение условий труда, развитие социальной инфраструктуры в сельской местности, обеспечение жильем и создание возможностей для профессионального роста [3]. Государственная поддержка играет ключевую роль в данном процессе, включая реализацию программ субсидирования, стимулирования занятости и привлечения молодых специалистов в сельское хозяйство.

Дополнительно следует отметить значение совершенствования организации труда, которое позволяет повысить эффективность использования имеющихся трудовых ресурсов. Оптимизация производственных процессов, внедрение современных методов управления и планирования, а также использование гибких форм занятости способствуют снижению потерь рабочего времени и повышению производительности труда. В условиях сезонного характера сельскохозяйственного производства особое значение имеет рациональное распределение трудовых ресурсов и своевременное привлечение дополнительной рабочей силы в периоды пиковых нагрузок.

Таким образом, кадровый дефицит оказывает значительное негативное влияние на производительность труда в растениеводстве, снижая эффективность производственных процессов и ухудшая экономические результаты деятельности предприятий. Решение данной проблемы требует комплексного подхода, включающего технологическую модернизацию, развитие системы подготовки кадров, повышение привлекательности аграрного труда и совершенствование организации производства. Реализация указанных мер позволит обеспечить устойчивый рост производительности труда и повысить конкурентоспособность растениеводства в современных условиях.

Список использованных источников:

1. Кибанов, А. Я. Управление персоналом организации / А. Я. Кибанов. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 695 с.

2. Балабанов, И. Т. Экономика сельского хозяйства / И. Т. Балабанов. – Санкт-Петербург : Питер, 2021. – 352 с.

3. Регионы Республики Беларусь, 2025 : статистический сборник : в 2 т. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск : Белстат, 2025.

4. Гусаков, В. Г. Аграрная экономика: теория и практика / В. Г. Гусаков. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 480 с.

УДК 004.93:621.311:658.5

93. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДСТАНЦИЙ: ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СХЕМ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ

Сотников А.В., студент гр.272303
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кириенко Н.А. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация. В статье рассматривается задача автоматизации преобразования графических схем электрических подстанций в структурированные информационные модели. Актуальность обусловлена необходимостью цифровой трансформации энергетической отрасли, где значительная часть данных об оборудовании представлена в виде неструктурированных графических документов, что создает барьеры для интеграции с ERP-системами управления активами. Предложена архитектура программного средства, реализующая конвейерную обработку: от предварительной фильтрации изображения до детекции объектов на основе сверточной нейронной сети Faster R-CNN. Разработаны модули распознавания текста и определения топологических связей. Особое внимание уделено интеграции с SAP PM, обеспечивающей автоматизацию ключевых бизнес-процессов: формирования иерархии оборудования, планирования технического обслуживания и ремонта и синхронизации данных между отраслевыми системами и корпоративным контуром.

Ключевые слова. Цифровая трансформация; электрические подстанции; информационные модели; компьютерное зрение; SAP PM; бизнес-процессы; Faster R-CNN.

Введение. Цифровая трансформация энергетической отрасли предполагает создание информационных моделей энергообъектов, интегрированных с корпоративными системами управления. Однако на практике значительная часть схем подстанций представлена в виде графических документов (PDF, DWG), что затрудняет их использование в системах класса ERP. Существующий ручной процесс обработки схем (визуальный анализ, идентификация элементов, ввод данных) характеризуется высокой трудоемкостью (1,5–8 часов на схему), вероятностью ошибок (5–10%) и низкой масштабируемостью.

Особую остроту проблема приобретает в контексте интеграции с модулем SAP PM (Plant Maintenance), который требует наличия структурированных данных об оборудовании для реализации бизнес-процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Отсутствие автоматизированного преобразования графических схем в формат, пригодный для SAP, приводит к разрыву между отраслевыми системами и корпоративным контуром.

Цель работы – снижение временных и трудовых затрат на обработку схем подстанций и повышение качества формирования информационных моделей энергетической инфраструктуры за счет автоматизации процесса их преобразования и последующей интеграции в корпоративные системы на примере SAP PM, что обеспечивает сквозную поддержку бизнес-процессов управления активами.

Основная часть. Анализ деятельности предприятий энергетической отрасли выявил ключевые проблемные зоны в бизнес-процессах, связанных с обработкой схем подстанций. Ручной ввод иерархии оборудования в SAP PM создает высокие трудозатраты и риски ошибок, что сказывается на качестве планирования технического обслуживания и ремонта. Для устранения этих проблем необходимо автоматизировать комплекс взаимосвязанных задач: распознавание элементов оборудования (трансформаторов, выключателей, разъединителей, шин) с определением их координат и типа, извлечение текстовой информации (диспетчерских наименований и параметров), сопоставление текстовых блоков с объектами, определение топологических связей между элементами на основе анализа линий, а также формирование структурированных данных в форматах XML или JSON для последующей интеграции с SAP PM через стандартные интерфейсы Odata, IDoc или BAPI. На рисунке 1 представлен пример исходной нормальной схемы подстанции – типового входного формата данных для разрабатываемой системы.

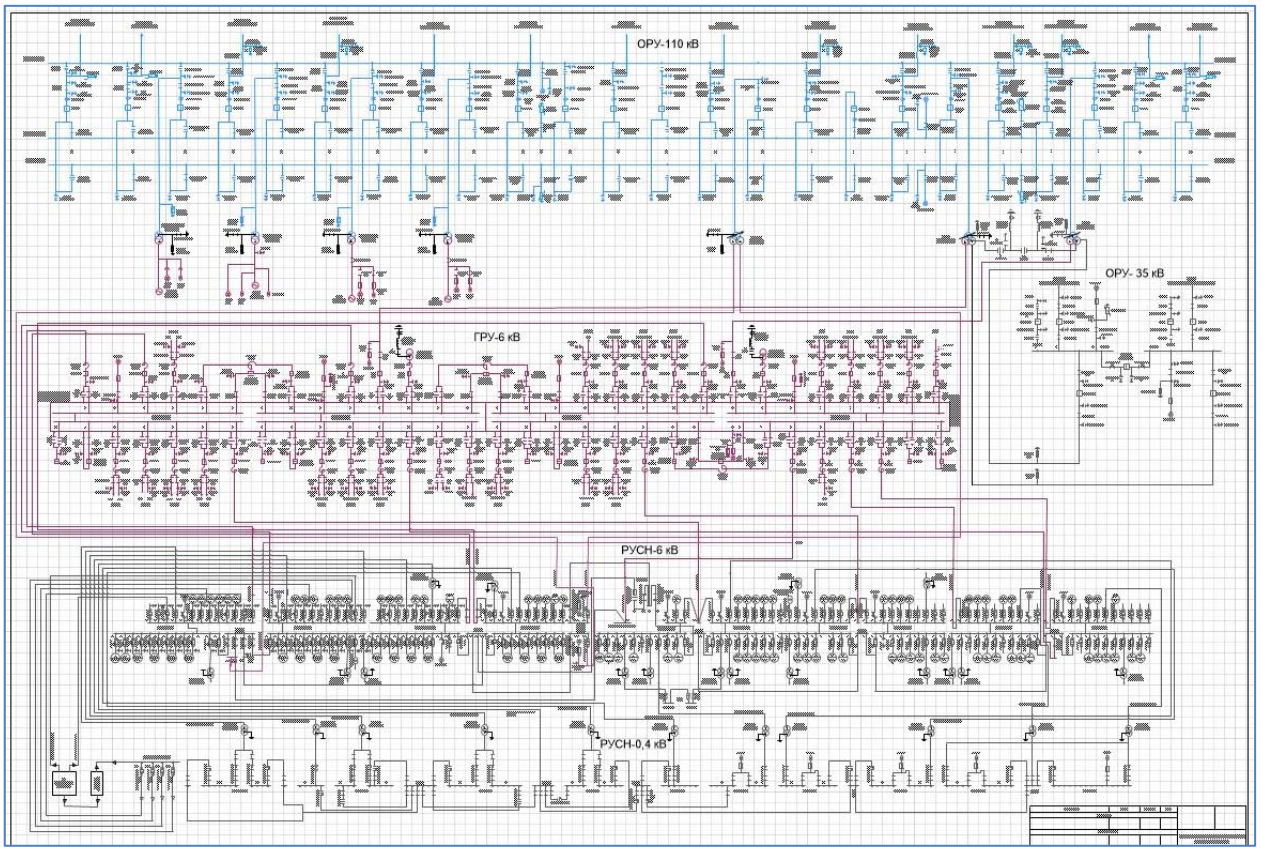


Рисунок 1 – Нормальная схема электрической подстанции

Для решения поставленных задач выбран комплекс методов, представленных в таблице 1. Основой системы является нейросетевая детекция объектов (Faster R-CNN) и последующее восстановление топологии [1].

Таблица 1 – Модули программного средства по автоматизации и интеграции.

Модуль	Используемый метод	Обоснование выбор
Предварительная обработка изображений	Гауссово размытие, бинаризация, алгоритм Канни	Снижение шумов и выделение четких контуров объектов для улучшения работы нейросетей.
Детекция и классификация оборудования	Сверточная нейросеть Faster R-CNN (PyTorch)	Высокая точность обнаружения объектов (F1 > 0,9) и отличная масштабируемость для различных типов оборудования.
Распознавание текста	Tesseract OCR (LSTM)	Эффективная поддержка русского языка и открытая лицензия, что снижает затраты на разработку.
Сопоставление текста с объектами	Евклидово расстояние между центрами рамок	Простота реализации алгоритма при сохранении достаточной точности для связки меток с оборудованием.
Определение связей	Преобразование Хафа + графовый анализ	Устойчивость к искажениям линий на схемах и возможность построения логической структуры соединений.
Интеграция с SAP PM	OData/IDoc/BAPI, форматы XML/JSON	Использование стандартных интерфейсов SAP для надежной передачи данных в систему ТОиР.

Для извлечения диспетчерских наименований используется система оптического распознавания символов Tesseract OCR. Сопоставление текстовых блоков с распознанными объектами выполняется по минимальному евклидову расстоянию между геометрическими центрами ограничивающих рамок [2]. Данная метрика вычисляется по формуле 1:

$$d = \sqrt{(x_{text} - x_{obj})^2 + (y_{text} - y_{obj})^2}, \quad (1)$$

где d – евклидово расстояние между центрами рамок, px; x_{text}, y_{text} – координаты центра текстового блока, px; x_{obj}, y_{obj} – координаты центра распознанного объекта, px.

При пересечении рамок расстояние принимается равным нулю, что обеспечивает надежное связывание.

Ключевым аспектом разработанного решения является интеграция с модулем SAP PM. Сформированная информационная модель преобразуется в XML-формат, совместимый с SAP. Возможны три механизма передачи данных: OData-сервисы (REST/JSON) для SAP S/4HANA Cloud, IDoc для пакетной загрузки, BAPI для программного создания объектов Equipment и Functional Location. На рисунке 2 представлена наглядная схема функционального модуля SAP PM (Техническое обслуживание и ремонт) и его взаимосвязь с другими модулями системы SAP, которые позволяют схемам энергообъектов участвовать в ключевых бизнес-процессах предприятия при интеграции с разработанным программным средством по автоматизации преобразования схем в информационные модели [3].

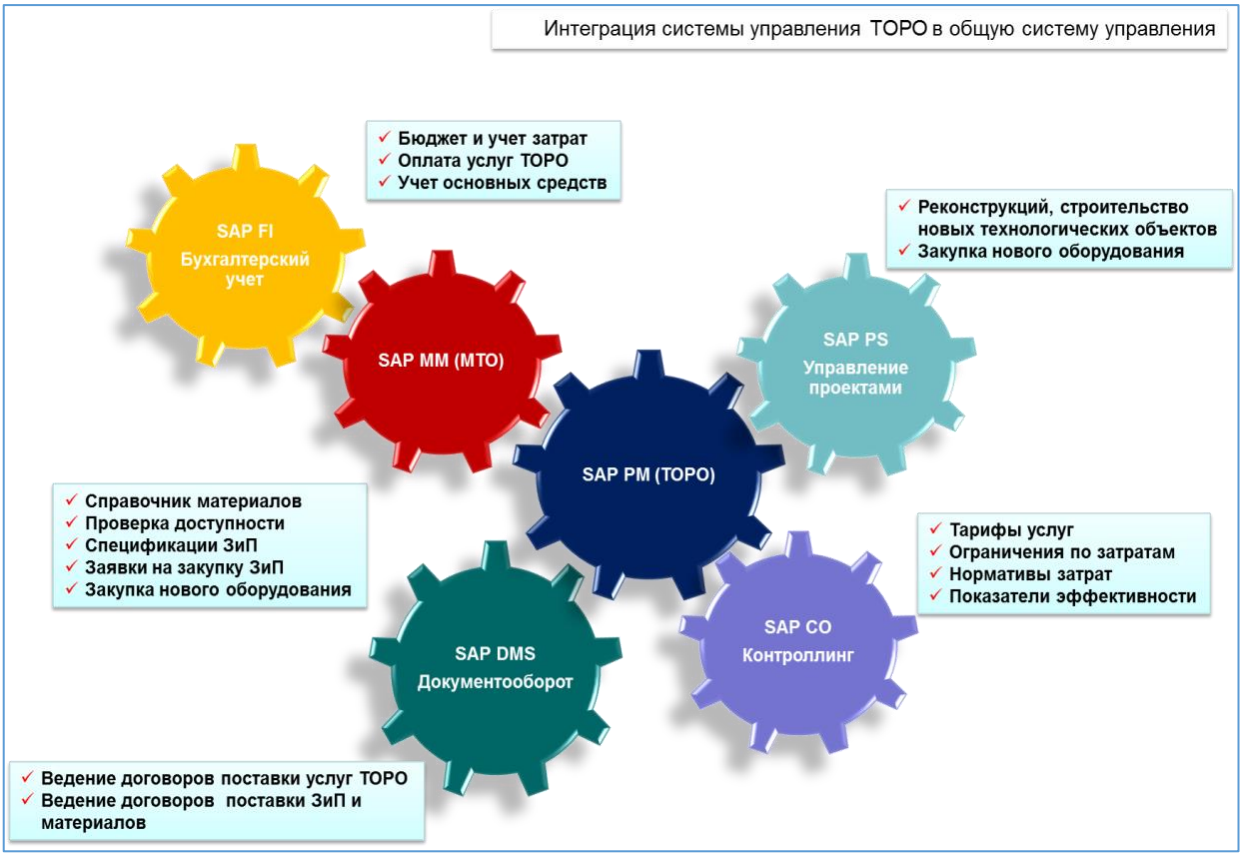


Рисунок 2 – Наглядная структура взаимосвязанности модуля SAP PM с ключевыми бизнес-процессами предприятия

Интеграция обеспечивает автоматизацию ключевых бизнес-процессов. В первую очередь, система формирует иерархию оборудования, создавая структуру технических мест (Functional Location) и единиц оборудования (Equipment) в SAP PM на основе распознанной схемы, что полностью исключает ручной ввод. Далее, на основе актуальных и достоверных данных об оборудовании становится возможным корректное планирование технического обслуживания и ремонта: формирование оптимальных ремонтных стратегий, снижение рисков аварийных простоев и минимизация затрат на ТОиР. Кроме того, обеспечивается синхронизация данных между системами – единая информационная модель, сформированная на основе одной схемы, может быть загружена как в SAP PM, так и в отраслевые

системы (например, программный энергетический комплекс), что устраняет дублирование ввода и рассогласование данных [4].

Заключение. В рамках работы разработано программное средство, обеспечивающее автоматизированное преобразование графических схем подстанций в структурированные информационные модели. Впервые предложен комплексный подход, объединяющий нейросетевую детекцию объектов (Faster R-CNN), оптическое распознавание текста (Tesseract OCR) и графовый анализ топологических связей, что позволяет достичь высокой точности распознавания (F1-score > 0,9) при значительном сокращении временных затрат на обработку одной схемы — с 1,5 часов до 6–10 минут. Определено, что ключевым фактором, влияющим на эффективность автоматизации, является не только качество алгоритмов компьютерного зрения, но и глубина интеграции с корпоративными системами управления активами.

Предложено использование разработанного программного средства в составе бизнес-процессов управления активами предприятия. Интеграция с модулем SAP PM через стандартные интерфейсы OData, IDoc и BAPI позволяет автоматизировать формирование иерархии оборудования, обеспечить актуальность данных для планирования технического обслуживания и ремонта, а также синхронизировать информацию между отраслевыми системами (например, ПТК СК-11) и корпоративным контуром [5]. Разработанная методика определения области сохранения работоспособности информационной модели при воздействии внешних факторов основана на применении наиболее адекватных алгоритмов обработки изображений с оптимизированными параметрами.

Список использованных источников:

1. *Ren, S. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks / S. Ren, K. He, R. Girshick, J. Sun // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2017. – Vol. 39, № 6. – P. 1137–1149.*

2. *Smith, R. An Overview of the Tesseract OCR Engine / R. Smith // Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007). – Curitiba, Brazil, 2007. – P. 629–633.*

3. *SAP SE. SAP S/4HANA Plant Maintenance (PM) – Configuration and User Guide. – Walldorf: SAP SE, 2024. – 320 p.*

4. *Bradski, G. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library / G. Bradski, A. Kaehler. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2008. – 580 p.*

5. *Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.The Impact of ESD on Microcontrollers / Gennady A. Piskun, Viktor F. Alexeev, Sergey M. Avakov, Vladimir E. Matyushkov, Dmitry S. Titko ; Edited by PhD, Aassociate professor Viktor F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 184 p. – ISBN 978-9857-148-40-0.*

UDC 004.93:621.311:658.5

DIGITAL TRANSFORMATION OF SUBSTATIONS: SOFTWARE IMPLEMENTATION OF SCHEMA CONVERSION INTO INFORMATION MODELS

Sotnikov A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Kiriyenko N.A. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Annotation. The paper addresses the automation of converting graphical electrical substation diagrams into structured information models. The relevance is driven by the digital transformation of the energy sector, where a significant portion of equipment data is stored in unstructured graphical documents, creating barriers to integration with ERP asset management systems. A software architecture implementing pipeline processing is proposed: from preliminary image filtering to object detection based on the Faster R-CNN convolutional neural network. Text recognition and topological relationship determination modules are developed. Special attention is paid to integration with SAP PM, enabling automation of key business processes: equipment hierarchy formation, maintenance and repair planning, and data synchronization between industry-specific systems and the corporate environment.

Keywords. Digital transformation; electrical substations; information models; computer vision; SAP PM; business processes; Faster R-CNN.

УДК 004.6:005.953.2

94. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕКРУТИНГА И АНАЛИЗА РЫНКА ТРУДА

Гайсенок А.А., магистрант гр.476701
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Хацкевич Г.А. – докт. экон. наук, канд. техн. наук, профессор

Аннотация. В статье рассматривается разработанное программное средство, предназначенное для автоматизации процессов подбора персонала, управления вакансиями и откликами, а также для сбора и анализа данных о состоянии рынка труда. Представлена архитектура системы, описаны функциональные модули: управления вакансиями, управления откликами, аналитический модуль, справочник фирм, а также модуль многокритериальной оценки соискателей. Особое внимание уделено математической модели расчета рейтинга кандидатов на основе взвешенных критериев. Каждый функциональный блок проиллюстрирован изображениями интерфейса с детальным описанием. Результаты внедрения показывают повышение эффективности обработки откликов и объективности принятия кадровых решений.

Ключевые слова. информационные системы, рекрутинг, рынок труда, аналитика данных, математическая модель оценки, автоматизация, HR-технологии.

Введение. В условиях цифровой трансформации экономики и усиления конкуренции за человеческий капитал ключевым фактором успеха организации становится эффективность управления процессами подбора персонала. Традиционные методы рекрутинга, основанные на ручной обработке резюме и откликов, характеризуются высокой трудоемкостью, низкой скоростью и значительной субъективностью при принятии решений о найме [1].

Существующие на рынке программные решения для автоматизации рекрутинга зачастую либо обладают избыточной сложностью и высокой стоимостью внедрения, либо, напротив, не предоставляют гибких инструментов аналитики и не позволяют адаптировать критерии оценки кандидатов под специфику конкретной вакансии или фирмы [2].

Целью данной работы является разработка программного средства, которое объединяет в себе:

- функционал доски вакансий для публикации и поиска предложений о работе;
- систему управления откликами с возможностью отслеживания статуса;
- аналитический блок для мониторинга ключевых показателей рынка труда;
- интеллектуальный модуль расчета рейтинга кандидатов на основе многокритериальной оценки с настраиваемыми весами.

Архитектура программного средства

Разработанное программное средство представляет собой веб-ориентированное приложение с клиент-серверной архитектурой. В основе взаимодействия компонентов лежит модульная структура, обеспечивающая гибкость масштабирования и возможность независимого развития отдельных функциональных блоков.

Технологический стек:

Фронтенд: HTML5, CSS3, JavaScript (адаптивный веб-интерфейс);

Бэкенд: java;

База данных: MySQL;

Экспорт данных: Excel, почта.

Система реализует три уровня доступа: для соискателей (поиск вакансий, отклик), для рекрутеров (публикация вакансий, управление откликами, аналитика) и для администраторов (управление фирмами, пользователями).

Модуль управления вакансиями

Модуль управления вакансиями обеспечивает интерфейс для публикации и поиска вакансий, доступный как рекрутерам, так и соискателям.

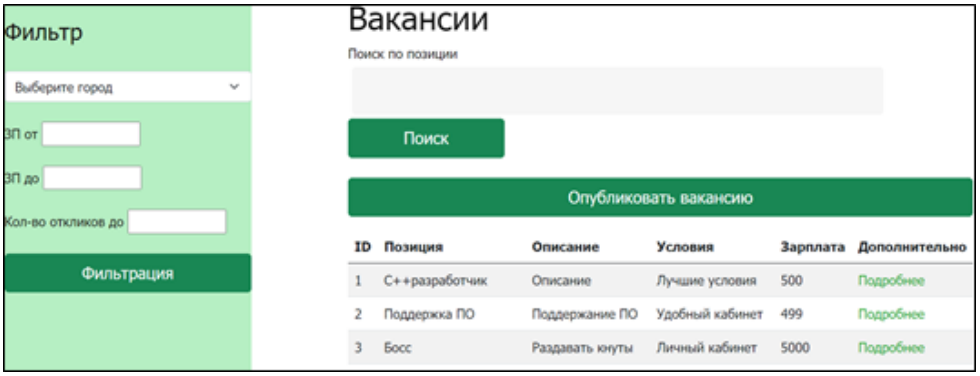


Рисунок 1 - Модуль управления вакансиями

На рисунке 1 представлен главный экран модуля управления вакансиями. Кнопка «Фильтрация» запускает применение выбранных критериев. Ниже расположена строка «Поиск по позиции» с кнопкой «Поиск», реализующая полнотекстовый поиск по названию должности. Центральную часть экрана занимает таблица вакансий, В правом верхнем углу экрана расположена кнопка «Опубликовать вакансию», доступная пользователям с ролью рекрутера или администратора.

Аналитический модуль и мониторинг рынка

Аналитический модуль предназначен для сбора, агрегации и визуализации данных о состоянии рынка труда и эффективности работы фирм.

Рисунок 2 - Аналитический модуль и мониторинг рынка

На рисунке 2 представлен экран аналитики. Кнопка «Скачать данные в Excel» обеспечивает экспорт всех аналитических данных в табличный формат для дальнейшей обработки. В блоке «Сопоставление вакансий фирм» представлен рейтинг компаний. Пользователь может выбрать фирму из выпадающего списка.

Нижнюю часть экрана занимает график «Количество новых вакансий и соискателей по дням». По оси абсцисс отложены даты, по оси ординат — количество. График позволяет отслеживать динамику активности на платформе, выделяя два типа данных: новые вакансии и новых соискателей.

Модуль многокритериальной оценки соискателя

Ключевой инновационной составляющей разработанного средства является модуль расчета рейтинга соискателя, позволяющий назначать веса значимости для каждого этапа отбора.

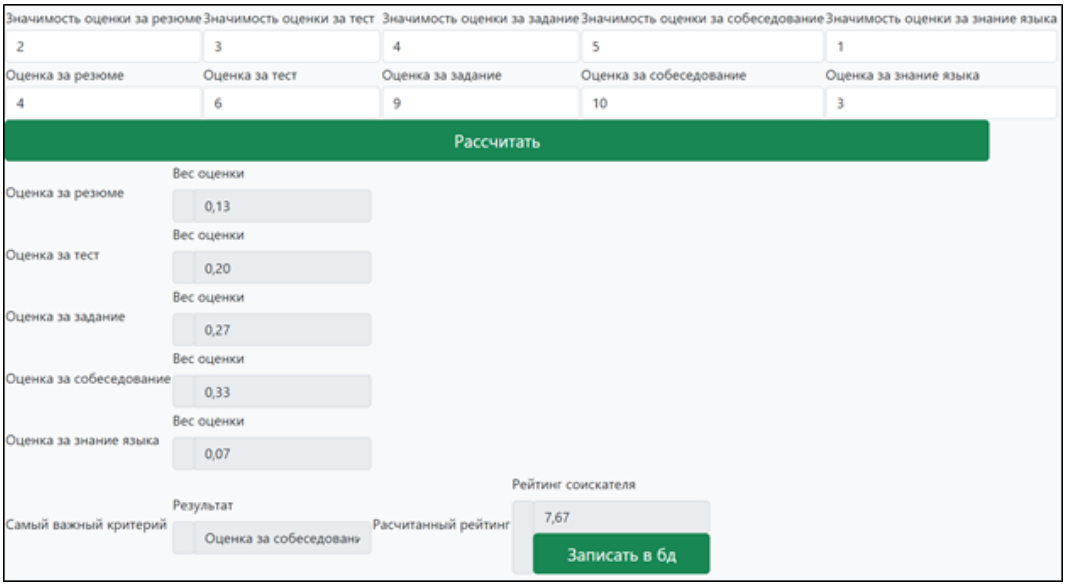


Рисунок 3 - Модуль многокритериальной оценки соискателя

На рисунке 3 представлен модуль настройки весов критериев. Интерфейс выполнен в виде интерактивных элементов управления, где пользователь может задать значимость каждого из пяти критериев:

– Оценка за резюме — качество оформления и содержания резюме;

– Оценка за тест — результаты выполнения статистических тестов или профессиональных заданий;

– Оценка за задание — качество выполнения тестового задания;

– Оценка за собеседование — результаты личного интервью;

– Оценка за знание языка — уровень владения иностранным языком.

Под каждым критерием расположен ползунок для выбора значения значимости от 1 до 10. После настройки пользователь нажимает кнопку «Рассчитать», после чего система:

– Нормирует введенные значения, преобразуя их в веса (сумма весов = 1);

– Вычисляет итоговый рейтинг по формуле взвешенной суммы.

В правой части экрана отображаются результаты расчета:

– веса каждого критерия (например, знание языка: 0,07, резюме: 0,13, стат: 0,20, задание: 0,27, собеседование: 0,33);

– «Самый важный критерий» — автоматически определяемый критерий с наибольшим весом;

– «Рассчитанный рейтинг» — итоговая числовая оценка соискателя (в примере — 7,67).

Кнопка «Записать в бд» сохраняет рассчитанный рейтинг в базе данных, делая его доступным в карточке отклика.

Модуль управления откликами

Модуль управления откликами обеспечивает детальный просмотр и обработку каждого отклика соискателя на вакансию.

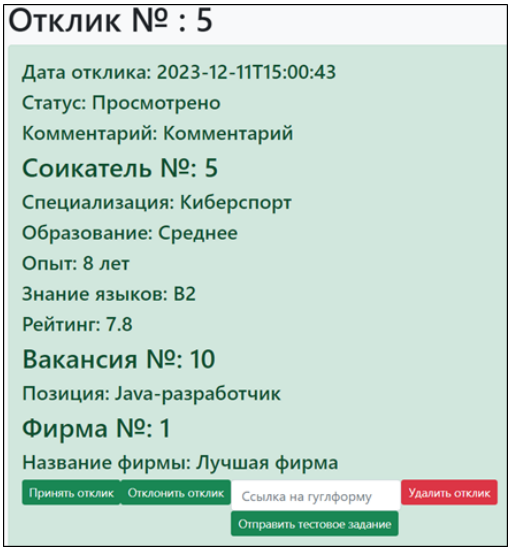


Рисунок 4 - Модуль управления откликами

На рисунке 4 представлена детальная карточка отклика. Реализована возможность использовать Google Forms и отправлять задание через почту.

Заключение. В ходе выполнения работы разработано программное средство, обладающее следующими ключевыми характеристиками: модульность, гибкость настройки, аналитическая поддержка, интеграция.

Практическая значимость работы заключается в создании доступного инструмента для автоматизации рекрутинговых процессов, который может быть использован как малыми и средними предприятиями, так и крупными HR-департаментами.

Список использованных источников:

7. Чуланова, О. Л. Цифровые технологии в управлении персоналом: тренды, возможности и риски / О. Л. Чула-нова // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. – 2023. – № 2. – С. 32–38.Петрова, Н. С. Дискриминация в рекрутинге: причины и последствия / Н. С. Петрова // Журнал управления персоналом. – 2021. – № 4. – С. 30–35.

8. Михалевич, А. А. Программная поддержка рекрутинговой деятельности с модулем расчета рейтинга соис-кателей и системы KPI / А. А. Михалевич // Подготовка научных кадров: опыт, проблемы, перспективы : материалы VI Международной научно-практической конференции, Минск, 6 декабря 2024 года / Университет НАН Беларуси ; редкол.: М. Г. Жилинский (отв. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – С. 63–66.

UDC 004.6:005.953.2

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TOOL FOR RECRUITMENT AUTOMATION AND LABOR MARKET ANALYSIS

Haisenok H.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Khackevich G.A. – Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor

Annotation. The article discusses the developed software tool designed to automate personnel selection processes, manage vacancies and responses, as well as collect and analyze labor market data. The system architecture is presented, and the functional modules are described: vacancy management, response management, analytical module, company directory, and a multi-criteria applicant assessment module. Special attention is paid to the mathematical model for calculating candidate ratings based on weighted criteria. Each functional block is illustrated with interface images accompanied by detailed descriptions. The implementation results demonstrate increased efficiency in response processing and objectivity in making hiring decisions.

Keywords. information systems, recruitment, labor market, data analytics, mathematical assessment model, automation, HR technologies.

УДК 004.651:004.94-043.86

95. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OLAP-СИСТЕМ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ

Герасименя В.В., Герман А.А., студентки группы 377901
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В работе рассматривается роль OLAP как инструмента трансформации сырых данных в управленческие решения. Раскрывается архитектура OLAP-систем: источники данных, сервер и клиентские приложения. Формализованы понятия многомерной модели: гиперкуб, измерения, меры, операции среза и вращения. Особое внимание уделено трехуровневой структуре многомерности: представление, обработка, хранение. Проанализированы подходы к хранению данных: MOLAP, ROLAP, HOLAP. Данный инструментарий обеспечивает переход от реактивной отчетности к проактивному стратегическому прогнозированию.

Ключевые слова. OLAP-системы, многомерная аналитическая обработка данных, многомерная модель данных, гиперкуб, хранилище данных, витрины данных, измерения, меры, операции среза и вращения, клиент-серверная архитектура, MOLAP, ROLAP, HOLAP, поддержка принятия решений, бизнес-аналитика.

В современном мире хозяйствующие субъекты аккумулируют значительные массивы данных, известные как Big Data, однако сами по себе эти сведения не приносят пользы. Ключевая задача заключается в извлечении из них значимой информации для поддержки принятия управленческих решений. Простых отчетов, формируемых операционными системами, для этого недостаточно, поскольку они отвечают на вопрос «Что произошло?», но не позволяют установить причинно-следственные связи и не дают возможности прогнозировать последствия.

В условиях цифровой трансформации финансово-банковской деятельности (ФБД) особую значимость приобретают инструменты, позволяющие оперативно обрабатывать растущие объемы транзакционных данных. В данном исследовании рассмотрена концепция использования OLAP-технологий в финансово-банковской деятельности как ключевого инструмента аналитической обработки данных, обеспечивающего многомерный анализ и поддержку принятия управленческих решений. OLAP представляет собой ключевой компонент организации хранилищ данных; концепция данной технологии была описана в 1993 году Эдгаром Коддом. OLAP выступает связующим звеном в экосистеме данных: он использует подготовленную информацию из хранилищ и предоставляет удобный интерактивный инструмент для её исследования человеком-аналитиком. Результаты OLAP-анализа, в свою очередь, могут стать основой для более глубокого изучения закономерностей с помощью технологий интеллектуального анализа данных (Data Mining).

Цель OLAP заключается в предоставлении пользователю возможности за приемлемое время, например, за секунды проводить сложный ad-hoc анализ данных (нерегламентированные запросы, формулируемые пользователем в процессе исследования для проверки возникающих гипотез) с различных точек зрения, называемых измерениями. Ключевые принципы OLAP, сформулированные Коддом, включают многомерное концептуальное представление данных, предполагающее организацию данных в виде гиперкубов; интуитивное манипулирование данными, реализуемое через операции среза, вращения, детализации и свертки; доступность, обеспечивающую быстрый отклик системы; интерактивный анализ, допускающий формулирование нерегламентированных запросов; а также многопользовательскую поддержку. Архитектура OLAP-системы строится по принципу клиент-сервер и включает несколько ключевых компонентов. Источником в OLAP-системах выступает сервер, поставляющий данные для анализа; им может служить хранилище данных (Data Warehouse), набор таблиц или иные системы.

Хранилище данных представляет собой реляционную базу данных, спроектированную для хранения консолидированной исторической информации. Основная таблица хранилища содержит числовые показатели (меры). В его состав входят виртуальное хранилище данных, основанное на репозитории метаданных, описывающих источники и процедуры доступа к данным; витрины данных (Data Mart) – облегченные, тематически ориентированные подмножества хранилища, предназначенные для конкретных отделов или задач, использование которых повышает безопасность, упрощает проектирование и снижает нагрузку на основное хранилище; а также глобальное хранилище данных (современный подход, при котором единое хранилище служит источником для всех витрин данных,

обеспечивая согласованность информации). Хранилищам данных присущи следующие свойства: предметная ориентация, интегрированность, инвариантность во времени, неразрушаемость (стабильность) и минимизация избыточности.

Хранилище данных служит поставщиком информации для многомерной базы данных, основными классами объектов которой являются измерения и показатели. К измерениям относятся множества значений, по которым происходит индексация данных, например, время, профессии и другие; при этом измерения представляют собой оси анализа: время, профессия, ФИО. Прикладной частью OLAP-системы выступает OLAP-сервер, который выполняет всю работу (в зависимости от модели системы) и хранит информацию, к которой обеспечивается активный доступ; данный компонент осуществляет вычисления, хранит многомерные данные и обрабатывает запросы. Клиентское приложение предоставляет пользователю интерфейс для удаленного доступа к данным, формулирования сложных запросов, генерации отчетов и визуализации результатов.

Основными понятиями многомерной модели данных являются гиперкуб, измерение, метки, ячейка и мера. Гиперкуб данных представляет собой «контейнер» для n-мерной структуры данных (n > 2), внутри которого упорядоченно хранятся агрегированные бизнес-данные (см. рисунок 1). Гиперкуб содержит одно или более измерений и представляет собой упорядоченный набор ячеек. Каждая ячейка определяется одним и только одним набором значений измерений – меток. Ячейка может содержать данные – меру – либо оставаться пустой. Измерением называется множество меток, образующих одну из граней гиперкуба; измерение выступает осью анализа (например, время, регион, товар, клиент) и может иметь иерархию (год разделяется на кварталы, кварталы разделяются на месяцы, а месяцы делятся на дни). Метка представляет собой конкретное уникальное значение внутри одного измерения (например, «Минск», «Март 2026», «Инженер»), являясь точкой на оси. Если измерение – это ось координат (например, ось X «Города»), то метка – это конкретная точка на этой оси (например, «Минск», «Брест», «Гомель»). Ячейка определяется как минимальная и неделимая точка в многомерном пространстве, образуемая пересечением одной метки из каждого измерения; в ней хранится анализируемое значение, и она может быть пустой. Мера представляет собой числовой показатель, который помещается в ячейку и является предметом анализа (например, объем продаж, прибыль).

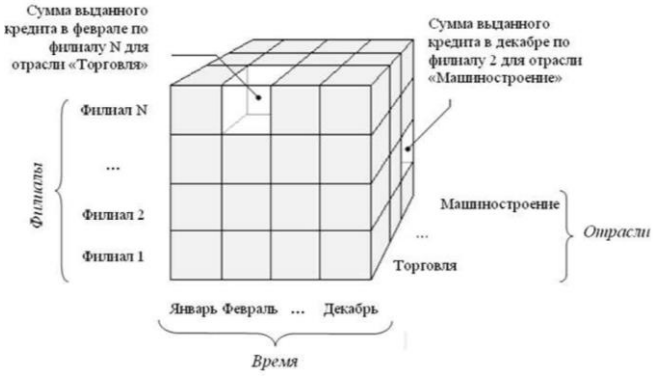


Рисунок 1 – Пример гиперкуба данных

Операция среза представляет собой выделение подмножества данных путем фиксации одной или нескольких меток. Например, запрос «Показать сумму выданного кредита по филиалу N за февраль для отрасли «Торговля» фиксирует метки «Филиал N», «Февраль» и «Торговля», «отрезая» от общего куба нужный «кусок» данных. Если представить данные о кредитовании в виде куба с тремя измерениями (филиалы, время, отрасли), где внутри на пересечении содержатся числа, например, сумма выданного кредита, то при фиксации двух или трех измерений множество фиксированных меток будет {Филиал N, Февраль, Торговля}, а множество фиксированных измерений – {Филиал, Время, Отрасль}. Пересечение гиперплоскостей, образуемое при фиксации меток, представляет собой срез – наиболее тонкий «кусок» данных. Операция вращения заключается в изменении порядка представления (визуализации) измерений, что обеспечивает возможность визуализации данных в форме, наиболее комфортной для их восприятия. В терминах рассматриваемой модели данных вращение означает смену последовательности фиксации меток при построении среза; результатом вращения для двумерного среза (таблицы) выступает замена столбцов на строки, а строк на столбцы.

Многомерный анализ данных может осуществляться с помощью различных программных решений, которые условно делятся на клиентские и серверные OLAP-средства. Клиентские OLAP-инструменты представляют собой приложения, устанавливаемые непосредственно на компьютер пользователя и

выполняющие вычисления локально; примером таких средств служат сводные таблицы в Microsoft Excel. Принцип работы клиентских OLAP-средств заключается в следующем: приложение загружает исходные данные (из локальной базы данных или файлов), самостоятельно вычисляет агрегатные данные (если источником выступает настольная СУБД), отправляет SQL-запросы на сервер (в случае хранения данных в серверной СУБД), сохраняет результаты вычислений в кэше оперативной памяти и обеспечивает интерфейс для многомерного анализа. Серверные OLAP-системы представляют собой специализированные серверные приложения, которые берут на себя всю вычислительную нагрузку. Архитектурные особенности таких систем включают выполнение сервером всех вычислений агрегатных данных, хранение многомерных кубов в специализированном формате, обслуживание запросов от множества клиентских приложений и обеспечение актуальности данных через механизмы обновления.

Многомерность в OLAP приложениях может быть разделена на три уровня, каждый из которых выполняет специфическую функцию в обеспечении полноценного аналитического процесса.

Первый уровень представляет собой многомерное представление данных, то есть средства конечного пользователя, обеспечивающие многомерную визуализацию и манипулирование данными. Данный уровень выступает в роли интерфейса взаимодействия аналитика с системой и характеризуется максимальной абстракцией от физической структуры хранения информации. Пользователь воспринимает данные не как набор таблиц реляционной базы, а как естественно многомерную структуру, гиперкуб, что позволяет ему сосредоточиться на содержательном анализе, а не на технических аспектах организации данных. Визуализация осуществляется в форме, наиболее удобной для восприятия, такой как многомерные кубы, двумерные таблицы, диаграммы различных типов. Манипулирование данными реализуется через интуитивно понятные операции среза, то есть фиксации отдельных значений измерений, вращения, означающего изменение порядка отображения измерений, и детализации, представляющей собой переход от обобщенных показателей к более детальным. Первый уровень обеспечивает доступность аналитических возможностей для пользователя, не требующего глубоких технических знаний.

Второй уровень представляет собой многомерную обработку, включающую средство формулирования многомерных запросов, то есть специализированный язык, и процессор, способный обработать и выполнить такой запрос. Традиционный реляционный язык SQL оказывается здесь непригодным, поскольку он ориентирован на работу с плоскими таблицами и не обладает нативной поддержкой многомерных операций, таких как срез, вращение, детализация и свертка. Для формулирования многомерных запросов используются специализированные языки, например MDX, которые позволяют описывать выборки данных в терминах измерений, иерархий и показателей. Процессор запросов, понимающий многомерную семантику, принимает такие запросы, оптимизирует их выполнение и возвращает результат в структурированном виде. В некоторых архитектурах данный уровень также может включать механизм трансляции многомерных запросов в SQL запросы к реляционным источникам данных, что позволяет интегрировать OLAP средства с существующими реляционными хранилищами без их полной замены.

Третий уровень представляет собой многомерное хранение, то есть физическую организацию данных для ускорения запросов. Данный уровень является необязательным, но важным компонентом, поскольку он определяет, где и в каком формате физически размещаются исходные и агрегатные данные. В зависимости от выбранного подхода, такого как MOLAP, ROLAP или HOLAP, данные могут храниться в многомерных структурах, оптимизированных для быстрого выполнения операций по любому измерению, либо оставаться в реляционных таблицах с использованием специализированных схем, например звезда или снежинка, либо комбинировать оба способа, размещая агрегаты в многомерном хранилище, а детальные данные в реляционном. Физическая организация данных на этом уровне напрямую влияет на производительность запросов, скорость загрузки и обновления информации, а также на масштабируемость системы. Оптимальный выбор архитектуры хранения позволяет достичь баланса между скоростью отклика системы, объемом занимаемого дискового пространства и гибкостью управления данными.

Существует три основных подхода к физическому хранению многомерных данных. MOLAP (Multidimensional OLAP) предполагает хранение исходных и агрегатных данных в многомерной базе данных. Хранение данных в многомерных структурах позволяет манипулировать данными как многомерным массивом, благодаря чему скорость вычисления агрегатных значений одинакова для любого из измерений. Однако в этом случае многомерная база данных оказывается избыточной, так как многомерные данные полностью содержат исходные реляционные данные. Эти системы обеспечивают полный цикл OLAP-обработки; они либо включают в себя, помимо серверного компонента, собственный интегрированный клиентский интерфейс, либо используют для связи с пользователем внешние программы работы с электронными таблицами. Преимуществами MOLAP являются максимальная

производительность запросов и оптимизированная структура для OLAP-операций; недостатками для данной системы являются значительное увеличение объема хранения и длительное время загрузки и обновления.

ROLAP (Relational OLAP) предполагает, что исходные данные остаются в той же реляционной базе данных, где они изначально и находились, а агрегатные данные помещаются в специально созданные для их хранения служебные таблицы в той же базе данных. Преимуществами ROLAP выступают возможность работы с большими объемами детальных данных и использование мощностей реляционных СУБД; недостатки у этой системы являются зависимость производительности от качества SQL-оптимизации и меньшая эффективность для сложных многомерных запросов.

HOLAP (Hybrid OLAP) представляет собой гибридный подход, при котором исходные данные остаются в той же реляционной базе данных, где они изначально находились, а агрегатные данные хранятся в многомерной базе данных. Преимуществами данного подхода являются баланс производительности и гибкости, а также оптимальное использование ресурсов. Компонентами HOLAP выступают специализированный (не SQL) язык запросов и процессор запросов, понимающий многомерную семантику. Особенностями данного подхода являются непригодность SQL для нативных многомерных запросов, необходимость трансляции многомерных запросов в SQL (в гибридных системах) и обеспечение семантики операций OLAP (свертка, детализация и другие).

Результаты исследования демонстрируют, что OLAP-системы представляют собой необходимый инструмент трансформации сырых данных из хранилищ в многомерную модель гиперкуба, обеспечивающую удобство аналитического познания. Благодаря реализации интуитивных операций (срез, вращение) и применению различных архитектурных подходов (клиентские и серверные средства, MOLAP, ROLAP, HOLAP) данные системы предоставляют бизнес-аналитикам и руководителям возможность самостоятельного, оперативного и гибкого исследования информации, выявления тенденций, установления причин проблем и моделирования сценариев. Разработанный инструментарий позволяет осуществить переход от реактивного управления, основанного на отчетах о прошлом, к проактивному и обоснованному принятию решений, что создает основу для формирования ключевого конкурентного преимущества в современной цифровой экономике.

Список использованных источников:

1. Бекаревич, Ю. Б. Особенности оперативного анализа данных при использовании табличной модели / Ю. Б. Бекаревич, Н. В. Пушкина // Проблемы экономики и менеджмента. – 2015. – № 2 (42). – С. 120–127.

2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных OLAP и DataMining, 2004.

3. Ильяшенко, О. Ю. Роль BI-систем в совершенствовании процессов обработки и анализа бизнес информации / И. В. Ильин// Наука и бизнес: пути развития – 2017.

UDC 004.651:004.94-043.86

USING OLAP SYSTEMS IN ANALYTICAL DATA PROCESSING

Gerasimenya V.V., German A.A

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nagulevich R.S. – Senior Lecturer, Master of Economics

Annotation. This paper examines the role of OLAP as a tool for transforming raw data into management decisions. It describes the architecture of OLAP systems, including data sources, servers, and client applications. The concepts of a multidimensional model are formalized: hypercube, dimensions, measures, slice and rotate operations. Particular attention is paid to the three-level structure of multidimensionality: presentation, processing, and storage. Data storage approaches are analyzed: MOLAP, ROLAP, and HOLAP. This toolkit facilitates the transition from reactive reporting to proactive strategic forecasting.

Keywords. OLAP systems, multidimensional analytical data processing, multidimensional data model, hypercube, data warehouse, data marts, dimensions, measures, slice and rotate operations, client-server architecture, MOLAP, ROLAP, HOLAP, decision support, business analytics.

96. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПРОФИЛЯ СТУДЕНТА В ШКОЛЕ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Ермантович М.А., студент группы 272301
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Полоско Е.И. – старший преподаватель кафедры ЭИ

Аннотация. В тезисах рассматривается экономическая целесообразность внедрения цифрового профиля студента в школе иностранных языков в форме мобильного приложения. Анализируются организационные и педагогические эффекты, потенциальное влияние сервиса на удержание студентов, повторные продажи и снижение административных издержек. Показано, что актуальность приложения в 2026 году определяется не самим фактом цифровизации, а способностью сервиса повышать самостоятельную работу, прозрачность обучения и качество управленческих решений на основе данных.

Рынок образовательных услуг в 2026 году характеризуется высокой конкуренцией, ростом ожиданий к сервису и усилением роли цифровых каналов сопровождения клиента. Для школы иностранных языков ценность продукта формируется не только в момент проведения занятия, но и между уроками: при выполнении домашнего задания, повторении материала, получении напоминаний, записи на перенос, обращении к преподавателю и продлении обучения. В этих условиях цифровой профиль студента можно рассматривать как персонализированную точку контакта, объединяющую учебный процесс, сервис и аналитику.

Под цифровым профилем студента в данной работе понимается мобильное приложение либо близкий к нему по логике персональный сервис, в котором объединены расписание, уведомления, посещаемость, домашние задания, история обучения, обратная связь преподавателя, учебные материалы и элементы самостоятельной практики. В отличие от обычного сайта-визитки, такой инструмент предполагает регулярное использование и позволяет школе не только информировать обучающегося, но и управлять его вовлеченностью в образовательный процесс.

С экономической точки зрения интерес к подобному решению обусловлен тем, что для языковой школы критичен не только первичный набор заявок, но и удержание студента на горизонте нескольких месяцев. Если мобильное приложение снижает число пропусков, делает коммуникацию быстрее, повышает прозрачность прогресса и упрощает продление обучения, то его эффект проявляется через рост retention rate, repeat purchase rate и LTV. Дополнительный результат может возникать за счет сокращения ручной нагрузки на администраторов и менеджеров: часть типовых вопросов, напоминаний и сервисных действий переводится в цифровой контур.

Однако внедрение приложения нельзя считать универсально выгодным решением. Разработка нативного мобильного продукта связана с заметными начальными и постоянными расходами: проектирование интерфейса, серверная часть, аналитика, обновления под разные операционные системы, модерация контента, техническая поддержка и защита персональных данных. Если школа имеет небольшую базу, редкие повторные контакты со студентом или слабо формализованные внутренние процессы, полная стоимость владения приложением может превысить ожидаемый эффект. В таком случае более рациональным вариантом выступают веб-кабинет или PWA-решение с ограниченным, но полезным набором функций.

Педагогическая релевантность цифрового профиля определяется не количеством функций, а тем, улучшает ли он реальные учебные результаты. По данным OECD, доступ к технологии сам по себе не гарантирует образовательного эффекта; решающим фактором выступает способ педагогической интеграции цифрового инструмента [1; 2]. Это означает, что приложение для школы иностранных языков оправдано тогда, когда оно поддерживает саморегулируемое обучение: напоминает о целях, помогает планировать самостоятельную работу, делает видимым прогресс, дает короткие форматы повторения и связывает активность студента между занятиями с содержанием курса.

Современные исследования подтверждают, что мобильные форматы способны усиливать учебный результат при грамотном сценарии использования. В мета-анализе 253 эмпирических исследований показан значимый положительный эффект mobile learning для учебных достижений [3]. В исследованиях по языковому обучению также зафиксировано улучшение словарных результатов, вовлеченности и удовольствия от обучения при использовании мобильного приложения с элементами саморегуляции [4]. Вместе с тем пользователи цифровых сервисов неоднородны: выделяются активные, формальные и

слабо вовлеченные профили использования, поэтому наличие приложения еще не означает высокого уровня регулярной учебной активности у всей базы студентов [5].

Следовательно, оценка целесообразности внедрения цифрового профиля должна строиться как пилотный сравнительный анализ «до/после» либо на сопоставлении экспериментальной и контрольной групп. В число ключевых показателей целесообразно включать долю активных пользователей, частоту входов, долю выполненных домашних заданий, снижение пропусков, скорость реакции на уведомления, уровень удержания, повторные продажи, LTV и срок окупаемости проекта. Для управленческого уровня важно оценивать и организационные показатели: снижение количества ручных коммуникаций, ускорение обработки типовых запросов и полноту данных о поведении студента.

Для практического решения вопроса о внедрении полезно использовать укрупненную систему критериев. В тексте работы целесообразно заранее зафиксировать показатели, по которым школа будет оценивать эффект пилота. Основные блоки такой оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Блоки оценки целесообразности внедрения цифрового профиля студента

Блок оценки	Основные метрики	Практический смысл
Поведение	Доля активных пользователей, частота входов, открытие заданий	Показывает, востребован ли сервис у студентов
Учебный эффект	Выполнение домашних заданий, повторение материала, снижение пропусков	Характеризует педагогическую полезность приложения
Удержание	Продление обучения, повторные покупки, LTV	Отражает вклад сервиса в выручку и длительность цикла обучения
Операции	Количество ручных сообщений, скорость ответа, число типовых обращений	Позволяет оценить снижение административной нагрузки
Финансы	Совокупные затраты, срок окупаемости, экономия рабочего времени	Показывает, оправдан ли проект как инвестиция

Таким образом, в 2026 году цифровой профиль студента является актуальным инструментом для образовательной организации, но его внедрение должно быть экономически и педагогически обосновано. Для средних и крупных школ иностранных языков, где ценность создается в длительном цикле взаимодействия со студентом, приложение может стать источником роста удержания и качества сервиса. Для небольших школ более оправдан пошаговый подход: сначала веб-кабинет или PWA, затем нативное приложение после подтверждения эффекта на ключевых метриках. Иными словами, вопрос следует ставить не как «нужно ли приложению быть», а как «какой цифровой формат действительно создает измеримую образовательную и экономическую ценность».

Список использованных источников:

1. OECD. OECD Digital Education Outlook 2026: Exploring Effective Uses of Generative AI in Education. Paris: OECD Publishing, 2026. 247 p.

2. Скакунова, В. А. Дидактические особенности применения онлайн-досок в обучении иностранному языку (на примере курсов английского языка для общих и специальных целей) / В. А. Скакунова, В. Б. Черемина // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 3. – С. 54.

3. Данилова, Л. Н. Цифровизация обучения иностранным языкам в вузе: возможности и риски / Л. Н. Данилова // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2021. – № 1(41). – С. 119-128.

4. Yang Y., Song Y., Yan J., Ma Q. Bridging classroom and real-life learning mediated by a mobile app with a self-regulation scheme: Impacts on Chinese EFL primary students' self-regulated vocabulary learning outcomes, enjoyment, and learning behaviours // System. 2025. Vol. 131.

5. Возможности цифрового образования при обучении иностранным языкам в высшей школе / Т. В. Мазаева, Э. Н. Гилязева, Л. В. Базарова, Д. Д. Хайруллина // Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы: монография. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2021. – С. 277-291.

97. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА БОЙЕРА–МУРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Жданович А.Д., студентка гр. 573904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Кириенко Н.А. – канд. техн. наук, доцент каф. ЭИ

Аннотация: в работе рассматриваются особенности алгоритма Бойера–Мура и его модификаций в контексте решения экономических задач. Показано, что алгоритм обеспечивает высокую эффективность поиска в больших массивах текстовых данных за счёт использования эвристик смещения. Приведены основные области применения алгоритма в экономике и проанализированы его преимущества по сравнению с традиционными методами поиска.

В условиях цифровизации экономики существенно возрастает объём обрабатываемой информации [1]**.** Финансовые системы, электронная коммерция и корпоративные информационные системы ежедневно генерируют большие массивы текстовых данных: логи транзакций, отчёты, клиентские отзывы и другие документы. Это требует использования эффективных алгоритмов поиска и анализа информации.

Одним из наиболее эффективных алгоритмов поиска подстроки является алгоритм Бойера–Мура [2]**.** Его особенность заключается в сравнении символов шаблона с текстом справа налево, а также использовании эвристик «плохого символа» и «хорошего суффикса». Благодаря этому алгоритм способен пропускать значительные участки текста, что существенно снижает количество операций. В среднем его временная сложность приближается к O(n).

Алгоритм Бойера–Мура широко применяется в экономических задачах. Одним из основных направлений является анализ логов транзакций и финансовый мониторинг [1]. С его помощью можно быстро выявлять подозрительные операции, находить ключевые коды и анализировать большие потоки данных, что особенно важно для систем обнаружения мошенничества.

Другой важной областью применения является обработка текстовых данных клиентов. Компании анализируют отзывы, обращения и сообщения пользователей для повышения качества обслуживания. Алгоритм позволяет эффективно находить ключевые фразы и ускоряет обработку больших массивов информации.

Также алгоритм применяется при работе с базами данных и электронным документооборотом. Он позволяет ускорить поиск подстрок в текстовых полях, что важно при анализе отчётов, договоров и других документов. В системах электронной коммерции алгоритм используется для обработки поисковых запросов пользователей и фильтрации иинформации [4].

Помимо классического алгоритма Бойера–Мура существуют его модификации, такие как Boyer–Moore–Horspool [3] и алгоритм Sunday. Эти варианты используют упрощённые эвристики и часто показывают более высокую производительность на практике. Для коротких шаблонов могут применяться бит-параллельные алгоритмы.

В рамках исследования было проведено сравнение производительности классического алгоритма Бойера–Мура, его модификации Horspool и прямого (default) алгоритма поиска. Эксперименты выполнялись на примере поиска шаблонов в текстовом массиве большого размера. Рассматривались два сценария: поиск шаблона, расположенного в конце текста, и поиск шаблона из середины текста.

Результаты экспериментов для первого случая представлены на рисунке 1. Как видно из полученных данных (см. рис. 1), алгоритм Horspool показал наименьшее время выполнения (около 18 мс), классический алгоритм Бойера–Мура также продемонстрировал высокую эффективность (около 25 мс), тогда как прямой алгоритм поиска оказался значительно медленнее (около 120 мс). Это объясняется тем, что при работе с длинными шаблонами алгоритм выполняет значительные сдвиги и пропускает большие участки текста.

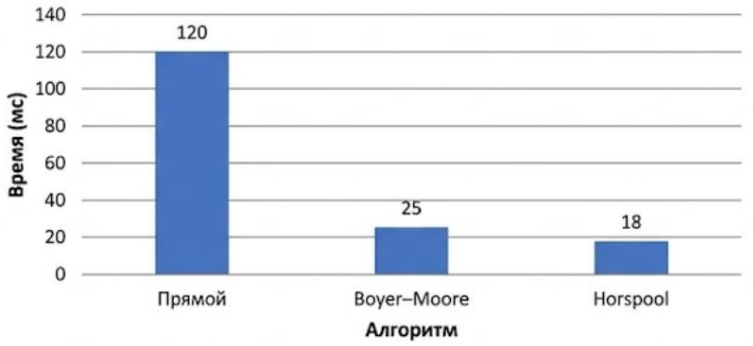


Рисунок 1 – Сравнение времени поиска шаблона различными алгоритмами (шаблон расположен в конце текста)

Аналогичные результаты получены и для второго сценария, где шаблон расположен в середине текстового массива (см. рис. 2). В данном случае алгоритм Horspool также показал наилучший результат (около 15 мс), алгоритм Бойера–Мура — около 20 мс, тогда как прямой алгоритм выполнялся значительно дольше (около 80 мс). Несмотря на изменение абсолютных значений, общее соотношение эффективности алгоритмов сохраняется.

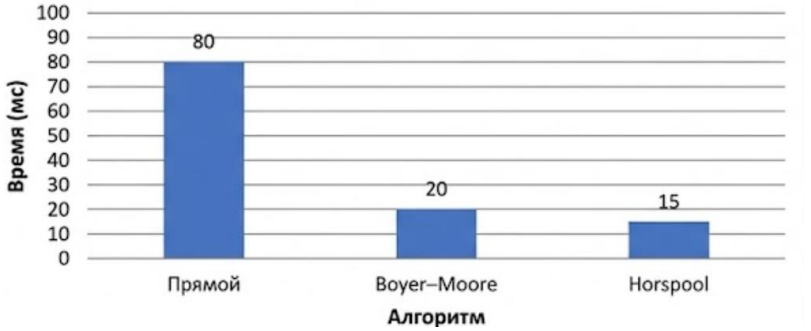


Рисунок 2 – Сравнение времени поиска шаблона различными алгоритмами (шаблон расположен в середине текста)

Дополнительно было установлено, что в тестах типа QuickBench модификация Boyer–Moore–Horspool показала наилучшие результаты [4]. Время выполнения поиска оказалось в несколько раз меньше по сравнению со стандартной функцией поиска строк. Это подтверждает эффективность использования алгоритмов семейства Бойера–Мура при работе с большими текстами и сложными шаблонами.

Несмотря на значительные преимущества, алгоритм имеет и ограничения. Он менее эффективен при поиске очень коротких шаблонов или при необходимости одновременного поиска большого числа различных образцов. В таких случаях используются альтернативные методы поиска.

В заключение можно отметить, что алгоритм Бойера–Мура и его модификации являются эффективным инструментом обработки текстовых данных в экономике. Их применение позволяет существенно ускорить поиск информации, снизить вычислительные затраты и повысить эффективность работы информационных систем. В условиях роста объёмов данных значение подобных алгоритмов будет только увеличиваться.

Список использованных источников:

1. *Алгоритм Бойера-Мура в глубоком анализе трафика: как работает и зачем нужен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.securitylab.ru/blog/personal/Technolady/355642.php, свободный. – Дата доступа: 23.03.2026.*
2. *Boyer–Moore string-search algorithm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Boyer%E2%80%93Moore_string-search_algorithm, свободный. – Дата доступа: 23.03.2026.*
3. *Boyer–Moore–Horspool algorithm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Boyer%E2%80%93Moore%E2%80%93Horspool_algorithm свободный. – Дата доступа: 23.03.2026.*
4. *Bartłomiej Filipek. Speeding up Pattern Searches with Boyer-Moore Algorithm from C++17 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cppstories.com/2018/08/searchers/, свободный. – Дата доступа: 23.03.2026.*

98. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Насевич Д.Р. студентка группы 573901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кириенко Н.А. – кандидат технических наук, доцент

Аннотация. В данной работе исследуются теоретические аспекты и практическая значимость алгоритмов поиска в контексте обработки экономической информации. Рассматриваются критерии эффективности алгоритмов, их классификация и влияние на скорость принятия управленческих решений. Особое внимание уделено сравнительному анализу сложности методов и их реализации в современных аналитических системах.

Современная экономическая среда характеризуется переходом к модели «Data-Driven Management», где ключевым активом организации является информация. Постоянный рост объемов транзакционных данных, рыночных котировок и клиентских баз (Big Data) создает потребность в инструментах, способных обеспечивать мгновенный доступ к нужным сведениям. Алгоритмы поиска являются фундаментом вычислительной логики, позволяя не просто хранить, а эффективно использовать информационные массивы для прикладного анализа. Без оптимизированных механизмов поиска экономический анализ сталкивается с проблемой «информационного шума», когда время на извлечение данных превышает время их полезного использования.

Методология оценки эффективности.

Выбор алгоритма для решения конкретной экономической задачи не может быть произвольным. Он основывается на математической оценке эффективности, которая выражается через асимптотическую сложность — Big O notation.

Временная сложность – отражает зависимость времени выполнения алгоритма от объема входных данных (n). В экономике это критично при расчете высокочастотных операций на бирже или обработке миллионов банковских проводок.

Пространственная сложность – определяет объем оперативной памяти, необходимый для работы алгоритма. При работе с облачными хранилищами и распределенными базами данных минимизация потребления памяти позволяет существенно снизить инфраструктурные издержки [1].

Согласно классификации, алгоритмы с константной O(1) и логарифмической сложностью O(logn) считаются наиболее эффективными для крупномасштабных систем [2].

Классификация и сравнительный анализ поисковых механизмов.

В практике финансового мониторинга и бизнес-аналитики выделяют три основных алгоритма:

Линейный поиск (O(n)): Алгоритм последовательного перебора элементов. Его применение в экономике ограничено малыми выборками (например, поиск в рамках одного чека или небольшого списка контрагентов). Главный недостаток — прямо пропорциональный рост затрат времени при увеличении объема данных. Если массив данных увеличивается в k раз, время поиска также возрастает в k раз, что делает его непригодным для анализа больших рынков.

Иерархические методы: Бинарный поиск (O(logn)). Данный метод является «золотым стандартом» для работы с упорядоченными реестрами. Принцип «разделяй и властвуй» позволяет сокращать область поиска вдвое на каждом шаге. Для экономики это означает, что среди 1 000 000 записей нужная транзакция будет найдена максимум за 20 итераций [3]. Обязательным условием здесь выступает предварительная сортировка данных, что требует дополнительных вычислительных мощностей на этапе подготовки.

Интерполяционный поиск и ассоциативные массивы. Для данных с известным распределением (например, инвентарные номера или даты) используется интерполяционный поиск, который рассчитывает вероятное местоположение элемента. В современных СУБД для достижения максимальной скорости (O(1)) применяются хэш-таблицы. Хэширование позволяет мгновенно получать данные о клиенте по его уникальному идентификатору (ID), минуя этап сравнения всех элементов [4].

Технологическая реализация и оптимизация в среде Big Data.

Реализация алгоритмов в современных экономических отделах редко происходит «с нуля». Основной упор делается на использование высокопроизводительных библиотек.

Pandas и NumPy (Python). Данные библиотеки позволяют проводить векторизованный поиск, который выполняется на уровне низкоуровневых инструкций процессора, что в десятки раз быстрее стандартных циклов.

Индексация баз данных. Создание индексов в SQL-базах данных позволяет превратить медленный линейный поиск в высокоскоростной логарифмический, что является стандартом для банковских систем.

Параллельные вычисления. Распределение поискового запроса по нескольким ядрам или серверам позволяет обрабатывать терабайты данных в реальном времени, что необходимо для систем обнаружения мошенничества.

Практические рекомендации по выбору алгоритмов.

Для оптимизации экономических вычислений рекомендуется следовать алгоритму выбора.

Для малых данных (<1000 записей) допустимо использование линейного поиска ввиду низких затрат на разработку.

Для статичных больших данных целесообразна разовая сортировка с последующим многократным использованием бинарного поиска.

Для динамических потоков данных применяются хэш-индексации для мгновенного доступа без необходимости постоянной пересортировки.

Список использованных источников:

1. Зайнуллина А.И., Куценко С. М. Применение алгоритмов сортировки и поиска в экономическом анализе данных / А.И. Зайнуллина, С.М. Куценко. – Казанский государственный энергетический университет, Казань, 2025. — 8 с

2. Кайда Н. Что такое «О» большое: объясняем на простых примерах / Н. Кайдар. / Proglib, 2024. — URL: https://proglib.io/p/chto-takoe-o-bolshoe-2024-04-27 – Дата обращения: 24.03.2026.

3. Это база. Алгоритмы сортировки и поиска для начинающих / Habr / Selectel, 2024. — URL: https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/851206/. – Дата обращения: 24.03.2026.

4. 6 алгоритмов поиска на Java: от простого к сложному / Proglib: образовательный портал, 2024. – URL: https://proglib.io/p/6-search-algorithms-java. – Дата доступа: 24.03.2026.

УДК 004:330.43:616-071.3

99. МНОГОФАКТОРНОЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДЕКСА МАССЫ ТЕЛА КАК ИНДИКАТОРА КАЧЕСТВА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В КОНТЕКСТЕ ЦУР РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Шелепова В.А., студент гр.372301

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Хацкевич Г. А – доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор

Аннотация. В статье рассматривается построение многофакторной эконометрической модели индекса массы тела как индикатора качества человеческого капитала в контексте Целей устойчивого развития Республики Беларусь. На основе анализа парных и частных корреляций выявлены факторы, оказывающие наиболее устойчивое влияние на ИМТ. Построенная регрессионная модель включает возраст, пол и тип телосложения. Обоснована необходимость учета опосредованного влияния поведенческих и психоэмоциональных факторов при мониторинге качества человеческого капитала.

Ключевые слова. Индекс массы тела, человеческий капитал, Цели устойчивого развития, эконометрическое моделирование, множественная регрессия, частные корреляции, мультиколлинеарность, Республика Беларусь

Введение. Человеческий капитал в современном мире становится ключевым фактором устойчивого социального развития и экономического роста. Первоначально под «человеческим капиталом» понимались вложения в человека, повышающие его способность к труду благодаря образованию и профессиональному умению. Затем это понятие стало расширяться, поскольку способность человека к труду в значительной мере зависит от его здоровья, а с перспективных позиций – и от его долголетия. На способность человека к труду и на качество его труда влияют многие стороны жизни: благосостояние, потребительские расходы, жилищные условия и многое другое [1].

Такая трансформация понятия «человеческий капитал» нашла своё отражение в международной повестке устойчивого развития. В 2015 году Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», которая закрепила 17 Целей устойчивого развития (ЦУР). В рамках этой повестки здоровье населения перестало рассматриваться исключительно как социальная сфера, а стало восприниматься как стратегический ресурс и один из ключевых индикаторов прогресса [2].

Особое значение в этом контексте приобретает ЦУР 3 («Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте»), которая напрямую связывает качество человеческого капитала с показателями физического здоровья нации. Индикатор 3.4.1 («Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, рака, диабета или хронических респираторных заболеваний») и ряд других целевых показателей непосредственно коррелируют с распространённостью ожирения и избыточной массы тела, которые, по данным Всемирной организации здравоохранения, являются одними из основных факторов риска развития неинфекционных заболеваний [3, 4]

Для Республики Беларусь, которая взяла на себя обязательства по достижению ЦУР и интегрировала их в национальную стратегию устойчивого социально-экономического развития до 2035 года [5], мониторинг факторов, влияющих на здоровье населения, приобретает особую актуальность. Индекс массы тела (далее – ИМТ), будучи простым и доступным показателем, позволяет не только оценивать индивидуальные риски, но и служит важным индикатором состояния человеческого капитала на популяционном уровне. Однако, как отмечается в ряде исследований использование стандартного ИМТ без учёта индивидуальных и поведенческих факторов может приводить к искажённой оценке реальной ситуации.

В связи с этим возникает необходимость в разработке более точных инструментов анализа, которые позволили бы учитывать многообразие факторов, формирующих массу тела и ИМТ. Эконометрическое моделирование предоставляет такие возможности, позволяя перейти от простой констатации факта к количественной оценке вклада каждого фактора – от базовых антропометрических характеристик (рост, масса тела, тип телосложения) до поведенческих паттернов, психоэмоционального состояния и генетической предрасположенности.

Целью настоящего исследования является построение и статистический анализ многофакторной эконометрической модели индекса массы тела как интегрального индикатора качества человеческого капитала в контексте достижения Целей устойчивого развития в Республике Беларусь.

Основная часть. Для количественной оценки влияния различных факторов на ИМТ в настоящем исследовании применяется аппарат множественного регрессионного анализа. Выбор данного метода обусловлен его способностью выявлять и измерять силу влияния сразу нескольких независимых переменных на зависимую переменную при контроле прочих условий, что позволяет получить объективные и статистически обоснованные и значимые результаты.

В отличие от традиционного подхода к анализу ИМТ, ограничивающегося антропометрическими показателями, возрастом и полом [6, 7], в данной работе модель расширена до 10 факторов, объединённых в четыре блока: базовые антропометрические и демографические характеристики, поведенческие факторы (образ жизни), психоэмоциональное состояние, а также генетические особенности. Такая структура позволяет наиболее полно учесть многообразие факторов, формирующих массу тела, и оценить их вклад в изменение ИМТ. Показатель индекса массы тела разработан бельгийским социологом и статистиком Адольфом Кетле в 1835 году.

В качестве зависимой (эндогенной) переменной был выбран индекс массы тела, который рассчитывается, как отношение массы тела (в килограммах) к квадрату роста (в метрах) (1).

$$\mathrm{BMI} = \frac{\mathrm{weight}}{(\mathrm{height}/100)^2}, \tag{1}$$

где BMI – рассчитанный индекс массы тела, weight – вес в килограммах, height – рост в сантиметрах.

Выбор ИМТ в качестве зависимой переменной обусловлен тем, что данный показатель является стандартизированным и широко применяется в международной практике мониторинга здоровья населения, в том числе в системе индикаторов Целей устойчивого развития.

Базовые антропометрические и демографические факторы: рост (height), возраст (age), тип телосложения и пол. Для качественных переменных было использовано преобразование в набор фиктивных (dummy) переменных. Таким образом, пол (gend) был закодирован, как 1 – мужской, 0 – женский. Базовой категорией для типа телосложения является средний тип телосложения, соответственно мелкий тип телосложения (frame_small) 1 – мелкий тип, 0 – иначе. Аналогично для крупного типа телосложения (frame_large).

Поведенческие факторы отвечающие за образ жизни: физическая активность (очень слабая, слабая, умеренная, высокая), питание (сбалансированное/нет), среднее количество часов сна (avg_hours_of_sleep) в сутки. Базовой категорией для физической активности выступает очень слабая. Поэтому слабая физическая активность (act_low) закодирована, как 1 – слабая физическая активность, иначе. Аналогично для умеренной (act_mod) и высокой (act_high). Сбалансированность питания (nutr) закодировано как 1 – сбалансированное, 0 – несбалансированное.

Психоэмоциональные и медико-генетические факторы также были закодированы: ментальное состояние (mental) (1 – в норме, 0 – присутствуют недомогания), проблемы со щитовидной железой (1 – имеются, 0 – отсутствуют), а также генетическая предрасположенность к лишнему весу (1 – имеется (наличие родственников с ожирением), 0 – отсутствует).

Таблица 3 – Психоэмоциональные и медико-генетические факторы

На основе идентифицированных переменных построена модель множественной линейной регрессии (2).

$$\mathrm{BMI} = \beta_0 + \beta_1\mathrm{height} + \beta_2\mathrm{age} + \beta_3\mathrm{gend} + \beta_4\mathrm{frame_small} + \beta_5\mathrm{frame_large} + \beta_6\mathrm{act_low} + \beta_7\mathrm{act_mod} + \beta_8\mathrm{act_high} + \beta_9\mathrm{nutr} + \beta_{10}\mathrm{avg_hours_of_sleep} + \beta_{11}\mathrm{mental} + \beta_{12}\mathrm{thyroid_problem} + \beta_{13}\mathrm{genet} + \varepsilon, \tag{2}$$

где β_0 – свободный член; $\beta_1 \ldots \beta_{13}$ – коэффициенты регрессии, отражающие степень влияния каждого фактора на ИМТ при неизменности прочих условий; ε – случайная ошибка модели, отражающая влияние неучтённых факторов.

Для оценки тесноты связи между индексом массы тела и исследуемыми факторами, а также для выявления возможной мультиколлинеарности, построена корреляционная матрица (рисунок 1).

Correlation

	BMI	HEIGHT	AGE	AVG_HOU...	GEND	FRAME_S...	FRAME_LA...	ACT_LOW	ACT_MOD	ACT_HIGH	NUTR	MENTAL	THYROID_...	GENET
BMI	1.000000	0.072256	0.499493	0.170650	0.217731	-0.303716	0.440391	-0.008564	-0.070116	0.077118	-0.029904	-0.031095	0.102348	0.131550
HEIGHT	0.072256	1.000000	-0.165126	0.001420	0.657910	-0.148136	0.243564	-0.102554	0.100779	0.137030	-0.033366	0.054211	-0.191641	-0.015133
AGE	0.499493	-0.165126	1.000000	0.265312	-0.043035	-0.060465	0.122832	0.017909	-0.074758	-0.109230	0.064982	0.069738	0.151050	0.064057
AVG_HOURS_OF_SLEEP	0.170650	0.001420	0.265312	1.000000	0.082415	-0.054706	0.009984	0.036596	-0.092930	-0.029259	0.160701	0.129056	0.140455	-0.138891
GEND	0.217731	0.657910	-0.043035	0.082415	1.000000	-0.094913	0.215803	-0.059842	-0.016071	0.226242	-0.008757	-0.008562	-0.183225	-0.058201
FRAME_SMALL	-0.303716	-0.148136	-0.060465	-0.054706	-0.094913	1.000000	-0.160477	0.028833	-0.048412	-0.026315	-0.086879	0.001067	0.044912	-0.015377
FRAME_LARGE	0.440391	0.243564	0.122832	0.009984	0.215803	-0.160477	1.000000	-0.049773	-0.049594	0.207091	-0.030519	0.073234	-0.037174	0.182577
ACT_LOW	-0.008564	-0.102554	0.017909	0.036596	-0.059842	0.028833	-0.049773	1.000000	-0.491464	-0.256076	-0.086226	-0.093737	-0.007971	-0.037720
ACT_MOD	-0.070116	0.100779	-0.074758	-0.092930	-0.016071	-0.048412	-0.049594	-0.491464	1.000000	-0.286778	0.165399	0.121896	-0.030543	-0.122500
ACT_HIGH	0.077118	0.137030	-0.109230	-0.029259	0.226242	-0.026315	0.207091	-0.256076	-0.286778	1.000000	0.148873	0.034749	-0.069303	0.044522
NUTR	-0.029904	-0.033366	0.064982	0.160701	-0.008757	-0.086879	-0.030519	-0.086226	0.165399	0.148873	1.000000	0.127532	-0.018885	-0.276611
MENTAL	-0.031095	0.054211	0.069738	0.129056	-0.008562	0.001067	0.073234	-0.093737	0.121896	0.034749	0.127532	1.000000	-0.147049	-0.071210
THYROID_PROBLEM	0.102348	-0.191641	0.151050	0.140455	-0.183225	0.044912	-0.037174	-0.007971	-0.030543	-0.069303	-0.018885	-0.147049	1.000000	0.157781
GENET	0.131550	-0.015133	0.064057	-0.138891	-0.058201	-0.015377	0.182577	-0.037720	-0.122500	0.044522	-0.276611	-0.071210	0.157781	1.000000

Рисунок 1 – Корреляционная матрица

Корреляционная матрица позволяет выявить характер и тесноту линейных связей между исследуемыми переменными. Наибольшая парная корреляция с индексом массы тела наблюдается у переменных age (r = 0,499), frame_large (r = 0,440) и frame_small (r = –0,304), что подтверждает значимую роль возрастных и антропометрических факторов в формировании ИМТ.

В то же время особое внимание стоит обратить на слабую выраженность парных связей между ИМТ и поведенческими факторами: nutr (r = –0,030), act_mod (r = –0,070), mental (r = –0,031). Это может свидетельствовать о том, что влияние образа жизни на ИМТ проявляется не прямо, а опосредованно, через другие переменные.

Между независимыми переменными также выявлены значимые корреляции. Например, height и gend (r = 0,658) указывают на связь роста с полом, age и avg_hours_of_sleep (r = 0,264) – на возрастные изменения в режиме сна. Такие взаимосвязи могут приводить к мультиколлинеарности и требуют более глубокого анализа с использованием частных корреляций.

В таблице 1 собраны значения парных и частных корреляций.

Таблица 1 – Сводная таблица парных и частных корреляций

Фактор	Парная корреляция с BMI	Частная корреляция с BMI	Изменения и интерпретация
height	0,072	-0,100	Эффект подавления: рост влияет на BMI через другие факторы
age	0,499	0,483	Стабильно прямое влияние
gend	0,218	0,208	Стабильное влияние (мужской пол связан с более высоким BMI)
frame_small	-0,304	-0,291	Стабильное обратное влияние
frame_large	0,440	0,379	Влияние частично опосредовано другими факторами
act_low	-0,009	0,031	Слабая активность не приводит к низкому BMI при контроле прочих
act_mod	-0,070	0,040	Умеренная активность не снижает BMI напрямую
act_high	0,077	0,058	Стабильное слабое влияние
nutr	-0,030	-0,089	Влияние усиливается при контроле других факторов
avg_hours_of_sleep	0,171	0,054	Влияние сна обусловлено другими факторами
mental	-0,031	-0,089	Влияние усиливается при контроле других факторов
thyroid_problem	0,102	0,080	Стабильное слабое влияние
genet	0,132	0,035	Влияние генетики опосредовано другими факторами

Для оценки «чистого» влияния каждого фактора на ИМТ при исключении влияния остальных переменных были рассчитаны частные корреляции. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

Стабильное влияние демонстрируют факторы age (частная корреляция 0,483), gend (0,208), frame_small (–0,291) и frame_large (0,379). Незначительное снижение частных корреляций относительно парных указывает на то, что эти переменные оказывают преимущественно прямое воздействие на ИМТ, слабо зависящее от других факторов.

Эффект подавления наблюдается для переменных height, act_low и act_mod. Для роста парная корреляция с ИМТ составляла 0,072, тогда как частная приняла отрицательное значение (–0,100). Это означает, что при контроле прочих факторов более высокий рост ассоциируется с более низким ИМТ, однако этот эффект «маскируется» другими переменными, в первую очередь полом и типом

телосложения. Аналогично для показателей физической активности: слабая и умеренная активность в парном анализе практически не коррелируют с ИМТ, тогда как частные корреляции становятся положительными (0,031 и 0,040 соответственно), что может свидетельствовать о наличии компенсаторных механизмов.

Опосредованное влияние выявлено для переменных avg_hours_of_sleep и genet. Частные корреляции этих факторов (0,054 и 0,035) значительно ниже парных (0,171 и 0,132), что указывает на то, что их воздействие на ИМТ в значительной степени реализуется через другие переменные, такие как психоэмоциональное состояние, возраст и тип телосложения.

Усиление влияния при контроле других факторов наблюдается для переменных nutr и mental. Их частные корреляции (–0,089 и –0,088) превышают по модулю парные (–0,030 и –0,031). Это говорит о том, что сбалансированное питание и нормальное психоэмоциональное состояние действительно оказывают положительное влияние на поддержание нормального ИМТ, однако этот эффект в парном анализе нивелируется влиянием сопутствующих факторов.

Сравнение парных и частных корреляций позволяет диагностировать наличие мультиколлинеарности в модели. Значительное расхождение между этими показателями для переменных height, avg_hours_of_sleep, genet, а также изменение знака для act_low и act_mod свидетельствует о том, что независимые переменные не являются ортогональными, а их влияние на зависимую переменную частично перекрывается. Наиболее тесные взаимосвязи между факторами выявлены для пар height–gend ($r = 0{,}658$), age–avg_hours_of_sleep ($r = 0{,}264$) и frame_large–gend ($r = 0{,}217$). Это может приводить к завышению стандартных ошибок коэффициентов регрессии и снижению статистической значимости отдельных факторов, что объясняет, почему в финальной регрессионной модели остаются лишь переменные age, gend и типы телосложения.

На основе результатов анализа частных корреляций и с учетом выявленных эффектов мультиколлинеарности была построена множественная линейная регрессионная модель, включающая факторы, оказывающие наиболее устойчивое прямое влияние на индекс массы тела. Спецификация модели имеет следующий вид (3).

$$\mathrm{BMI} = 18{,}543 + 0{,}158 * \mathrm{age} + 1{,}381 * \mathrm{gend} - 2{,}508 * \mathrm{frame_small} + 4{,}747 * \mathrm{frame_large} + \mathrm{e}, \quad (3)$$

Все коэффициенты модели статистически значимы на уровне $\alpha = 0{,}05$. Коэффициент детерминации $R^2 = 0{,}464$ указывает на то, что включенные в модель факторы объясняют 46,4% вариации индекса массы тела, что является приемлемым результатом для социально-экономических и медико-биологических исследований. Скорректированный коэффициент детерминации ($R^2 = 0{,}453$) учитывает количество факторов в модели и подтверждает ее адекватность.

Значение F-статистики (42,12) свидетельствует о статистической значимости модели в целом, то есть совокупное влияние включенных факторов на зависимую переменную является существенным.

Заключение. Построенная многофакторная эконометрическая модель ИМТ как индикатора качества человеческого капитала включает статистически значимые факторы возраста, пола и типов телосложения. При этом полученные результаты подтверждают, что при мониторинге качества человеческого капитала необходимо учитывать не только базовые антропометрические характеристики, но и опосредованное влияние поведенческих и психоэмоциональных факторов. Однако возможно наличие скрытой мультиколлинеарности, что не делает модель полностью свободной от эффектов взаимосвязи между переменными. Анализ парных и частных корреляций позволил выявить неоднородность влияния различных факторов на ИМТ: наибольшим прямым воздействием обладают возраст, пол и тип телосложения, тогда как поведенческие факторы (физическая активность, питание, сон) демонстрируют опосредованный характер влияния, что подтверждается снижением частных корреляций относительно парных. Выявленные эффекты подавления для переменных роста и физической активности указывают на наличие сложных взаимосвязей между факторами, формирующими массу тела. В связи с этим дальнейшие исследования целесообразно направить на расширение спецификации модели за счет включения дополнительных социально-экономических факторов, а также применение нелинейных методов оценивания, позволяющих более точно учесть структурные взаимосвязи между поведенческими, психоэмоциональными и конституциональными характеристиками индивида.

Список использованных источников:

1. Человеческий капитал как важнейший фактор социально-экономического роста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-kak-vazhneyshiy-faktor-sotsialno-ekonomicheskogo-rosta?ysclid=mn2whdlahf977906642 – Дата доступа: 23.03.2026.

2. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sdgs.by/wp-content/uploads/2023/11/n1529192.pdf?ysclid=mn2wtbrvea918533765 – Дата доступа: 23.03.2026.

3. Система глобальных показателей достижения целей в области устойчивого развития и выполнения задач Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global-Indicator-Framework-after-2024-refinement-Russian.pdf – Дата доступа: 23.03.2026.

4. Ожирение и избыточная масса тела [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight?ysclid=mn2xb7b16z941982115 – Дата доступа: 23.03.2026.

5. Национальная стратегия устойчивого развития республики беларусь до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/NSUR-2035-1.pdf – Дата доступа: 23.03.2026.

6. Индекс массы тела и другие антропометрические показатели физического статуса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/indeks-massy-tela-i-drugie-antropometricheskie-pokazateli-fizicheskogo-statusa-s-uchetom-vozrasta-i-individualnotipologicheskih/viewer – Дата доступа: 23.03.2026.

7. Динамика индекса массы тела российских мужчин и женщин: возраст–период–когорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/476754294.pdf?ysclid=mn31ajy9wd776179033 – Дата доступа: 23.03.2026.

8. Хацкевич, Г. А. Эконометрика: учебник / Г. А. Хацкевич, Т. В. Русилко. – Минск: РИВШ, 2021. – 452 с.

UDC 004:330.43:616-071.3

MULTIFACTOR ECONOMETRIC MODELING OF BODY MASS INDEX AS AN INDICATOR OF HUMAN CAPITAL QUALITY IN THE CONTEXT OF THE SDGS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Shelepova V.A., student gr. 372301

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Khatskevich G. A. – Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor

Abstract. The article discusses the construction of a multifactor econometric model of body mass index as an indicator of human capital quality in the context of the Sustainable Development Goals of the Republic of Belarus. Based on the analysis of pairwise and partial correlations, the factors with the most stable influence on BMI are identified. The constructed regression model includes age, gender and body type. The necessity of taking into account the indirect influence of behavioral and psycho-emotional factors in monitoring the quality of human capital is substantiated.

Keywords. Body mass index, human capital, Sustainable Development Goals, econometric modeling, multiple regression, partial correlations, multicollinearity, Republic of Belarus.

100. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО МЕЖДУ РАЗВИТЫМИ И РАЗВИВАЮЩИМИСЯ СТРАНАМИ

Жук К. Д., Прус Е. А.

Академия управления при Президенте Республики Беларусь

г. Минск, Республика Беларусь

Шабанович Роман Александрович. – магистр техн. наук

Аннотация. В тезисе анализируется влияние искусственного интеллекта на рост неравенства между развитыми и развивающимися странами. Предлагается концепция «тройного цифрового разрыва», включающего в себя асимметрию данных, вычислительной инфраструктуры и кадровых компетенций. Эти элементы формируют механизм технологической зависимости, препятствующий развитию локальных ИИ-решений. В результате ИИ усиливает преимущества развитых стран. Для преодоления разрыва необходимы инвестиции в инфраструктуру, образование и международное сотрудничество.

Несмотря на огромный потенциал искусственного интеллекта для социально-экономического развития, современная архитектура этой технологии может не сближать, а, наоборот, стать причиной разрыва между развитыми и развивающимися странами. Слаборазвитые экономики сталкиваются с системными барьерами в трех областях: доступ к данным, вычислительным мощностям и высококвалифицированным кадрам.

Рассмотрим первую область. Данные являются ключевым ресурсом для работы систем искусственного интеллекта, и доступ к ним распределён крайне неравномерно. Развитые страны обладают непропорционально большими и разнообразными наборами данных, что создает для их экономик конкурентное преимущество.

Развивающиеся страны часто становятся поставщиками в области данных, создавая огромные массивы первичной информации. Однако инфраструктура для хранения, обработки и монетизации этих данных в основном принадлежит западным или китайским корпорациям. Дата-центры в развивающихся странах слабо интегрированы в местную экономику, обслуживаются иностранными специалистами и создают минимальное число рабочих мест, в результате чего страна остаётся поставщиком информации, не получая долгосрочных выгод.

Помимо этого, критически важные данные часто скрыты за платными ресурсами, защищены авторским правом или закрыты институтами и корпорациями развитых стран. Доступ к ним для обучения больших языковых моделей остается привилегией крупных компаний из США, Китая и Европы [2]. Это означает, что модели искусственного интеллекта обучаются на данных, отражающих реалии, культуру и проблемы развитых стран, поэтому они плохо справляются со специфическими задачами развивающихся государств. В результате последние сталкиваются с нехваткой собственных актуальных данных, что ограничивает их способность создавать конкурентные локальные решения.

Развитие искусственного интеллекта требует мощных вычислительных ресурсов, которые исторически сконцентрированы в нескольких технологических узлах. Так возникает второй ключевой барьер.

Цепочка создания стоимости в области искусственного интеллекта, включающая производство чипов, работу дата-центров и разработку фундаментальных моделей, характеризуется высокой степенью монополизации [1].

Для развивающихся стран это оборачивается тройной проблемой:

Во-первых, сохраняется высокая стоимость доступа к вычислительным ресурсам. Аренда или приобретение мощностей, необходимых для обучения собственных моделей, требует значительных капиталовложений, которые в большинстве случаев недоступны местным стартапам, университетам и исследовательским центрам.

Во-вторых, проявляется выраженный энергетический разрыв. Эксплуатация инфраструктуры искусственного интеллекта предполагает также потребление значительных объёмов электроэнергии, необходимых для охлаждения серверов. Многие развивающиеся страны сталкиваются с хроническим дефицитом энергии и нестабильностью электросетей, что ограничивает их возможности в этой сфере [2].

В-третьих, усиливается технологическая зависимость от импорта. Страны вынуждены закупать не только аппаратные компоненты, но и готовые программные решения. Такая зависимость ограничивает развитие собственных компетенций на ранних этапах технологической цепочки и закрепляет периферийное положение этих государств в глобальной цифровой экономике.

Третий, и, возможно, самый критический фактор разрыва – кадровый голод. Исследователи этой проблемы указывают на то, что нехватка квалифицированных специалистов (в области машинного

обучения, архитектуры нейросетей, и т. д.) является ключевым препятствием для внедрения искусственного интеллекта в развивающихся странах [2].

Это явление усугубляется «утечкой мозгов», когда талантливые студенты и исследователи из развивающихся стран предпочитают строить карьеру в развитых странах.

Данные, приведенные в источниках, утверждают, что распределение мировых исследователей искусственного интеллекта крайне неравномерно [1]. График на рисунке 1 показывает, что подавляющее большинство IT-специалистов сосредоточено в США и Китае, в то время как вклад остальных стран минимален [3].

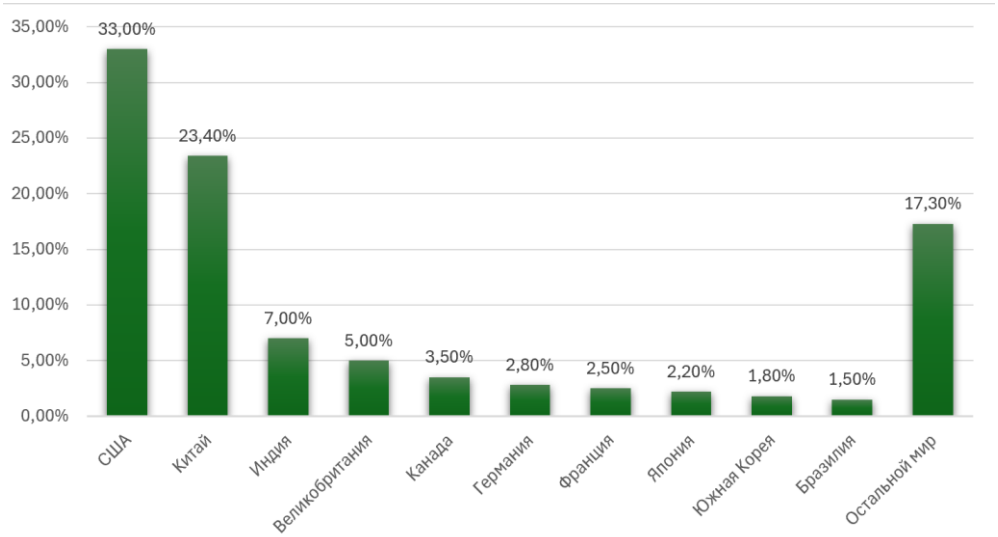


Рисунок 1- Доля распределение ведущих исследователей в области искусственного интеллекта

Нехватка кадров ведет к неспособности не только разрабатывать, но и адаптировать, внедрять и обслуживать готовые ИИ-решения. Образовательные системы развивающихся стран часто не успевают за быстрым развитием дисциплин, связанных с искусственным интеллектом, что создает замкнутый круг: нет преподавателей – нет квалифицированных выпускников – нет местных инноваций – нет спроса на сложные образовательные программы.

Совокупность перечисленных факторов приводит к серьёзным макроэкономическим последствиям. Развитые страны концентрируют у себя ключевые этапы создания искусственного интеллекта: производство чипов, разработку моделей, высокотехнологичные рабочие места – и первыми получают выгоды от роста производительности.

Развивающиеся государства рискуют остаться на периферии, импортируя дорогие и не всегда подходящие для себя технологии. Влияние искусственного интеллекта на их совокупную факторную производительность в ближайшие десятилетия, вероятно, будет минимальным, что напоминает «парадокс Солоу» [1]. Усилится и экономическое неравенство: высококвалифицированные специалисты в глобальных корпорациях получат основную выгоду, тогда как работники рутинного труда в развивающихся странах столкнутся с риском замещения [1].

На основании проведённого анализа можно утверждать, что искусственный интеллект формирует «тройной цифровой разрыв», включающий неравенство данных, инфраструктуры и высококвалифицированных кадров. Эти три компонента закрепляют технологическую зависимость развивающихся стран и ограничивает их способность создавать собственные ИИ-решения. Так, влияние искусственного интеллекта на глобальное неравенство носит системный характер: чем сильнее одна из составляющих разрыва, тем быстрее воспроизводятся остальные.

Развивающимся странам важно снижать технологическую зависимость, укрепляя цифровую инфраструктуру, энергетику, систему образования в сфере искусственного интеллекта и участвуя в международных инициативах по справедливому распределению ресурсов. Преодоление каждого элемента тройного цифрового разрыва будет создавать эффект накопления, постепенно ослабляя самоподдерживающийся механизм технологической зависимости и открывая пространство для развития локальных ИИ-решений.

Список использованных источников:

1. Yusuf, S. The Macroeconomic Consequences of AI / S. Yusuf. – New York: UNDP, 2025. – 35 p.

2. Aderibigbe, A. O. Artificial Intelligence in Developing Countries: Bridging the Gap Between Potential and Implementation / A. O. Aderibigbe, P. E. Ohenhen, N. K. Nwaobia, J. O. Gidiagba, E. C. Ani // Computer Science & IT Research Journal. – 2023. – Vol. 4, № 3. – P. 185–199. – DOI: 10.51594/csitrj.v4i3.629.

3. The Global AI Talent Tracker [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://digitalprojectsarchive.org/interactive/digital-projects/the-global-ai-talent-tracker/ (дата обращения: 11.02.2026).

4. ИИ обостряет глобальное экономическое неравенство: выводы МВФ-2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://refinanc.ru/journal/ii-obostryaet-globalnoe-ekonomicheskoe-neravenstvo-vyvody-mvf-2025/ (дата обращения: 7.02.2026).

5. ООН: AI увеличит разрыв между богатыми и бедными [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://adpass.ru/ooh-ai-uvelichit-razryv-mezhdu-bogatymi-i-bednymi/ (дата обращения: 5.02.2026).

УДК 336.71:004

101. ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАНКОМ В УСЛОВИЯХ ПОЯВЛЕНИЯ КРИПТОБАНКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Фомин А.В., Ременчик Е.П. студенты группы 377901
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – магистр эк. наук, старший преподаватель

Аннотация. В статье рассмотрено потенциальное влияние института криптобанков на информационные системы управления в финансово-банковской деятельности Республики Беларусь. Систематизированы нормативные предпосылки появления криптобанков, выделены новые требования к данным, процессам и внутреннему контролю. Предложена целевая модель трансформации информационной системы управления банка, основанная на интеграции токеновых операций в контуры учета, риск-менеджмента и комплаенса. Показано, что модернизация системы управления становится условием финансовой устойчивости, надзорной прозрачности и качества управленческой отчетности.

Ключевые слова. Информационные системы управления, криптобанк, цифровые знаки (токены), Парк высоких технологий, банковский надзор, AML/CFT, управленческая отчетность, риск-данные.

Введение

Грядущее появление криптобанков формирует для банковского сектора новую управленческую реальность: наряду с денежными средствами и традиционными платежными инструментами объектом управления становятся токены, криптоаккаунты, адреса, хэши транзакций и связанные с ними риски. В этих условиях информационная система управления банка перестает быть только средством подготовки отчетности и превращается в ядро управления рисками, комплаенсом и операционной устойчивостью.

В Республике Беларусь правовой режим цифровой трансформации был сформирован нормами Декрета № 8 «О развитии цифровой экономики», который в последующем был дополнен специальным режимом криптобанков, регламентированным Указом Президента Республики Беларусь № 19 [1]. С учетом этого задача исследования заключается не только в анализе новых услуг, но и в определении того, каким образом должна измениться архитектура информационной системы управления (далее – ИСУ) банка, чтобы обеспечить управляемость операций с токенами, соответствие требованиям регуляторов и качество управленческих решений [1], [2], [4].

Нормативно-институциональные предпосылки криптобанков в Беларуси

Базой для формирования криптофинансовой инфраструктуры в Беларуси стал специальный режим Парка высоких технологий (далее – ПВТ), легализовавший отдельные операции с токенами и деятельность операторов криптоплатформ и обмена. На следующем этапе происходит внедрение института криптобанка как организации, сочетающей банковские и платежные операции с операциями в сфере цифровых знаков. Такая конструкция означает переход от изолированной криптодеятельности к гибридной модели финансового посредничества.

С управленческой точки зрения ключевое значение имеет двойной контур регулирования. Банковские и платежные операции криптобанка контролируются Национальным банком Республики Беларусь, тогда как перечень допустимых токенов и часть операций с ними согласовываются также в рамках режима ПВТ. Из этого следует, что ИСУ криптобанка должна одновременно поддерживать требования банковского надзора, правила внутреннего контроля, процедуры удаленной идентификации клиентов, раскрытие рисков для потребителей и отдельные механизмы надзорной «проверяемости» по операциям с токенами.

Отдельное значение имеет и то обстоятельство, что средства физических лиц, размещенные в криптобанке, подчиняются специальному режиму гарантий и раскрытия рисков. Поэтому ИСУ криптобанка должна обеспечивать не только учет активов и обязательств, но и своевременную риск-коммуникацию: фиксировать содержание уведомлений клиенту, контролировать полноту раскрытий и связывать данные фронт-офиса с контуром внутреннего контроля банка [1], [2], [3].

Изменение требований к информационной системе управления банка

Во-первых, расширяется состав управленческих данных. Если в традиционной модели доминируют счета, кредиты, платежи и валютные операции, то в криптобанке в контур данных включаются криптоаккаунты, токеновые портфели, признаки происхождения активов, история on-chain-транзакций, риск-метки адресов и данные о цифровых кошельках. Это требует единого словаря данных и сопоставимости информации между банковским ядром, токеновой платформой и внешними сервисами внешними сервисами блокчейн-аналитики (как собственными инструментами банка, так и данными специализированных провайдеров).

Во-вторых, возрастают требования к скорости и качеству риск-отчетности. Высокая волатильность цифровых активов делает недостаточной редкую переоценку позиций: ИСУ должна поддерживать более частую оценку портфелей, сценарный анализ и стресс-тестирование. В этом контексте методологически важны принципы BCBS 239, ориентирующие банк на быстрое агрегирование риск-данных, минимизацию ручных корректировок и повышение качества управленческой отчетности.

В-третьих, усложняется комплаенс, связанных с легализацией доходов, полученных преступным путем, и финансированием терроризма. В системе должны быть встроены механизмы KYC/AML, контроль источников происхождения токенов, анализ связей адресов, учет требований Travel Rule и противодействие мошенничеству. Иначе контроль будет выполняться постфактум, а это снижает как скорость обслуживания, так и качество надзорной функции.

В-четвертых, на первый план выходят технологические и операционные риски цифровых активов. Управление криптографическими ключами, резервирование, ведение журнала действий операторов, раздельный учет активов банка и клиентов, предотвращение мультиаккаунтинга и обеспечение проведения проверок операций становятся элементами самой архитектуры ИСУ, а не вспомогательными мерами информационной безопасности [4], [5], [6], [8].

Целевая модель трансформации ИСУ криптобанка

Рациональной, с точки зрения обеспечения вышеизложенных требований, будет многоуровневая архитектура, в которой традиционное банковское ядро дополняется отдельной платформой цифровых активов (Digital Asset Platform), а также комплаенс-контуром, объединяющим AML/CFT, antifraud, chain analytics и контроль передачи данных по операциям. На рисунке 1 представлена обобщенная схема такой архитектуры.

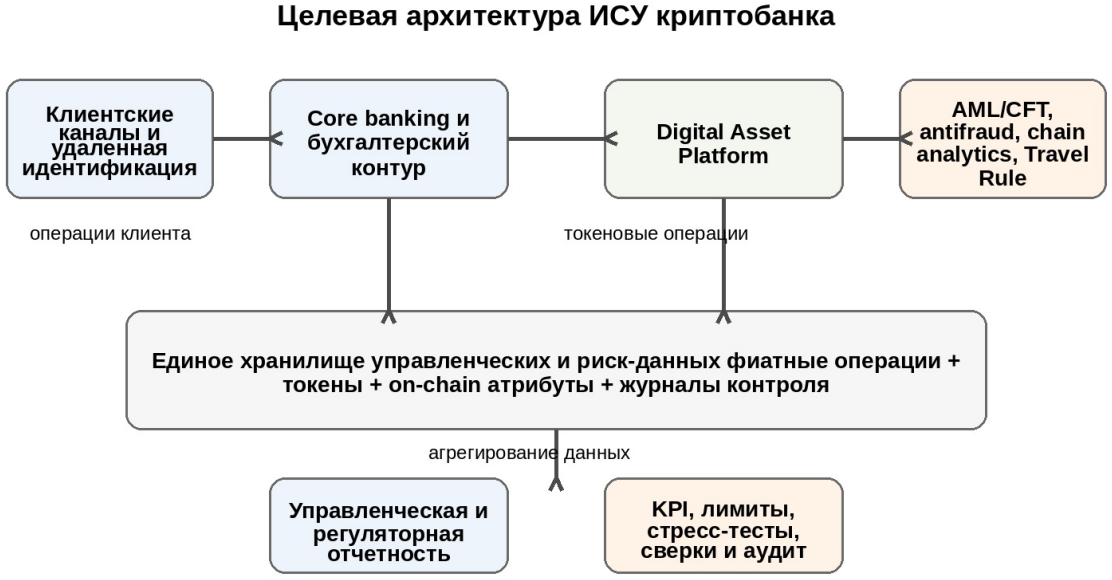


Рисунок 1 – Целевая архитектура ИСУ криптобанка

Центральным элементом модели выступает единое хранилище управленческих и риск-данных, куда поступает информация из core banking, токеновой платформы, клиентских каналов и контрольных сервисов. Это позволяет формировать единую управленческую отчетность по фиатным и токеновым операциям, рассчитывать лимиты, проводить сверки транзакционных данных и остатков между

контурами учета и быстро формировать наборы данных для службы внутреннего контроля и регулятора.

Для интегральной оценки риска токеновой операции может использоваться формула (1), учитывающая уровень комплаенс-риска, волатильность актива, технологическую уязвимость и качество ключевого управления:

$$R = w_1 C + w_2 V + w_3 T + w_4 K \quad (1)$$

где R – интегральная оценка риска токеновой операции, выраженная в национальной валюте (белорусских рублях, BYN); C – комплаенс-риск (оценивается в баллах от 0 до 1); V – волатильность актива (процентное отклонение рыночной стоимости токена за расчетный период); T – технологическая уязвимость (от 0 до 1, где 1 – максимально уязвимый); K – уровень надежности ключевого управления (от 0 до 1, где 1 – самый надежный); w_1 ... w_4 – весовые коэффициенты факторов.

Практически это означает переход от фрагментарной автоматизации к сквозному управлению жизненным циклом операции: прием клиента на обслуживание (onboarding), выполнение операции, мониторинг, формирование сигналов о подозрительной активности (алертинг), управленческая и регуляторная отчетность. Чем меньше ручных разрывов (неавтоматизированных этапов передачи и обработки данных) между этими этапами, тем выше достоверность данных, устойчивость процессов и готовность банка к надзорной проверке.

Для систематизации подходов к проектированию систем в таблице 1 обобщены основные отличия требований к ИСУ традиционного банка и криптобанка.

Таблица 1 – Сравнение требований к ИСУ традиционного банка и криптобанка

Компонент	Традиционный банк	Криптобанк
Объекты учета	Счета, кредиты, платежи, FX.	Счета и платежи дополняются криптоаккаунтами, токенами и on-chain-атрибутами.
Риск-отчетность	Периодическая финансовая и риск-отчетность.	Более частая переоценка, стресс-тесты и лимиты по токеновым портфелям.
Комплаенс	KYC/AML по традиционным операциям.	KYC/AML, проверка происхождения токенов, Travel Rule, chain analytics и antifraud.
ИТ-контроли	Стандартные банковские журналы и разграничение доступа.	Усиленное журналирование, сверки между контурами, резервирование, контроль ключей.
Защита клиента	Типовые раскрытия и стандартный режим гарантий.	Специальный режим раскрытия рисков и учет особенностей гарантий по средствам клиентов.

Заключение

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Перспектива появления криптобанков в Республике Беларусь изменяет сам предмет управления в банковской сфере: наряду с традиционными денежными потоками объектом системного контроля становятся токеновые операции, on-chain-атрибуты и новые виды клиентских и технологических рисков. Поэтому трансформация ИСУ является не вспомогательным ИТ-проектом, а необходимым условием финансовой устойчивости, надзорной прозрачности и легитимности деятельности криптобанка.

2.Предложенная модель показывает, что ключевыми направлениями модернизации ИСУ выступают интеграция данных, усиление риск-отчетности, встраивание комплаенс-проверок в процессинг и развитие ИТ-контролей по цифровым активам. Именно такое сочетание позволяет

обеспечить управляемость операций с токенами, повысить качество управленческих решений и адаптировать банк к новой институциональной среде [1], [4], [6].

3.Эффективность функционирования ИСУ после проведенной трансформации целесообразно оценивать по набору KPI: времени формирования риск-отчетов, доле операций, проходящих контроль в режиме near real time, уровню ручных корректировок, точности сверок между контурами учета, доступности критичных сервисов и числу инцидентов комплаенса. Такой подход связывает качество данных с качеством управленческих решений и позволяет оценивать зрелость архитектуры на практике. [1], [6]

Список использованных источников:

1. *О криптобанках и отдельных вопросах контроля в сфере цифровых знаков (токенов): Указ Президента Республики Беларусь от 16 янв. 2026 г., № 19.*
2. *О развитии цифровой экономики: Декрет Президента Республики Беларусь от 21 дек. 2017 г., № 8.*
3. *Правила осуществления деятельности резидентами ПВТ, осуществляющими сделки с цифровыми знаками (токенами) в интересах других лиц [Электронный ресурс]: утв. решением Наблюдательного совета Парка высоких технологий. – Режим доступа: https://park.by/analytics/documents/. – Дата доступа: 20.03.2026.*
4. *Guidance for a Risk-Based Approach to Virtual Assets and Virtual Asset Service Providers [Electronic resource] / FATF. – 2021. – Mode of access: https://www.fatf-gafi.org/content/dam/fatf-gafi/guidance/Updated-Guidance-VA-VASP.pdf. – Date of access: 20.03.2026.*
5. *Virtual Assets: Targeted Update on Implementation of the FATF Standards on Virtual Assets and VASPs [Electronic resource] / FATF. – 2024. – Mode of access: https://www.fatf-gafi.org/content/dam/fatf-gafi/guidance/Targeted-Update-VA-VASP-2024.pdf. – Date of access: 20.03.2026.*
6. *Principles for effective risk data aggregation and risk reporting (BCBS 239) [Electronic resource] / Basel Committee on Banking Supervision. – 2013. – Mode of access: https://www.bis.org/publ/bcbs239.pdf. – Date of access: 26.03.2026.*
7. *Prudential treatment of cryptoasset exposures [Electronic resource] / Basel Committee on Banking Supervision. – 2022. – Mode of access: https://www.bis.org/bcbs/publ/d545.htm. – Date of access: 21.03.2026.*
8. *Recommendation for Key Management: Part 1 – General (NIST SP 800-57) [Electronic resource] / National Institute of Standards and Technology. – 2020. – Mode of access: https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/57/pt1/r5/upd1/final. – Date of access: 26.03.2026.*
9. *Market Structure of Core Banking Services Providers [Electronic resource] / Federal Reserve Bank of Kansas City. – 2024. – Mode of access: https://www.kansascityfed.org/research/payments-system-research-briefings/market-structure-of-core-banking-services-providers/. – Date of access: 21.03.2026.*
10. *Blockchain technology in the banking sector: a content analysis / R. Sheikh [et al.] // Frontiers in Blockchain. – 2025. – Vol. 8. – P. 1667848.*

UDC 336.71:004

TRANSFORMATION OF BANK MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS IN THE CONTEXT OF THE EMERGENCE OF CRYPTO BANKS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Fomin A.V., Remenchik E.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nagulevich R.S. – Master of Economic Sciences, Senior Lecturer

Annotation. The article considers the potential impact of the institution of crypto banks on management information systems in the financial and banking activities of the Republic of Belarus. The regulatory prerequisites for the emergence of crypto banks are systematized, and new requirements for data, processes, and internal control are highlighted. A target model for the transformation of a bank's MIS is proposed, based on the integration of token operations into the accounting, risk management, and compliance contours. It is shown that the modernization of MIS becomes a condition for financial stability, supervisory transparency, and the quality of management reporting.

Keywords. Management information systems, crypto bank, digital signs (tokens), HTP, banking supervision, AML/CFT, management reporting, risk data.

УДК 331.5:331.2

102. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА И ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ НА УРОВЕНЬ ОПЛАТЫ ТРУДА РАБОТНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Баранова Д.Ю., студентка гр. 372301, Сильванович Ю.В., ассистент кафедры ЭИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – канд. эк. наук, доцент кафедры ЭИ

Аннотация. В работе исследуется влияние структуры человеческого капитала и цифровых компетенций на уровень заработной платы работников в Республике Беларусь. Выявлены межотраслевые, гендерные и региональные дифференциалы в оплате труда. Обосновано, что цифровые компетенции выступают самостоятельным фактором дифференциации заработной платы и усиливают влияние традиционных компонентов человеческого капитала. Проанализировано влияние специфического человеческого капитала на мобильность работников. Рассмотрена роль цифровых компетенций в трансформации структуры зарплаты.

Ключевые слова. Человеческий капитал, цифровые компетенции, заработная плата, рынок труда, дифференциация доходов, непрерывное образование, Республика Беларусь.

В условиях трансформации белорусской экономики в направлении цифровизации и инновационного развития структура человеческого капитала приобретает определяющее значение для формирования уровня заработной платы. Согласно теории человеческого капитала, разработанной Г. Беккером и Т. Шульцем, индивидуальные инвестиции в образование, профессиональную подготовку и накопление опыта непосредственно детерминируют производительность труда, а следовательно, и вознаграждение работника [1]. В современных условиях цифровизации экономики данная модель дополняется компонентом цифровых компетенций, которые усиливают отдачу от образования и опыта и становятся самостоятельным фактором формирования заработной платы.

Анализ структуры занятых в экономике Республики Беларусь свидетельствует о существенной неоднородности человеческого капитала в разрезе отраслей и уровней образования. По данным Национального статистического комитета за 2023 год, удельный вес работников с высшим образованием в общей численности занятых составил 35,7%. При этом среди занятых в сфере информационных технологий и связи данный показатель достигает 71,3%, тогда как в строительстве и сельском хозяйстве он не превышает 18,4% и 16,1% соответственно [2]. Указанная структурная асимметрия во многом обусловливает межотраслевые различия в оплате труда. Уровень заработной платы в Беларуси демонстрирует выраженную дифференциацию в зависимости от образовательного статуса работника. Вместе с тем уровень образования сам по себе уже не полностью определяет доход работника, поскольку его влияние во многом опосредуется наличием цифровых компетенций, позволяющих применять полученные знания в условиях цифровой экономики.

Важную роль в формировании заработной платы играет накопленный производственный опыт как компонент человеческого капитала. Согласно минсеровскому уравнению заработков [3], трудовой стаж оказывает положительное, но убывающее влияние на уровень дохода: отдача от каждого дополнительного года опыта постепенно снижается по мере насыщения накопленных компетенций. Вместе с тем в ИТ-секторе данная зависимость приобретает особый характер: наиболее интенсивный рост заработной платы приходится на ранние годы карьеры, после чего темп его замедляется. Это объясняется быстрым устареванием технологических компетенций и необходимостью постоянного обновления знаний, что делает актуальность опыта в данной сфере более чувствительной к его «свежести», нежели к общей продолжительности и отражает возрастающее значение цифровых компетенций для формирования заработной платы.

Гендерный аспект структуры человеческого капитала также оказывает влияние на уровень оплаты труда. В Беларуси женщины в среднем имеют более высокий образовательный уровень по сравнению с мужчинами: доля женщин с высшим образованием среди занятых составляет 42,1% против 29,5% у мужчин. Несмотря на это, средняя заработная плата женщин ниже заработной платы

мужчин примерно на 22% [2]. Данный разрыв объясняется концентрацией женской занятости в феминизированных, традиционно низкооплачиваемых отраслях (образование, здравоохранение, торговля), а также более частыми перерывами в трудовой деятельности, ведущими к потере накопленного специфического опыта.

Наряду с отраслевым измерением, существенную роль в дифференциации оплаты труда играет региональный фактор, тесно связанный с географическим распределением человеческого капитала. Анализ данных Белстата за 2023 год показывает, что среднемесячная номинальная начисленная заработная плата в г. Минске превышала среднереспубликанский показатель на 38,4%, тогда как в Брестской и Витебской областях она была ниже среднего уровня на 14,2% и 16,9% соответственно [4].

Данный разрыв обусловлен не только концентрацией высокотехнологичных производств и финансовых институтов в столице, но и устойчивой диспропорцией в распределении высококвалифицированных кадров: на г. Минск и Минскую область приходится около 45% всех занятых с высшим образованием в стране [2].

Особого внимания заслуживает роль непрерывного профессионального образования как механизма обновления и наращивания человеческого капитала в условиях быстро меняющегося рынка труда. По данным Белстата [2], доля работников, охваченных системой непрерывного образования, составила около 7,9% от общего числа занятых, что ниже уровня ведущих европейских стран (в среднем 17,2%) [5]. При этом в коммерческом секторе корпоративное обучение является более распространённой практикой, чем в бюджетных организациях, что дополнительно усиливает разрыв в заработной плате между двумя секторами экономики. Расширение доступа к системе непрерывного образования, в том числе направленного на развитие цифровых компетенций работников, через государственные субсидии и налоговые стимулы для работодателей, представляется одним из ключевых инструментов повышения качества человеческого капитала и снижения структурного неравенства в оплате труда. Также особую роль играет обучение цифровым навыкам, поскольку именно они обеспечивают адаптацию работников к быстро меняющимся требованиям рынка труда и способствуют росту их конкурентоспособности и доходов.

Отдельного рассмотрения заслуживает влияние специфического человеческого капитала — знаний и навыков, применимых лишь в рамках конкретного предприятия или отрасли — на уровень оплаты труда. В отличие от общего человеческого капитала, приобретаемого в системе формального образования, специфический капитал формируется непосредственно в процессе трудовой деятельности и создаёт взаимную зависимость между работником и работодателем. Белорусская практика свидетельствует о том, что работники с высоким уровнем специфического капитала получают надбавку к рыночному уровню заработной платы, однако одновременно оказываются менее мобильными на рынке труда [6]. Это особенно характерно для крупных государственных промышленных предприятий, где длительный стаж сочетается с ограниченной применимостью накопленных компетенций за пределами конкретного производства, что существенно снижает переговорные возможности работника при установлении уровня оплаты труда. В отличие от специфического человеческого капитала, цифровые компетенции обладают высокой переносимостью между предприятиями и отраслями, что повышает мобильность работников и их переговорные позиции при формировании уровня заработной платы.

Цифровизация экономики формирует принципиально новые требования к структуре человеческого капитала и трансформирует механизм его влияния на оплату труда. Рынок труда Республики Беларусь фиксирует устойчивое опережение спроса на работников с цифровыми компетенциями над предложением соответствующих специалистов, что создаёт структурный дефицит в данном сегменте занятости [7]. Возникающий дисбаланс обусловливает устойчивую надбавку к заработной плате для носителей цифровых навыков: владение инструментами анализа данных, программирования или автоматизации бизнес-процессов становится значимым фактором дифференциации оплаты труда даже при прочих равных характеристиках работника. Цифровые компетенции можно рассматривать как особый компонент человеческого капитала, включающий навыки работы с информационными системами, анализа данных, программирования и использования цифровых платформ. Их наличие позволяет работникам выполнять более сложные и высокооплачиваемые функции, а также повышает эффективность труда. В условиях структурного дефицита специалистов с цифровыми навыками формируется устойчивая «зарплатная премия» за владение такими компетенциями, которая проявляется не только в ИТ-секторе, но и в традиционных отраслях экономики. Таким образом, цифровые компетенции усиливают влияние традиционных компонентов человеческого капитала на уровень оплаты труда и одновременно выступают интегрированным элементом его структуры, оказывающим самостоятельное воздействие на уровень заработной платы.

Важным аспектом анализа является также взаимосвязь между формой собственности предприятия и уровнем оплаты труда работников с аналогичной структурой человеческого капитала. По данным Белстата, среднемесячная заработная плата в организациях частной формы собственности превышает соответствующий показатель государственных предприятий на 18–24%, при прочих равных характеристиках работника [4]. Данный разрыв объясняется как различиями в системах мотивации и результативности труда, так и более широким применением гибких форм вознаграждения — премий, бонусов, участия в прибыли — в коммерческом секторе. Кроме того, в частном секторе выше степень монетизации цифровых компетенций работников за счёт использования гибких систем оплаты труда и стимулирования внедрения цифровых решений. Вместе с тем государственные предприятия обеспечивают большую стабильность занятости и социальные гарантии, что частично компенсирует разрыв в денежном вознаграждении и влияет на выбор работниками.

Таким образом, проведённый анализ позволяет заключить, что структура человеческого капитала и уровень цифровых компетенций работников являются ключевыми взаимосвязанными детерминантами заработной платы в Республике Беларусь. При этом цифровые компетенции формируют дополнительную премию к доходу и усиливают отдачу от образования, опыта и профессиональной подготовки. Наибольшее влияние на уровень оплаты труда оказывают уровень и профиль образования, отраслевая принадлежность и наличие цифровых и специализированных компетенций. Для снижения структурного неравенства необходима целенаправленная политика по следующим направлениям: переориентация государственного образовательного заказа в пользу технических и цифровых специальностей; содействие непрерывному профессиональному развитию работников через государственно-частное партнёрство; системная работа по устранению гендерной сегрегации на рынке труда. Реализация данных мер позволит повысить отдачу от инвестиций в человеческий капитал и обеспечить более справедливое распределение доходов в белорусском обществе.

Список использованных источников:

1. Беккер, Г. Человеческий капитал: теоретический и эмпирический анализ /Г. Беккер–Москва Гардарики,2003. – 623 с.

2.Труд и занятость в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/531/0md2pntes3g2a57e7mp8wrz1y6f1h634.pdf. – Дата доступа: 16.03.2026.

3. Mincer, J. Schooling, Experience, and Earnings. — New York: NBER, 1974. — 152 p.

4. О начисленной средней заработной плате работников Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/stoimost-rabochey-sily/operativnye-dannye/o-nachislennoy-sredney-zarabotnoy-plate-rabotnikov/. – Дата доступа: 17.03.2026.

5. Eurostat, Adult Learning Statistics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/trng_aes_175__custom_20746972/default/table – Дата доступа: 27.03.2026.

6. Оскерко К. А. Человеческий капитал: понятие и инвестиции в человеческий капитал // Национальная экономика Республики Беларусь: проблемы и перспективы развития: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов (Минск, 15— 16 апр. 2015 г.). – Минск: БГЭУ, 2015

7.Цифровое развитие Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mpt.gov.by/sites/default/files/gosprogramma-Digital-development-of-Belarus.docx – Дата доступа: 26.03.2026.

UDC 331.5:331.2

IMPACT OF HUMAN CAPITAL STRUCTURE AND DIGITAL COMPETENCIES ON WAGE LEVELS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Baranova D.Yu., student gr. 372301, Silvanovich Y.V., assistant of the Department of EI

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Efremov A.A. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. The paper examines the impact of the structure of human capital and digital competencies on wage levels in the Republic of Belarus. Interindustry, gender, and regional wage differentials are identified. It is substantiated that digital competencies act as an independent factor of wage differentiation and enhance the impact of traditional components of human capital. The influence of specific human capital on labor mobility is analyzed. The role of digital competencies in the transformation of wage structure is considered.

Keywords. Human capital, digital competencies, wages, labor market, income differentiation, lifelong learning, Republic of Belarus.

УДК 519.86:336.76

103. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РЫНОЧНОГО РИСКА ПОРТФЕЛЯ НА ОСНОВЕ ПЕРЕХОДА ОТ VAR К CVAR С УЧЕТОМ РЕГУЛЯТОРНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

Гапанюк А.В, студент гр.472303, Примакович Л.В., магистрант гр.476701

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – канд. экон. наук, доцент каф. ЭИ

Аннотация. В статье рассмотрены и сопоставлены основные подходы к моделированию рыночного риска портфеля ценных бумаг. Описаны теоретические основы показателей Value at Risk (VaR) и Conditional Value at Risk (CVaR), а также методы их расчёта: параметрический, исторического моделирования и Монте-Карло. Проведён сравнительный анализ преимуществ и ограничений каждого подхода. Сделан вывод о практической применимости CVaR как когерентной и более консервативной меры риска.

Ключевые слова. рыночный риск, Value at Risk (VaR), Conditional Value at Risk (CVaR), портфель ценных бумаг, историческое моделирование, метод Монте-Карло, параметрический метод.

Финансовые рынки характеризуются постоянной изменчивостью: котировки ценных бумаг, валютные курсы и процентные ставки могут существенно колебаться под воздействием макроэкономических факторов, геополитических событий и рыночных настроений. Совокупность этих изменений формирует рыночный риск – вероятность финансовых потерь вследствие неблагоприятного движения рыночных цен. Корректная количественная оценка данного риска приобрела особую значимость после финансовых кризисов 1990–2000-х годов и введения требований Basel II (2004 г) и Basel III (после 2008 г.), которые обязывают финансовые институты поддерживать капитал, адекватный принятым рискам [1].

Актуальность темы обусловлена как регуляторными требованиями, так и практическими потребностями портфельных управляющих и риск-менеджеров в надёжных инструментах оценки потенциальных потерь. В академической литературе по-прежнему ведётся дискуссия об оптимальном выборе модели, что побуждает к их систематическому сравнению [2].

Цель настоящей работы – сравнительный анализ основных методов моделирования рыночного риска финансовых инструментов. Объект исследования – рыночный риск портфеля ценных бумаг. Предмет исследования – количественные меры VaR и CVaR и методы их расчёта.

Рыночный риск представляет собой вероятность потерь, возникающих вследствие неблагоприятных изменений рыночных факторов: цен на акции, процентных ставок, обменных курсов и цен на сырьевые товары [3]. В рамках управления портфелем ценных бумаг рыночный риск является центральным объектом анализа, поскольку напрямую определяет возможный диапазон изменения стоимости активов.

Статистической основой большинства моделей служит характер распределения доходностей. На практике реальные распределения отличаются от нормального: они имеют «тяжёлые хвосты» (fat tails) и асимметрию (skewness), что существенно влияет на точность различных моделей в периоды рыночных потрясений. Сравнение нормального распределения с распределениями, обладающими тяжёлыми хвостами, приведено на рисунке 1.

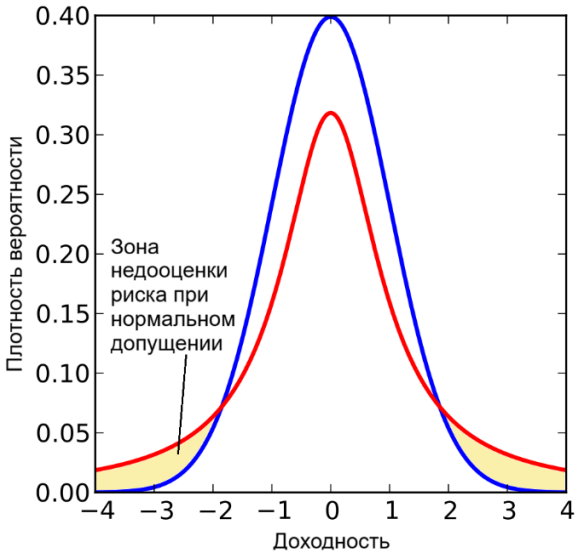


Рисунок 1 – Плотность t-распределения для 1 степени свободы в сравнении со стандартным нормальным распределением

Количественная оценка рыночного риска предполагает моделирование распределения потерь портфеля, со следующими ключевыми параметрами:

– уровень значимости α (как правило, 95% или 99%);

– временной горизонт T (1 день, 10 дней и т.д.);

– предположение о распределении доходностей финансовых инструментов (форма статистического закона, которому подчиняется изменение цен актива: нормальное, Стьюдента, эмпирическое и др.; определяет, насколько часто модель «ожидает» экстремальные движения и, следовательно, насколько консервативной будет оценка риска).

Value at Risk (VaR) – наиболее распространённый инструмент количественного управления рыночным риском. VaR представляет собой максимальный ожидаемый убыток портфеля за заданный временной горизонт при заданном уровне доверия [3]. Формально, если обозначить случайную величину потерь портфеля как L:

$$\mathrm{VaR}_\alpha = \inf\{\, l \in \mathbb{R} : P(L > l) \le 1 - \alpha\}, \tag{1}$$

где α – уровень доверия; $P(L > l)$ – вероятность того, что потери превысят значение l.

Например, однодневный $\mathrm{VaR}_{0,99} = 1$ млн руб. означает, что с вероятностью 99% суточные потери портфеля не превысят суммы в 1 млн. руб.

Несмотря на широкое распространение, VaR подвергается обоснованной критике: показатель не даёт информации о величине потерь при выходе за пределы порогового значения и при дискретных распределениях лишён свойства субаддитивности, нарушая аксиоматику когерентных мер риска [4].

Мера риска называется когерентной, если она удовлетворяет четырём аксиомам: монотонности (больший убыток – больший риск), субаддитивности (риск объединённого портфеля не превышает суммы рисков его частей), положительной однородности (масштабирование позиции масштабирует риск) и инвариантности к трансляции (добавление безрискового актива снижает риск соразмерно). VaR нарушает субаддитивность, что противоречит самой идее диверсификации [3].

Conditional Value at Risk (CVaR), известный также как Expected Shortfall (ES), был предложен Rockafellar и Uryasev как ответ на ограничения VaR [5]. CVaR вычисляется как математическое ожидание потерь, условно превысивших уровень VaR:

$$\mathrm{CVaR}_\alpha = \frac{1}{1-\alpha}\int_\alpha^1 \mathrm{VaR}_u \, du = \mathbb{E}[\, L \mid L \ge \mathrm{VaR}_\alpha \,], \tag{2}$$

CVaR является когерентной мерой риска: она субаддитивна, монотонна и выпукла как функция от весов портфеля, что делает её предпочтительной для задач оптимизации портфеля [5].

Схематическое соотношение VaR и CVaR на кривой распределения потерь представлено на рисунке 2.

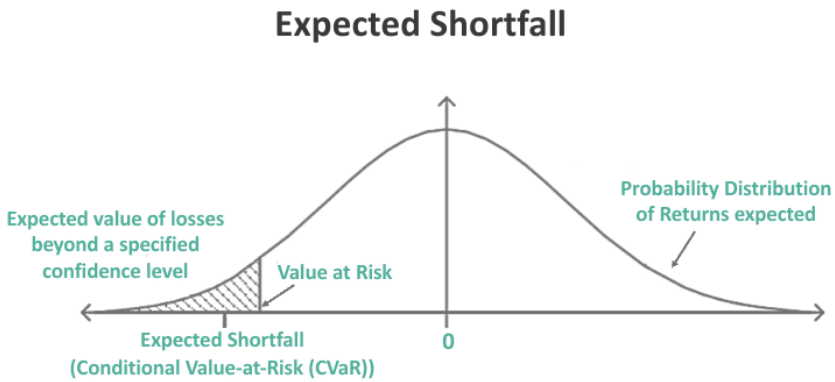


Рисунок 2 – Распределение потерь портфеля: области VaR и CVaR

В настоящее время можно выделить три основных метода расчёта VaR и CVaR:

1 Параметрический метод (дельта-нормальный), который предполагает нормальное (логнормальное) распределение доходностей активов. VaR вычисляется аналитически через стандартное отклонение портфеля σ_p и квантиль z_α нормального распределения:

$$\mathrm{VaR}_\alpha = z_\alpha \cdot \sigma_p \cdot \sqrt{T}, \tag{3}$$

где T – горизонт в днях.

Метод прост в реализации и вычислительно эффективен, однако допущение о нормальности систематически занижает риск в кризисные периоды из-за тяжёлых хвостов реальных распределений.

2 Метод исторического моделирования непосредственно использует эмпирические данные о прошлых изменениях рыночных цен. Кратко алгоритм его реализации можно описать следующим образом: берётся ретроспективное окно (как правило, 250–500 торговых дней), для каждого дня рассчитывается гипотетический P&L портфеля при текущих позициях, выборка сортируется по убыванию, и из неё извлекается квантиль уровня $(1-\alpha)$ [6].

Достоинством метода является отсутствие предположений о виде распределения. Ключевой недостаток – зависимость от исторического окна: если кризисное событие (например, крах 2008 г.) не попало в выборку, риск будет недооценён.

3 Использование метода Монте-Карло. При таком подходе генерируется большое число (обычно ≥10 000) случайных сценариев изменения рыночных факторов на основе заданной стохастической модели (например, многомерного нормального распределения с оценённой корреляционной матрицей доходностей). Для каждого сценария пересчитывается стоимость портфеля, и по полученной эмпирической выборке оцениваются как VaR, так и CVaR [3].

Преимуществом применения считается гибкость: метод позволяет корректно оценивать нелинейные инструменты (опционы, структурированные продукты) и задавать произвольные корреляционные структуры. Основной недостаток – высокие вычислительные затраты и чувствительность к спецификации модели генерации сценариев.

Сравнительная характеристика рассмотренных методов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение методов расчёта показателей рыночного риска.

Критерий	Параметрический	Исторический	Монте-Карло
Предположение о распределении	Нормальное	Не требуется	Задаётся моделью
Учёт нелинейных инструментов	Ограниченный	Полный	Полный
Вычислительные затраты	Минимальные	Низкие	Высокие
Чувствительность к хвостам	Низкая	Средняя	Зависит от модели
Сложность реализации	Низкая	Средняя	Высокая
Применимость для CvaR	Аналитически	Непосредственно	Непосредственно

Как следует из таблицы 1, ни один из рассмотренных методов не является универсальным: параметрический метод выигрывает в простоте, но проигрывает в точности при нестандартных рыночных условиях; исторический метод точен ровно настолько, насколько репрезентативна ретроспективная выборка; метод Монте-Карло наиболее гибок, однако требует значительных вычислительных ресурсов и корректной спецификации модели генерации сценариев. Выбор подхода, таким образом, определяется не только точностью оценки, но и составом портфеля, доступными данными и операционными ограничениями.

Выбор метода расчёта определяется составом портфеля и контекстом применения: параметрический метод оптимален для линейных портфелей на спокойном рынке; историческое моделирование подходит при наличии длинной репрезентативной выборки; метод Монте-Карло является наиболее универсальным, однако требует значительных вычислительных ресурсов и тщательной спецификации модели. При этом выбор самого показателя – VaR или CVaR – не менее важен, чем выбор метода его расчёта: несмотря на повсеместное распространение VaR, его математические ограничения – некогерентность и игнорирование хвостовых потерь – делают CVaR предпочтительным в задачах управления экстремальными рисками, что подтверждается переходом Basel III к Expected Shortfall. В условиях кризисных рынков все три метода проявляют ограничения, что указывает на необходимость их комплексного применения совместно со стресс-тестированием.

Список использованных источников:

1. Basel Committee on Banking Supervision. Minimum capital requirements for market risk [Electronic resource] – Basel : Bank for International Settlements, 2019. – Mode of access: https://www.bis.org/bcbs/publ/d457.pdf. (дата обращения): 25.03.2026.

2. Abad P. A comprehensive review of value at risk methodologies / P. Abad, S. Benito, C. López // The Spanish Review of Financial Economics. – 2014. – Vol. 12, no. 1. – P. 15–32.

3. Jorion P. Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk. / 3rd ed.: P. Jorion. – New York : McGraw-Hill, 2007. – 602 p.

4. Sarykalin S. Value-at-Risk vs. conditional value-at-risk in risk management and optimization / S. Sarykalin, G. Serraino, S. Uryasev // INFORMS Tutorials in Operations Research. – 2008. – 24 p.

5. Rockafellar, R. T. Optimization of conditional value-at-risk / R. T. Rockafellar, S. Uryasev // Journal of Risk. – 2000. – Vol. 2, no. 3. – P. 21–41.

6. Исаков, А. В. Оценка рыночного риска Value-at-Risk с применением метода исторического моделирования [Электронный ресурс] / А. В. Исаков // Молодой учёный. – 2016. – № 6. – Режим доступа: https://moluch.ru/archive/146/41043/. (дата обращения): 25.03.2026.

UDC 519.86:336.76

A COMPARATIVE ANALYSIS OF PORTFOLIO MARKET RISK MEASUREMENT METHODS BASED ON THE TRANSITION FROM VAR TO CVAR, TAKING REGULATORY REQUIREMENTS INTO ACCOUNT

Hapaniuk A.U., Prymakovich L.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Efremov A.A. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. This article examines and compares the main approaches to modeling market risk in a securities portfolio. It describes the theoretical foundations of Value at Risk (VaR) and Conditional Value at Risk (CVaR), as well as the methods used to calculate them: parametric, historical simulation, and Monte Carlo. A comparative analysis of the advantages and limitations of each approach is conducted. The conclusion is drawn that CVaR is practically applicable as a coherent and more conservative measure of risk.

Keywords. market risk, Value at Risk (VaR), Conditional Value at Risk (CVaR), securities portfolio, historical simulation, Monte Carlo method, parametric method.

104. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ НА РЫНКЕ ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Дивнель В.И., студент гр. 372301, Сильванович Ю.В., ассистент кафедры ЭИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – канд. эк. наук, доцент кафедры ЭИ

Аннотация. В статье исследуются факторы, определяющие дифференциацию заработной платы на рынке труда Республики Беларусь. На основе данных официальной статистики и результатов парсинга интернет-порталов вакансий построены многофакторные регрессионные модели. Выявлено, что ключевыми факторами дифференциации выступают: место работы, отраслевая принадлежность, уровень цифровых компетенций, а также форма собственности предприятия. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования государственной политики в сфере оплаты труда и регулирования рынка труда.

Проблема дифференциации заработной платы является одной из центральных в экономике труда. Уровень оплаты труда выступает не только основным источником доходов населения, но и важнейшим сигналом, направляющим потоки рабочей силы между отраслями, регионами и профессиями. В условиях трансформации экономики Республики Беларусь, характеризующейся переориентацией внешнеэкономических связей, санкционным давлением и активной цифровизацией, вопросы справедливого и эффективного вознаграждения за труд приобретают особую остроту.

С одной стороны, дифференциация стимулирует работников к повышению квалификации и мобильности. С другой – чрезмерный разрыв в доходах ведет к социальной эксклюзии и росту социальной напряженности. Официальная статистика фиксирует средние показатели, однако за ними скрываются глубокие различия, обусловленные множеством факторов: от образования и места жительства до формы собственности предприятия и наличия специфических навыков [1].

Классическим подходом к объяснению различий в заработной плате является теория человеческого капитала, развитая в работах Г. Беккера и Дж. Минцера [2]. Согласно этой теории, заработная плата рассматривается как отдача от инвестиций в образование, профессиональную подготовку и накопление опыта. Уравнение Минцера, связывающее логарифм заработной платы с годами обучения, стажем и его квадратом, стало стандартным инструментом эмпирических исследований.

Однако теория человеческого капитала объясняет не все наблюдаемые различия. Современные исследования дополняют её следующими концепциями:

1 Теория компенсирующих различий (А. Смит): заработная плата может быть выше на непривлекательных, опасных или вредных для здоровья рабочих местах.

2 Теория сигналов (М. Спенс): диплом об образовании может служить не столько свидетельством реальных знаний, сколько сигналом для работодателя о способностях соискателя к обучению и дисциплинированности.

3 Институциональные теории: акцентируют роль государства (минимальный размер оплаты труда), профсоюзов, а также внутренних рынков труда крупных корпораций, где заработная плата привязана к должности, а не к индивидуальной производительности.

4 Концепция сегментированного рынка труда: предполагает наличие «первичного» (стабильная занятость, высокая зарплата, карьерный рост) и «вторичного» (низкая зарплата, текучесть, отсутствие перспектив) секторов. Переход между которыми затруднен.

Применительно к белорусской действительности особое значение приобретают региональные диспропорции, доминирование государственного сектора в ряде отраслей и стремительный рост сектора информационных технологий.

Для количественной оценки факторов дифференциации заработной платы использован эконометрический инструментарий. Базовой спецификацией является расширенное уравнение Минцера (1):

$$\ln(W_i) = \beta_0 + \beta_1 Edu_i + \beta_2 Exp_i + \beta_3 Exp_i^2 + \sum \gamma_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

где:

– $\ln(W_i)$ – натуральный логарифм заработной платы i-го работника (или i-й вакансии);

– Edu_i – уровень образования (количество лет обучения или порядковая шкала);

– Exp_i – стаж работы;

– X_{ik} – набор контрольных переменных, включающий: пол, регион, отрасль, форму собственности, наличие цифровых навыков и др.;

– ε_i – случайная ошибка.

В силу неоднородности распределения заработной платы, помимо классического метода наименьших квадратов (МНК), применяется квантильная регрессия [3]. Этот метод позволяет оценить влияние факторов не на среднем уровне, а в различных точках распределения, что особенно важно для понимания, как премия за образование различается для низко- и высокооплачиваемых работников.

Для разложения межгрупповых различий в заработной плате (например, между Минском и регионами, мужчинами и женщинами) на объясненную и необъясненную части используется метод декомпозиции Оаксаки-Блайндера [4].

Информационная база сформирована из двух источников:

1 Официальные данные: статистические сборники Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат), содержащие сведения о среднемесячной заработной плате по областям, отраслям и формам собственности [5].

2 Микроданные интернет-порталов: результаты автоматизированного сбора данных с крупнейших сайтов по поиску работы (praca.by, rabota.by). Всего было обработано более 15 000 уникальных вакансий. Для каждой вакансии фиксировались: предлагаемая заработная плата, требуемый опыт, образование, наличие ключевых навыков (владение языками, 1С, SQL, Python и др.), регион, отрасль и тип занятости. Использование веб-скрапинга позволяет преодолеть ограниченность официальной статистики и оперировать реальными рыночными данными.

В результате построения регрессионных моделей получены следующие основные результаты.

1 Влияние человеческого капитала. Гипотеза о положительной отдаче от образования подтвердилась. Наличие высшего образования увеличивает ожидаемую заработную плату в среднем на 32–38% по сравнению с общим средним образованием (при прочих равных).

2 Роль цифровых компетенций. В современной экономике навыки работы с информационными технологиями становятся самостоятельным и весомым фактором дифференциации. В модель была включена фиктивная переменная наличия «цифровых навыков» (от уверенного пользователя ПК до владения языками программирования). Результаты показали, что надбавка за такие навыки составляет в среднем 27%. Причем наибольшее влияние этот фактор оказывает в группах специалистов среднего и высокого уровня, где умение работать с данными и автоматизировать процессы напрямую конвертируется в рост производительности и дохода.

3 Региональный разрыв. Одним из самых сильных предикторов уровня заработной платы является место работы. Коэффициент при фиктивной переменной «г. Минск» положителен и высок (0.287), что означает превышение столичных зарплат над средними по остальным регионам на 33% при прочих равных условиях. Декомпозиция Оаксаки-Блайндера показала, что около 60% этого разрыва объясняется структурными причинами (в Минске сосредоточены штаб-квартиры компаний, IT-фирмы, финансовый сектор с высокой добавочной стоимостью). Оставшиеся 40% приходятся на так называемый «чисто территориальный» эффект, который может интерпретироваться как более высокая стоимость жизни в столице.

4 Отраслевая и институциональная структура. Ожидаемо, наибольший положительный вклад вносит работа в сфере информационных технологий, например, сектор IT. Премия IT-специалиста относительно работника обрабатывающей промышленности (базовой категории) составляет более 50%. Значимый положительный эффект имеют также финансовая деятельность и сфера профессиональных услуг.

5. Гендерные различия. Коэффициент при переменной пола (мужской) составил 0.112, что говорит о наличии гендерного разрыва в пользу мужчин даже при контроле над образованием, опытом и отраслью. Это может свидетельствовать как о наличии дискриминационных практик, так и о действии ненаблюдаемых факторов (например, готовности к переработкам или более высокой склонности к риску, что влияет на уровень дохода).

Проведенное эконометрическое исследование позволило количественно оценить основные факторы, определяющие дифференциацию заработной платы в Республике Беларусь. Главными детерминантами выступают не только классические составляющие человеческого капитала (образование и стаж), но и структурные характеристики экономики: место жительства и отраслевая принадлежность.

Список использованных источников:

1 Васюков, О. Н., & Лукьянова, А. Л. (2020). Заработная плата в России: эволюция и дифференциация. – М.: Изд. дом ВШЭ. – 368 с.

2 Mincer, J. (1974). Schooling, Experience, and Earnings. New York: National Bureau of Economic Research. – 167 p.

3 Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression Quantiles. Econometrica, 46(1), 33–50.

4 Blinder, A. S. (1973). Wage Discrimination: Reduced Form and Structural Estimates. Journal of Human Resources, 8(4), 436–455.

5 Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Труд и занятость в Республике Беларусь: статистический сборник. – Минск, 2024. – 310 с.

105. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СЕТЯХ И СИСТЕМАХ

Евтеев В.К., Жевлаков А.С.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Таболич Т.Г. – канд. техн. наук, доцент каф. ЭИ

Аннотация.В работе рассмотрены методы улучшение деятельности предприятия за счёт цифровизации логистических систем и сетей. Внедрение современных информационных технологий повышает эффективность предприятия вследствие автоматизации, снижения издержек, оптимизации маршрутов и складских запасов.

В настоящее время эффективная логистика имеет значительную роль в обеспечении бесперебойного и качественного функционирования цепочек поставок. Это способствует снижению издержек и оптимизации деятельности предприятия. В эпоху цифровизации информационные технологии активно внедряются повсеместно. Их внедрение становится необходимым фактором для повышения эффективности и конкурентоспособности логистических компаний. Одной из технологий, которая является потенциально эффективной, является интернет вещей (Internet of Things, IoT).

Термин «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT) ввёл в 1999 году Кевин Эштон, предположив, что физические объекты («вещи») на производстве можно объединить в сеть для обмена данными и взаимодействия друг с другом и с окружающей средой. К 2010 году, на волне массового распространения смартфонов и планшетов, это понятие эволюционировало: оно вышло за рамки локальной автоматизации производства и стало обозначать глобальную систему подключения к интернету любых устройств.

Интернет вещей позволяет создавать динамические сети, состоящие из множества элементов, взаимодействующих между собой (рисунок 1). Таким образом обеспечивается связь между накопленным объемом данных и реальными объектами, для которых приложения, сервисы, сами устройства – это источники данных [1].

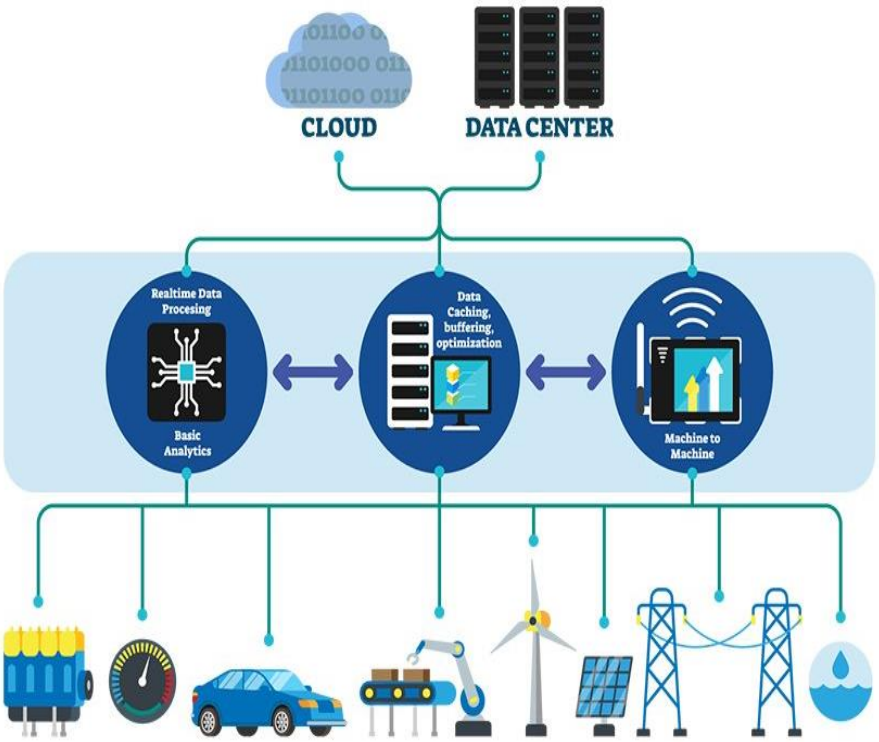


Рисунок 1. Принцип работы интернета вещей [2]

Сегодня решения IoT реализуются через комплекс аппаратных и программных компонентов, включая беспроводные сенсоры, сетевые датчики, микроконтроллеры, микропроцессоры, а также системы вроде GSM (для мобильной связи), GPS (глобальной системы позиционирования), GPRS (пакетной радиосвязи общего пользования), RFID (радиочастотной идентификации), облачных платформ и Wi-Fi. В транспортно-логистической сфере для контроля грузов необходимы полностью мобильные устройства — компактное оборудование с функцией постоянной связи, которое перемещается вместе с грузом и передает данные на центральные серверы в реальном времени [3].

RFID (радиочастотная идентификация) в логистике и на производстве – это технология автоматического учета и отслеживания объектов в реальном времени с помощью радиометок и считывателей, обеспечивающая массовое бесконтактное считывание данных без прямой видимости, повышая точность складского учета до 99%, ускоряя инвентаризацию и снижая влияние человеческого фактора.

В последнее время все более интенсивно используется данная технология в целях инвентаризации складских запасов, при этом в целях ускорения данного процесса, применяются дроны складского учета.

Складские дроны — это автоматизированные беспилотные летательные аппараты, предназначенные для инвентаризации, сканирования штрих-кодов, QR-кодов и учета паллет при высотном хранении. Они ускоряют проверку запасов, работают в режиме реального времени, интегрируются с WMS-системами и снижают роль человеческого фактора и окупаются за счет повышения эффективности.

В таблице 1 представлена сравнительная информация по наиболее применяемым решениям компаний в разработке складских дронов [4][5][6][7].

Таблица 1 – Сравнение дронов, предоставляемых различными производителями

Производитель	Время сканирования	Преимущества	Страна применения	Страна-производитель
UVL Robotics	до 1000 паллет в час на одном дроне	Интеграция с WMS, предоставление цифрового отчёта, до 30 минут полётного времени, малый вес, система мягкой посадки в условиях низкого заряда батареи и внештатных ситуаций	РФ, Украина, Турция	РФ
Corvus Robotics	200-400 паллет за 20 минут на одном дроне	Интеграция с WMS, полёты без применения Wi-Fi и без участия пилота, 14 камер, создание отчет обо всех несоответствиях с сортировкой по местоположению или артикулу	США	США
Gather AI	1500 паллет в час	Интеграция с WMS, отчеты в режиме реального времени, содержащие практические рекомендации, обзор на 360°	США, Франция, Дания	США
Fast Sense Studio	1600 паллет в час	Система Fast Sense X гарантирует безопасность полёта БПЛА внутри помещения; маршрут можно заранее запрограммировать, полная независимость от спутниковых систем; обнаруживает поврежденные или нечитаемые штрихкоды; работает на складах заморозки до -24 °C	РФ	РФ

Использование промышленных дронов благоприятно влияет на повышение эффективности предприятий. Дроны вышеуказанных производителей позволяют автоматизировать инвентаризацию складов за счет высокой скорости сканирования паллет (более 1000 в час). Также в промышленных дронах используются различные высокотехнологичные компоненты, такие как камеры кругового обзора. Многие современные складские беспилотные летательные аппараты могут работать в различных условиях, при этом постоянно поставляя данные операторам. Более того, работающие на складах дроны интегрируются с WMS-системой.

Таким образом, Интернет вещей в логистике играет важную роль. Его внедрение повлияет на развитие транспортно-логистической составляющей Республики Беларусь, а как следствие, на

увеличение ВВП РБ за счет применения в различных сегментах и направлениях хозяйственной деятельности.

Список использованных источников:

1. Щербинина Мария Юрьевна, Стефанова Наталья Александровна Концепция интернет вещей // КЭ. 2016. №11 : [сайт]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-internet-veschey (дата обращения: 29.03.2026).

2. Что такое интернет вещей и где применяются IoT устройства : [сайт]. – URL: https://auroraevernet.ru/articles/chto-takoe-internet-veshchey-i-gde-primenyayutsya-iot-ustroystva/ (дата обращения: 29.03.2026).

3. Абрамов Виктор Иванович, Файзуллина Альфия Менлигалиевна ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В ЛОГИСТИКЕ: ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРЕИМУЩЕСТВА, ПРАКТИКИ РАЗВИТИЯ // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2024. №3 (50) : [сайт]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/internet-veschey-v-logistike-harakteristiki-preimuschestva-praktiki-razvitiya (дата обращения: 29.03.2026).

4. Автоматизированная инвентаризация дронами. – URL: https://uavprof.com/wp-content/uploads/2021/06/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F.pdf (дата обращения: 29.03.2026).

5. Corvus Robotics - Warehouse Inventory Drones : [сайт]. – URL: https://www.corvus-robotics.com/corvus-one (дата обращения: 30.03.2026).

6. Real-time data precision. All-time inventory confidence : [сайт]. – URL: https://www.gather.ai/computer-vision (дата обращения: 30.03.2026).

7. Fast Sense Studio (Россия) : [сайт]. – URL: https://www.pergam.by/brands/fast-sense/ (дата обращения: 30.03.2026).

106. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ТЕНДЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ФУНКЦИЯМИ МАРШРУТИЗАЦИИ ЗАДАЧ И АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОТРУДНИКОВ

Карпеченко В. А., студентка группы 272303
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Хацкевич Г.А. – доктор экономических наук, кандидат техн. наук, профессор.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы автоматизации тендерных процессов с использованием информационных систем поддержки принятия решений. Особое внимание уделяется процессам распределения задач, обработки заявок и анализа эффективности работы сотрудников. Разработка подобной системы позволяет повысить эффективность управления тендерами, обеспечить контроль выполнения задач и упростить обработку информации.

Введение. Управление закупками на предприятии является одним из ключевых бизнес-процессов, от эффективности которого зависят такие показатели, как прибыль и рентабельность организации. В современных условиях широко применяется тендерная форма отбора поставщиков, позволяющая обеспечить конкурентный и прозрачный выбор предложений.

В Республике Беларусь тендерные процедуры наиболее активно используются в государственных и бюджетных организациях, что связано с необходимостью эффективного использования финансовых ресурсов. В этих условиях возрастает потребность в автоматизации тендерной деятельности, направленной на повышение прозрачности процессов и снижение трудоёмкости обработки информации.

Объект исследования: процессы организации и управления тендерной деятельностью.

Предмет исследования: методы и технологии автоматизации обработки тендеров, распределения задач и анализа эффективности работы сотрудников.

Основная часть. В управлении закупками широко применяется тендерная форма отбора поставщиков. Тендеры являются важным инструментом в современном механизме рыночного хозяйства. Использование тендеров позволяет эффективно осуществлять операции купли-продажи, как покупателю, так и продавцу.

Тендер (от английского tender – предложение) – конкурентная форма отбора предложений на поставку товаров, оказание услуг или выполнение работ по заранее объявленным в документации условиям, в оговоренные сроки на принципах состязательности, справедливости и эффективности [1].

Для повышения эффективности работы с тендерами целесообразно использовать информационные системы, обеспечивающие автоматизацию ключевых процессов. К таким процессам относятся:

- формирование и управление тендерами;
- обработка заявок участников;
- контроль сроков выполнения;
- анализ эффективности работы сотрудников;
- формирование отчетности.

Цель исследования: повышение эффективности тендерной деятельности за счет автоматизации процессов обработки тендеров, распределения задач и анализа эффективности работы сотрудников.

Для достижения поставленной цели решается задача разработки информационной системы поддержки принятия решений, обеспечивающей автоматизацию тендерных процессов, маршрутизацию задач и анализ деятельности сотрудников.

В системе предусмотрены следующие категории пользователей:

- администраторы;
- сотрудники;
- клиенты (участники тендеров).

Система обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- регистрация и авторизация пользователей;

- создание и редактирование тендеров;
- формирование условий тендера;
- участие в тендерах;
- отбор и анализ заявок участников;
- выбор победителя тендера;
- согласование и экспорт договоров;
- распределение задач между сотрудниками;
- контроль выполнения задач;
- ведение истории тендеров;
- формирование аналитической отчетности.

Система имеет модульную структуру и включает следующие компоненты:

- модуль управления тендерами;
- модуль управления пользователями;
- модуль маршрутизации задач;
- модуль аналитики и отчетности.

Модуль маршрутизации задач играет ключевую роль в системе, обеспечивая распределение задач между сотрудниками и контроль их выполнения. Это позволяет повысить организованность работы и снизить вероятность пропуска задач.

Модуль аналитики позволяет формировать отчеты и оценивать эффективность работы сотрудников на основе различных показателей, включая количество выполненных задач и соблюдение сроков.

Система реализована в виде веб-приложения и состоит из клиентской и серверной частей.

Серверная часть разработана на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring Boot и обеспечивает обработку бизнес-логики приложения.

Для взаимодействия с базой данных используется JPA, позволяющая упростить работу с данными. В качестве системы управления базами данных была выбрана PostgreSQL, так как она является современной объектно-реляционной СУБД с открытым исходным кодом, обеспечивающей высокую надёжность, производительность и расширенные возможности работы с данными [2].

Клиентская часть реализована с использованием языка программирования JavaScript и библиотеки React, что позволяет создать удобный и интерактивный пользовательский интерфейс.

Архитектура системы построена на основе паттерна MVC (Model–View–Controller), обеспечивающего разделение приложения на модель, представление и контроллер. Модель отвечает за хранение и обработку данных, контроллер – за обработку действий пользователя, а представление – за отображение информации.

Заключение. Таким образом, разработанная информационная система позволяет автоматизировать процессы тендерной деятельности, упростить распределение задач между сотрудниками и обеспечить анализ их эффективности. Использование системы способствует повышению прозрачности процессов, улучшению контроля выполнения задач и повышению эффективности работы пользователей.

Список использованных источников:

3. Малинина, Т.В., Автоматизация процесса проведения тендеров на предприятии / Т.В. Малинина, А.А. Борисюк // Инновационные процессы в социально-экономическом развитии : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Бобруйск, 15 декабря 2016 г. / редкол.: В. М. Ковальчук (пред.) [и др.]. - Минск : РИВШ, 2016. - С. 95-98.

4. Введение – Администрирование СУБД PostgreSQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vozhzhaev.ru/learn/administration_postgre_sql/introduction?ysclid=m9i5o04kom993723060 – Дата доступа: 15.03.2026.

107. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАРОБОТНОЙ ПЛАТЫ НА РЫНКЕ ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Квартальный А.С., студент гр. 472301, Сильванович Ю.В., ассистент кафедры ЭИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – канд. эк. наук, доцент кафедры ЭИ

Аннотация. В статье рассматриваются факторы формирования заработной платы на рынке труда Республики Беларусь. Целью исследования является выявление и количественная оценка влияния различных факторов на уровень заработной платы с использованием методов анализа данных. В работе применяются корреляционный анализ и множественная линейная регрессия, позволяющие определить взаимосвязи и оценить значимость факторов. В результате исследования установлено, что ключевыми факторами являются уровень образования, профессиональный опыт, отрасль занятости и регион. Полученные результаты могут быть использованы при анализе рынка труда и разработке управленческих решений.

В условиях цифровой трансформации экономики и структурных изменений на рынке труда возрастает значимость анализа факторов, определяющих уровень заработной платы. Заработная плата выступает одним из ключевых социально-экономических показателей, характеризующих уровень развития экономики, эффективность использования трудовых ресурсов и качество жизни населения [1].

Для Республики Беларусь характерна дифференциация заработной платы по регионам, отраслям экономики и уровню квалификации работников [2]. В частности, сохраняется устойчивый разрыв между уровнем оплаты труда в г. Минске и других регионах страны, а также наблюдается опережающий рост заработной платы в высокотехнологичных секторах, прежде всего в сфере информационных технологий и финансовых услуг. Дополнительное влияние на рынок труда оказывают процессы цифровизации, изменение структуры занятости и внешнеэкономические условия, что обусловливает необходимость применения современных методов анализа данных.

Целью настоящего исследования является выявление факторов формирования заработной платы на рынке труда Республики Беларусь с использованием методов анализа данных и количественной оценки их влияния.

Методологической основой исследования является последовательный алгоритм анализа данных, ориентированный на выявление и количественную оценку факторов заработной платы.

Процесс исследования факторов формирования заработной платы реализуется в виде последовательного алгоритма анализа данных, включающего несколько взаимосвязанных этапов:

1 Сбор данных из официальных статистических источников и баз вакансий.

2 Предобработка данных, включающая очистку данных, устранение пропущенных значений, а также приведение показателей к сопоставимому виду.

3 Формирование системы факторов (признаков), влияющих на уровень заработной платы. К таким факторам относятся уровень образования, профессиональный опыт, регион занятости, а также отраслевая принадлежность, включая выделение IT-сектора как отдельной категории [2].

4 Построение эконометрической модели, основанной на методе множественной линейной регрессии, позволяющей оценить количественное влияние факторов на уровень заработной платы.

5 Оценка качества построенной модели и анализ статистической значимости факторов.

6 Интерпретация полученных результатов и формированием выводов о ключевых факторах формирования заработной платы.

Особое внимание в исследовании уделяется сфере информационных технологий, которая характеризуется более высоким уровнем заработной платы по сравнению с другими отраслями экономики. Это связано с высокой добавленной стоимостью, глобальным спросом на IT-специалистов и дефицитом квалифицированных кадров.

В рамках исследования данная отрасль рассматривается как отдельный фактор, влияющий на уровень заработной платы. Для этого используется фиктивная переменная, позволяющая оценить

«премию IT-сектора», то есть прирост заработной платы работников, занятых в сфере информационных технологий, по сравнению с другими отраслями при прочих равных условиях.

Для анализа данных используются методы корреляционного анализа и множественной линейной регрессии.

Корреляционный анализ позволяет определить наличие, направление и силу взаимосвязи между уровнем заработной платы и отдельными факторами [3]. В частности, он используется для выявления линейной зависимости между переменными и предварительной оценки значимости факторов. В отличие от корреляционного анализа, который рассматривает взаимосвязь между переменными попарно, множественная линейная регрессия позволяет одновременно учитывать влияние нескольких факторов на уровень заработной платы и количественно оценивать вклад каждого из них.

Модель множественной линейной регрессии имеет следующий вид (1):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ ... \ + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (1)$$

где:

– Y – уровень зароботной платы;

– X_i – факторы, влияющие на ее формирование;

– β_0 – свободный член;

– β_i – коэффициенты модели;

– ε – случайная ошибка.

Регрессионный анализ позволяет определить, какие факторы оказывают статистически значимое влияние на заработную плату, а также оценить величину этого влияния. Коэффициенты регрессии показывают, на сколько изменяется уровень заработной платы при изменении соответствующего фактора на единицу при прочих равных условиях [3].

Для учета качественных признаков (например, отрасли или региона) используются фиктивные переменные, позволяющие оценить различия между группами работников, включая эффект занятости в IT-секторе.

Таким образом, корреляционный анализ используется как инструмент предварительного выявления взаимосвязей, а регрессионный анализ – как основной метод количественной оценки влияния факторов.

В результате проведенного анализа установлено, что наибольшее влияние на уровень заработной платы оказывают такие факторы, как отрасль занятости, уровень квалификации и профессиональный опыт. Существенную роль также играет региональный фактор. Данные выводы подтверждаются результатами регрессионного анализа, которые свидетельствуют о статистически значимом влиянии указанных переменных на зависимую переменную.

При этом принадлежность к IT-сектору формирует дополнительную положительную премию к заработной плате, что подтверждает его значимость как одного из наиболее высокооплачиваемых сегментов рынка труда.

Таким образом, применение методов анализа данных, в частности корреляционного анализа и множественной линейной регрессии, позволяет выявлять ключевые закономерности формирования заработной платы и количественно оценивать влияние различных факторов.

Список использованных источников:

1. Минцер Дж. Инвестиции в человеческий капитал и распределение доходов. – М.: Высшая школа, 2008.

2. Маковская Н.В. (2020). Современные особенности функционирования рынка труда в Беларуси. URL: https://libr.msu.by/bitstream/123456789/12909/1/3345n.pdf

3. Хасти Т., Тибширани Р., Фридман Дж. Элементы статистического обучения: анализ данных, вывод и прогнозирование. – М.: Вильямс, 2016.

УДК 004.633.2-047.37

108. ИССЛЕДОВАНИЕ БЫСТРОГО АЛГОРИТМА СОРТИРОВКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Король А.В., Житко Р.В., студенты гр.573904
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кириенко Н.А. – канд. тех. наук, доцент

Аннотация. В работе представлено экспериментальное исследование 13 стратегий выбора опорного элемента в алгоритме быстрой сортировки Хоара. Протестировано быстродействие методов на массивах различного размера (20 000–100000 элементов) и четырёх степеней упорядоченности. Построены раздельные графики для случайных данных по кластерам эффективности и для всех типов данных с индивидуальным масштабом. Установлено, что медиана трёх и адаптивный метод обеспечивают оптимальный баланс скорости и устойчивости.

Ключевые слова. Быстрая сортировка, алгоритм Хоара, опорный элемент, точка разбиения, стратегии выбора, анализ производительности, медиана.

Алгоритм сортировки Хоара является одним из наиболее широко применяемых алгоритмов упорядочивания данных в современных программных системах. Среднее время работы алгоритма составляет $O(n \cdot \log_2 n)$. Несмотря на теоретическую эффективность, практическое быстродействие алгоритма принципиально зависит от одного ключевого решения – выбора опорного элемента, определяющего точку разбиения подмассива на каждом шаге рекурсии. При неудачном выборе опорного элемента алгоритм снижает скорость своей работы до $O(n^2)$. Цель работы: экспериментально определить и обосновать наиболее эффективную стратегию выбора опорного элемента в алгоритме быстрой сортировки применительно к массивам различных типов и размеров. Для достижения данной цели была создана программа на языке C++, в которой рассматривались 13 вариантов выбора опорного элемента, различные массивы по степени упорядоченности (почти/обратно отсортированные, отсортированные и случайные данные), различные по количеству элементов массивы (от 20000 элементов до 100000).

Была изучена эффективность выбора следующих точек разбиения быстрой сортировки: первого элемента; среднего элемента; последнего элемента; случайного элемента. Также в качестве точек разбиения были рассмотрены различные медианы. «Медиана трех» представляет собой число, которое не является ни самым маленьким, ни самым большим среди первого, последнего и среднего элементов [1]. Медиана первой половины – медиана первого, четвертного от начала и среднего элементов, медиана второй половины – медина среднего, четвертного от конца и последнего элементов. Медиана пяти элементов – средний по значению элемент среди пяти равномерно распределенных в массиве элементов. Медиана медиан – медиана из групп медиан по пять элементов (массив делится на группы по пять элементов, находится медиана в каждой группе, затем находится медиана среди данных медиан). Еще одна медиана, реализованная в программе, – медиана трех случайных элементов массива. В качестве точек разбиения были рассмотрены и элементы, стоящие на позиции «одна треть массива» и «две трети массива». Еще одна стратегия – адаптивный метод. Адаптивный метод выбора точки разбиения проверяет порядок трёх элементов массива, чтобы понять, не отсортирован ли он уже, и выбирает такой опорный элемент, который гарантирует быструю работу даже на почти упорядоченных данных. Если три контрольных элемента (левый, средний, правый) упорядочены по возрастанию, возвращается средний; если левый элемент по своему значению находится между средним и правым, возвращается левый; если правый элемент между левым и средним, возвращается правый; в остальных случаях возвращается элемент из середины массива [2].

Исследование строилось в два этапа. На первом – все 13 стратегий тестировались исключительно на случайных данных, что позволило оценить чистые накладные расходы механизма (дополнительная работа, которую алгоритм выполняет не ради основной задачи, а ради вспомогательной) выбора точки разбиения. Размеры массивов: от 20000 до 100000 элементов с шагом 10000. Для каждого размера и каждой из 13 стратегий замерялось время выполнения в миллисекундах.

Проведя исследование на случайных данных, можно разбить стратегии на две группы – эффективные и неэффективные. Наиболее неэффективная точка разбиения – медиана медиан: при 100 000 элементах она тратит 49,9 мс, что в 4,5 раза медленнее остальных. Метод

работает рекурсивно, из-за чего и увеличивается время работы алгоритма. Медиана трёх случайных элементов и медиана пяти работают медленнее из-за дополнительных вычислений при каждом выборе. Случайный выбор проигрывает по другой причине: программа постоянно обращается к генератору случайных чисел, а это «дорогая» операция.

На рисунке 1 показаны остальные девять эффективных для случайных данных стратегий. Графики данных стратегий практически «сливаются в пучок» поэтому принципиальных отличий для выбора опорного элемента на случайных данных нет. Однако на массиве в 80000 элементов медиана половины сильно замедляет свою работу, а на массиве в 90000 элементов замедляет свою работу опорный первый элемент.

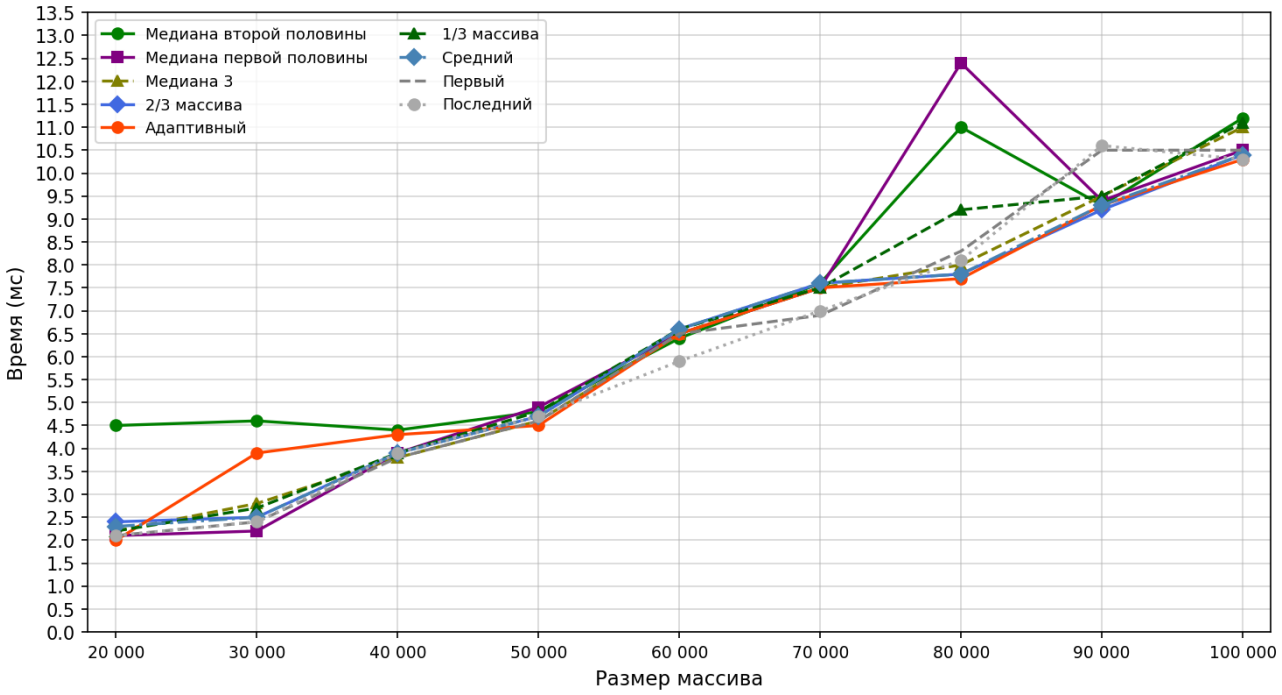


Рисунок 1 – Эффективные стратегии на случайных данных

На втором этапе исследования поведение каждой группы стратегий анализировалось на всех четырёх типах данных (полностью/почти/обратно отсортированных и случайных) для массива. На рисунке 2 представлен график стратегий, которые замедляют скорость работы на всех типах данных. На отсортированых данных происходит замедление работы стратегии первого элемента (до 5676 мс) и последнего элемента (до 4724 мс). Такое же замедление происходит для данных стратегий и на обратных и почти отсортированных данных.

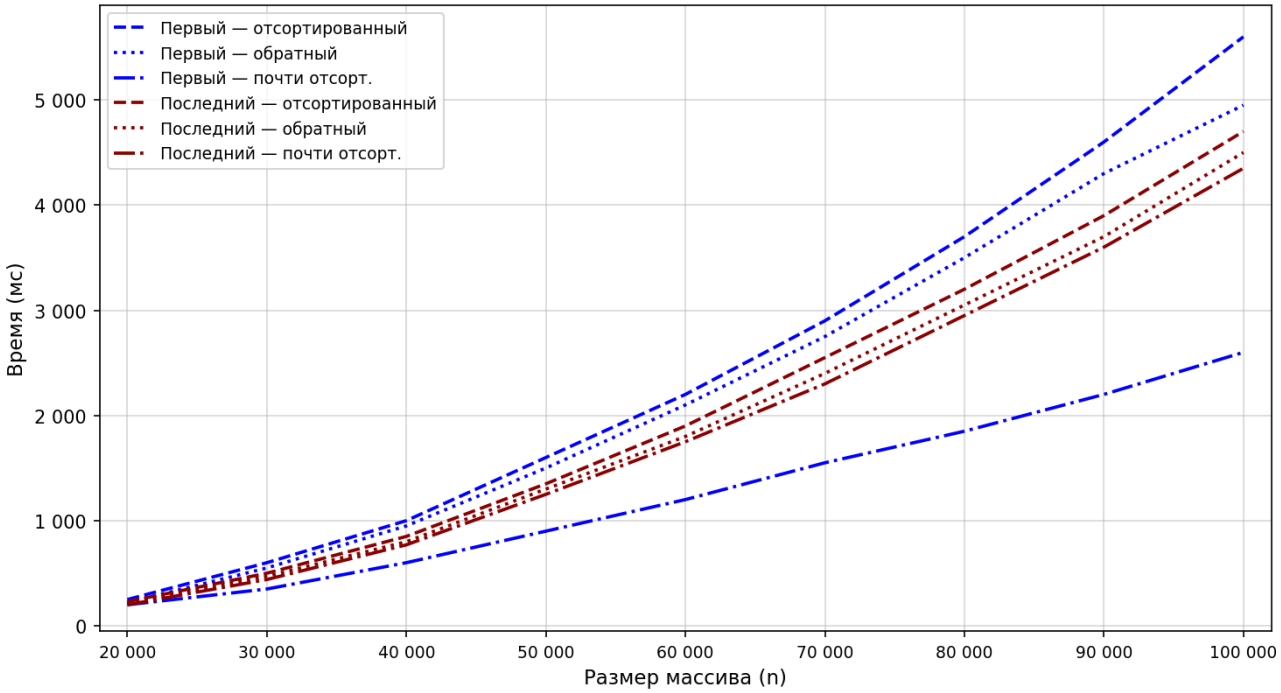


Рисунок 2 – Скорость стратегий первого и последнего элемента на различных типах данных

На рисунке 3 представлены оптимальные стратегии по результатам второго исследования, это средний элемент, медиана первого, последнего и среднего элемента, элемент, стоящий на позиции «одна треть массива» и адаптивный способ выбора точки разбиения. На случайных данных все четыре стратегии укладываются в 10–11 мс. На отсортированных – ускоряются до 1,9–2,4 мс.

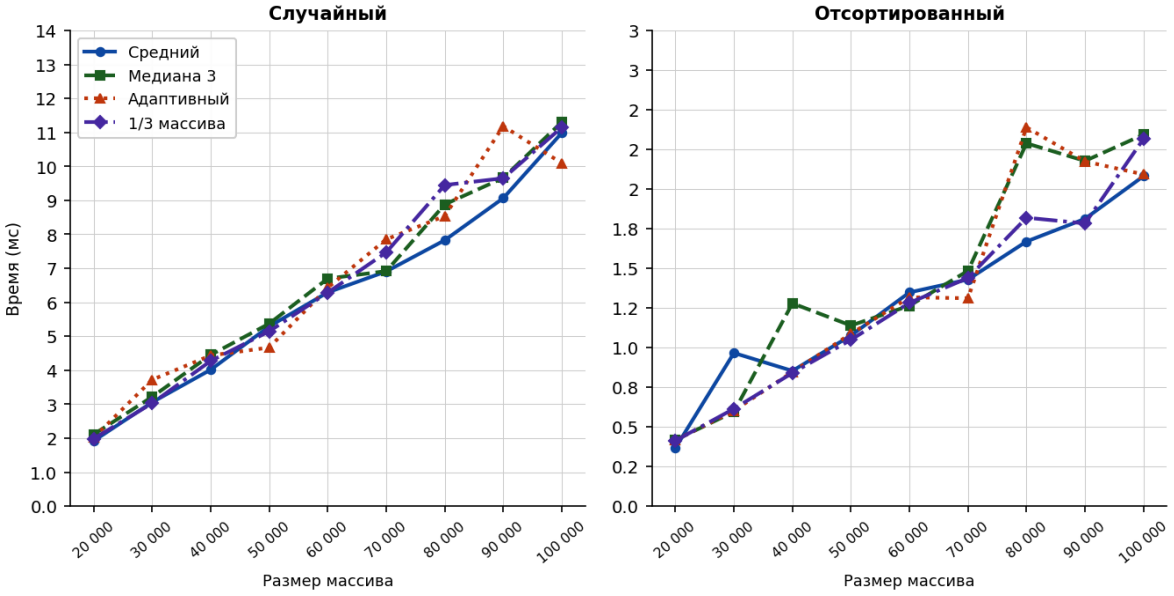


Рисунок 3 – Оптимальные стратегии для случайных и отсортированных типов данных

На рисунке 4 показаны средние стратегии для выбора по результатам второго исследования: медиана трех случайных элементов, медиана пяти элементов и случайный элемент в качестве точки разбиения. Данные стратегии устойчивы к любым входным данным и не испытывают критического замедления. На случайных данных они медленнее оптимальных, на упорядоченных данных наблюдается значительное ускорение: случайный элемент – до 5-6 мс, медиана 5 элементов – менее 4 мс, медиана трех случайных элементов – 9 мс. Это объясняется тем, что на структурированных данных случайный элемент статистически чаще оказывается ближе к медиане подмассива, чем на полностью хаотичных данных.

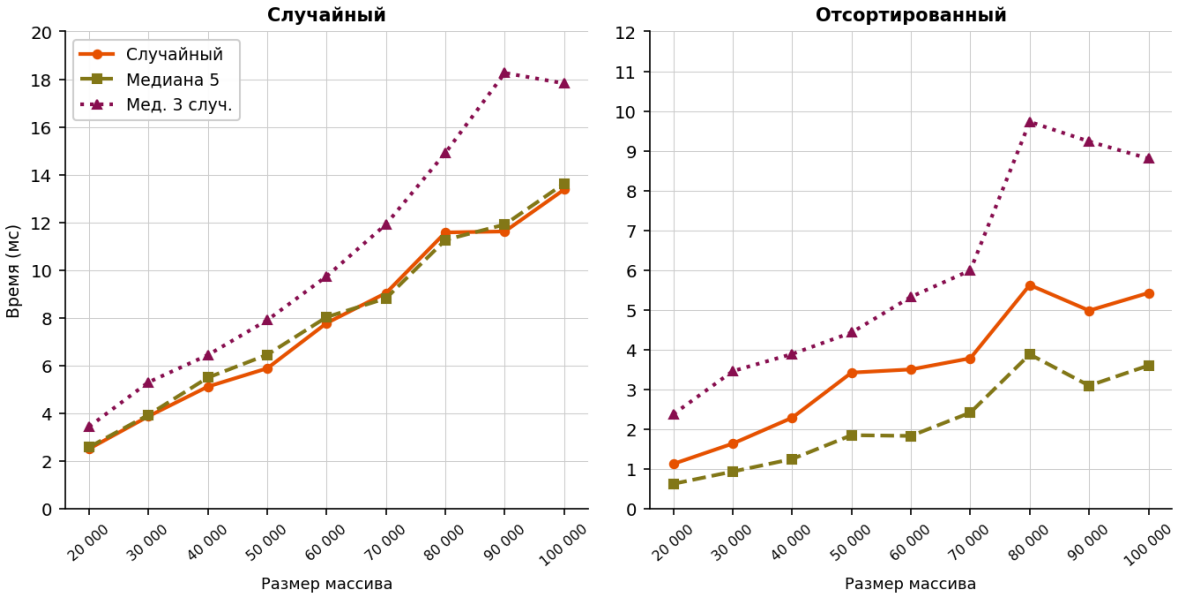


Рисунок 4 – Стратегии среднего уровня для случайных и отсортированных типов данных

Рисунок 5 сравнивает медиану медиан и средний элемент, чтобы показать, насколько теоретические гарантии могут расходиться с реальной производительностью, и полностью доказать неэффективность метода медианы медиан. Разрыв оказывается огромным. На случайных данных медиана медиан тратит 49,9 мс против 11,0 мс у среднего – почти в 5 раз медленнее. На отсортированных результаты становится ещё хуже: средний элемент ускоряется до 2,1 мс, а медиана медиан замедляется до 188,8 мс – разница в 90 раз.

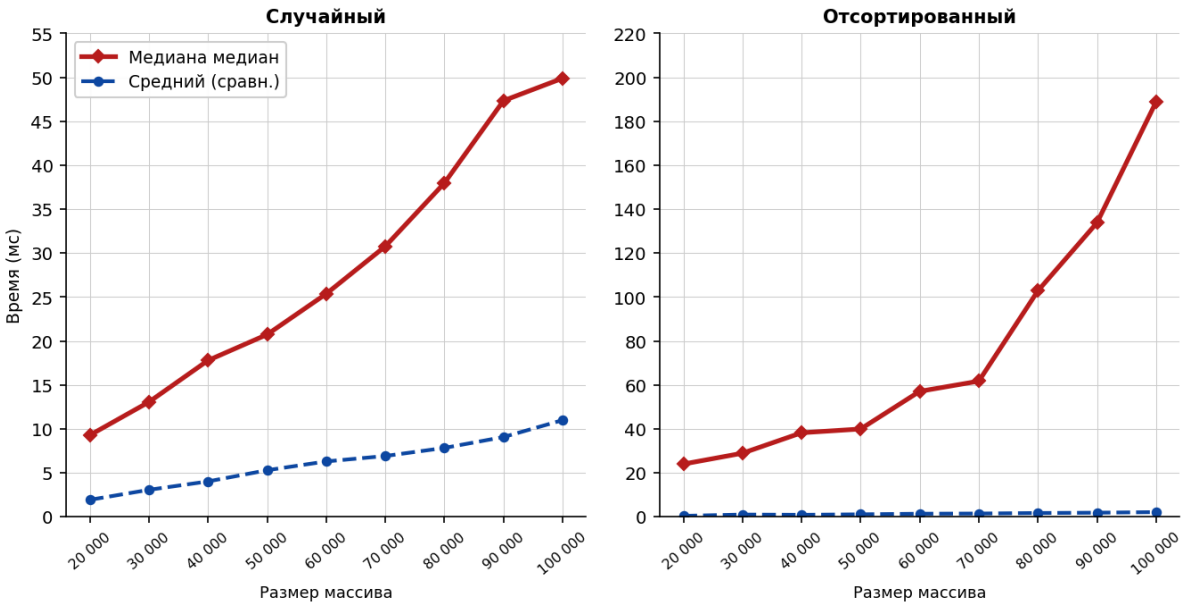


Рисунок 5 – Сравнение эффективности медианы медиан и среднего элемента

По итогам исследования можно дать конкретные рекомендации. Лучший выбор для большинства задач – медиана трёх (первого, среднего и последнего элементов) и адаптивный метод. На случайных данных они работают примерно за 11 мс при 100 000 элементов, а на уже отсортированных даже ускоряются до 2 мс. Главное их преимущество: они никогда не замедляются при других типах массивов, при этом почти не тратят время на выбор опорного элемента. Это делает их надёжным вариантом на практике, когда заранее не известно, какие данные придут на вход.

Допустимо использование среднего элемента, элемента на позиции «одна теть массива» и «две трети массива». Они не тратят время на вычисление опорного элемента вообще – просто берут

фиксированную позицию – и на упорядоченных данных работают так же хорошо, как медиана трёх и адаптивный метод. Риска деградации скорости нет, но они чуть менее универсальны: хорошо подходят там, где структура данных известна заранее.

Не рекомендуется использовать первый и последний элементы в качестве опорных. На отсортированных и почти отсортированных данных данные стратегии замедляются в 450-540 раз. Также не рекомендуется использовать медиану медиан. На практике стратегия уступает всем остальным стратегиям как на случайных, так и на упорядоченных данных из-за высоких накладных расходов на рекурсивное вычисление опорного элемента.

Список использованных источников:

1. Быстрая сортировка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Quicksort – Дата доступа: 05.03.2026.

2. Сортировка Хоара и другие способы сортировки массивов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://otus.ru/journal/sortirovka-hoara-i-drugie-sposoby-sortirovki-massivov/#%D0%92%D1%8B%D0%B1%D0%BE%D1%80_%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0 – Дата доступа: 05.03.2026.

UDC 004.633.2-047.37

STUDY OF A QUICK BIG DATA SORTING ALGORITHM

Korol A.V., Zhitko R.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kirienko N.A.– candidate of Technical Sciences, associate professor

Annotation. This paper presents an experimental study of 13 pivot selection strategies in the Hoare quicksort algorithm. The methods' performance was tested on arrays of varying sizes (20,000–100,000 elements) and four degrees of ordering. Separate plots were constructed for random data by efficiency clusters and for all data types with individual scales. It was found that the median-of-three and adaptive methods provide the optimal balance of speed and robustness.

Keywords. Quicksort, Hoare sort, pivot, partition point, selection strategies, performance analysis, median.

109. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЗАРАБОТНУЮ ПЛАТУ (НА ПРИМЕРЕ РЫНКА ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

Любина А.А., студент гр. 372301, Сильванович Ю.В., ассистент кафедры ЭИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – канд. эк. наук, доцент кафедры ЭИ

Аннотация. В статье исследуется влияние профессиональных компетенций на уровень заработной платы в условиях цифровизации экономики Республики Беларусь. На основе анализа теоретических подходов и современных исследований рассмотрена роль компетенций в формировании доходов. Особое внимание уделено проблеме несоответствия между формальными характеристиками работников и реальными навыками, востребованными на рынке труда. Рассмотрена методика оценки профессиональных компетенций на основе анализа вакансий. Показано, что уровень профессиональных и цифровых компетенций существенно влияет на дифференциацию заработной платы.

В условиях современного рынка труда проблема объективного уровня заработной платы приобрела особую значимость. Трансформация экономики, ускоренная цифровизацией и глобализацией, привела к фундаментальным изменениям в структуре навыков и компетенций требуемых от специалистов различных отраслей [1].

По данным World Economic Forum, к 2027 году почти 44% ключевых навыков сотрудников изменятся, а около 60% работников потребуется переобучение.

Одновременно с этим меняется и структура вакансий. Исследование LinkedIn Economic Graph показывает, что за последние пять лет количество вакансий с требованиями к конкретным компетенциям выросло почти на 40%, тогда как требования к формальному стажу постепенно снижаются. Чем выше уровень имеющихся компетенций, тем ценнее специалист.

В Республике Беларусь эти глобальные тенденции проявляются особенно отчётливо. На рынке труда сохраняется заметное несоответствие между имеющимися компетенциями работников и реальными потребностями работодателей. По данным Белстат и исследований рынка труда, наиболее острый дефицит наблюдается именно в сфере цифровых и универсальных компетенций.

Можно выделить две группы компетенций: общие и профессиональные [2]. Общие компетенции также можно обозначить как универсальные, ключевые. Данные компетенции показывают способность индивида осуществлять универсальный способ деятельности, доступный для большинства видов профессиональной деятельности и направленный на решение базовых трудовых задач. Профессиональные компетенции – это способность субъекта профессиональной деятельности выполнять работу в соответствии с конкретными должностными требованиями. Эта группа компетенций показывает способность индивида решать задачи и знать стандарты их выполнения, принятые в организации или отрасли.

Э.Ф. Зеер понимает под профессиональной компетентностью интегративное качество личности специалиста, включающее систему знаний и навыков, обобщенных способов решения типовых задач. По его мнению, профессиональная компетентность включает в себя методологическую, профессионально-практическую, личностную компетентность [3]. Компетентность – это не просто обладание знаниями, но скорее потенциальная готовность решать производственные задачи со знанием дела.

Традиционные системы оплаты труда, основанные преимущественно на формальных критериях (уровень образования, стаж работы, должность), демонстрируют снижение эффективности в условиях динамично меняющихся требований к профессиональным навыкам. Кроме того, наблюдается растущая дифференциация в уровне оплаты труда специалистов одной профессиональной категории, что обусловлено различиями в качестве и спектре их компетенций. По данным исследований McKinsey Global Institute, разрыв между заработной платой высококвалифицированных специалистов и работников со средним уровнем квалификации увеличился на 25-40% за последнее десятилетие.

Проблема усугубляется субъективностью оценки навыков и компетенций, что приводит к искажениям при определении уровня оплаты труда. Согласно опросу HR-специалистов более 67% организаций признают несовершенство существующих методик оценки профессиональных

компетенций и их влияния на уровень оплаты труда. В результате возникают такие негативные явления как демотивация персонала, повышение текучести кадров и снижение эффективности труда.

Критически важной задачей рынка труда является разработка объективной, прозрачной и адаптивной системы определения уровня оплаты труда на основе комплексного анализа профессиональных компетенций.

Значительный вклад в решение данной проблемы внесла И. Н. Калиновская. В своей работе она разработала и апробировала принципиально новую методику определения уровня оплаты труда, основанную на многофакторном анализе реальных профессиональных компетенций с широким применением больших языковых моделей (LLM) и инструментов обработки естественного языка (NLP).

Автор предложила трёхэтапный процесс извлечения и оценки компетенций из текстов вакансий, включающий анализ требований и профессиональной лексики. На его основе построена регрессионная модель прогнозирования заработной платы и разработана 12-грейдовая система вознаграждения с четырьмя уровнями квалификации (базовый, умеренный, продвинутый и экспертный).

Ключевой принцип методики заключается в переходе от субъективной оценки формальных признаков (диплом, стаж, должность) к объективному анализу того, какими реальными компетенциями обладает специалист и насколько они соответствуют требованиям конкретной должности и отрасли.

По результатам исследования И. Н. Калиновская делает важный вывод: традиционные подходы к определению заработной платы существенно устарели в условиях цифровой экономики, поскольку не учитывают растущую дифференциацию компетенций внутри одной профессиональной группы. Предложенная методика позволяет существенно повысить объективность, прозрачность и справедливость системы оплаты труда, а также обеспечить более точное прогнозирование уровня вознаграждения на основе актуальных требований рынка [4].

Исследование показало, что профессиональные компетенции существенно влияют на уровень заработной платы. Специалисты с развитыми цифровыми и универсальными навыками получают более высокое вознаграждение, а владение современными инструментами и системным мышлением обеспечивает преимущество в доходе на 15–25 %.

В Республике Беларусь данная проблема приобретает особую остроту в связи с ускоренной цифровизацией экономики и сохраняющимся дефицитом квалифицированных кадров в высокотехнологичных отраслях. В этих условиях адаптация и апробация методики И. Н. Калиновской на белорусских данных представляется особенно актуальной и своевременной.

Список использованных источников:

1. Autor, D.H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation, Journal of Economic Perspectives, 29(3), pp. 3–30.

2. Т. Е. Хорольская, Л. В. Папова, Е. А. Пустовалова ВЗАИМОСВЯЗЬ ОПЛАТЫ ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ РАБОТНИКОВ // Вестник Академии знаний. 2021. №3 (44). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimosvyaz-oplaty-truda-i-professionalnyh-kompetentsiy-rabotnikov (дата обращения: 23.03.2026).

3. Сорокоумов С. П. Определения «Профессиональная компетенция» и «Профессиональная компетентность» в системе вузовской подготовки // Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2011. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredeleniya-professionalnaya-kompetentsiya-i-professionalnaya-kompetentnost-v-sisteme-vuzovskoy-podgotovki (дата обращения: 23.03.2026).

4. И. Н. Калиновская Методика определения уровня оплаты труда на основе анализ а профессиональных компетенций с использованием больших языковых моделей // Вестник ВГТУ. 2025. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-opredeleniya-urovnya-oplaty-truda-na-osnove-analiz-a-professionalnyh-kompetentsiy-s-ispolzovaniem-bolshih-yazykovyh (дата обращения: 23.03.2026)

УДК 330.43:519.86

110. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНФЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО

Рогут В.Ю., студент группы 573902

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Полоско Е.И. – старший преподаватель

Аннотация. В работе рассматривается задача краткосрочного прогнозирования инфляции на основе статистических методов анализа временных рядов. В качестве основного инструмента используется метод скользящего среднего с окнами из 3 и 5 значений, что позволяет оценить влияние длины окна на сглаживание колебаний и точность прогноза. Программная реализация модели выполнена на языке Go с использованием статистики Белстата по инфляции за 2025 год, представленной в формате CSV. Проведена оценка точности прогноза путём сравнения рассчитанных значений с фактическими данными.

Ключевые слова: инфляция, временные ряды, скользящее среднее, краткосрочное прогнозирование, статистический анализ, Go, Белстат.

Введение

Прогнозирование ключевых экономических показателей является важной задачей для анализа состояния экономики и принятия управленческих решений на уровне государства, бизнеса и домохозяйств. Наиболее часто объектами прогноза выступают инфляция, валовой внутренний продукт и курс валют, так как они оказывают значительное влияние на макроэкономическую стабильность и повседневную экономическую активность.

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения точности и оперативности прогнозирования инфляционных процессов в условиях нестабильной экономической среды. В современных условиях усиливающейся глобализации, волатильности рынков и воздействия внешнеэкономических факторов задача получения достоверных краткосрочных прогнозов приобретает особую значимость. Прогноз инфляции играет важную роль при формировании денежно-кредитной политики, планировании бюджета, а также при принятии финансовых решений на уровне предприятий и домохозяйств.

Развитие цифровых технологий и доступность открытых статистических данных создают дополнительные возможности для применения методов анализа временных рядов. Использование официальных источников, таких как данные национальных статистических органов, позволяет строить модели, основанные на достоверной и регулярно обновляемой информации.

Несмотря на активное развитие методов машинного обучения и искусственного интеллекта, простые статистические методы по-прежнему сохраняют свою значимость, особенно в задачах, где важны интерпретируемость результатов, прозрачность вычислений и скорость получения прогноза. Такие методы позволяют выявить базовые закономерности динамики показателей и служат основой для дальнейшего усложнения моделей.

В данной работе рассматривается разработка простой и интерпретируемой модели краткосрочного прогнозирования инфляции на основе статистического анализа временных рядов. В качестве исходных данных используются официальные показатели инфляции по Республике Беларусь, представленные в формате CSV.

Цель работы – реализовать программный инструмент для краткосрочного прогнозирования инфляции с использованием метода скользящего среднего и оценить качество получаемых прогнозов на реальных статистических данных.

Теоретические основы и выбор метода

Инфляция отражает изменение общего уровня цен во времени и является одним из ключевых индикаторов состояния экономики. Её динамика нередко включает тренд, сезонность и влияние экономических шоков, что делает задачу прогнозирования особенно значимой.

Кроме того, на инфляционные процессы могут влиять внешнеэкономические факторы, такие как изменение цен на энергоносители, колебания валютных курсов и глобальные экономические кризисы. Это усложняет моделирование и требует выбора метода, который обеспечивает баланс между точностью и простотой интерпретации результатов.

Для описания динамики инфляции используют временные ряды, то есть последовательности значений показателя, упорядоченные по времени. Подходы к их прогнозированию обычно разделяют на три группы: методы сглаживания (скользящее и экспоненциальное сглаживание), регрессионные модели и методы машинного обучения.

Методы сглаживания уменьшают случайные колебания и выделяют общую тенденцию, но при простых схемах усреднения ограничены в учёте тренда и сезонности; экспонциальное сглаживание частично решает эту проблему за счёт большего веса недавних наблюдений. Более сложные модели (ARIMA, нейронные сети и др.) дают гибкое описание структуры ряда, но требуют большего объёма данных и более сложной настройки, что не всегда оправдано в учебных задачах. Поэтому в работе выбран метод скользящего среднего как простой, наглядный и легко реализуемый инструмент для построения краткосрочного прогноза инфляции на основе усреднения нескольких последних наблюдений.

Исходные данные и постановка задачи

В качестве исходных данных использована официальная статистика Белстата по инфляции за 2025 год. Данные представлены в CSV-файле следующей структуры:

Date — период наблюдения (год/месяц);

Value — значение инфляции, %.

Фрагмент исходных данных приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Фрагмент исходных данных по инфляции за 2025 г.

№п/п	Период (Месяц)	Инфляция, %
1	2025-01	6.4
2	2025-02	6.2
3	2025-03	5.9
4	2025-04	6.5
5	2025-05	7.0
6	2025-06	7.3
7	2025-07	7.4
8	2025-08	7.2
9	2025-09	7.1

Задача состоит в том, чтобы по имеющемуся ряду значений инфляции построить прогноз на краткосрочный период на основе метода скользящего среднего и оценить точность такого прогноза. В работе рассматриваются два варианта: использование окна из 3 и из 5 последних значений. Это позволяет сравнить влияние длины окна на характер сглаживания и величину погрешности.

Например, при прогнозировании значения инфляции за апрель 2025 г. по окну из трёх предыдущих наблюдений используется усреднение значений за январь, февраль и март: $(6{,}4 + 6{,}2 + 5{,}9)/3 = 6{,}17$. Фактическое значение инфляции за апрель составляет 6,5, следовательно, погрешность прогноза равна 0,33 процентного пункта. Если брать в расчет прогнозирование значения инфляции за апрель 2025 г. по окну из пяти предыдущих наблюдений, то используется усреднение значений за январь, февраль, март, апрель и май: $(6{,}4 + 6{,}2 + 5{,}9 + 6{,}5 + 7{,}0)/5 = 6{,}4$. Фактическое значение инфляции за июнь составляет 7,3, следовательно, погрешность прогноза равна 0,9 процентного пункта.

Длина окна сглаживания является ключевым параметром метода скользящего среднего. Малые значения окна обеспечивают высокую чувствительность модели к изменениям, однако увеличивают влияние случайных колебаний. В свою очередь, большие значения окна позволяют лучше сглаживать шум, но приводят к потере оперативности и увеличению лага прогноза. Таким образом, выбор оптимального размера окна зависит от характера временного ряда и целей анализа.

Программная реализация

Программная реализация модели выполнена на языке Go, что обеспечивает высокую скорость обработки табличных данных и удобные средства работы с файлами формата CSV. Дополнительно язык Go позволяет эффективно работать с памятью и обрабатывать данные даже при увеличении объёма входного массива, что делает решение масштабируемым. Разработанная программа реализует следующий алгоритм:

Чтение CSV-файла и формирование массива наблюдений (дата, значение инфляции);

Сортировка данных по времени (при необходимости) и выделение числового ряда значений инфляции;

Расчёт прогнозных значений с использованием метода скользящего среднего для выбранной длины окна (3 и 5 значений);

Вычисление погрешности прогноза как разности между фактическими и рассчитанными значениями для тех периодов, где прогноз может быть построен.

Для начальных периодов, когда количество доступных наблюдений меньше размера окна, прогноз не формируется, что позволяет избежать искусственного искажения результатов.

Также в программе может быть реализована возможность изменения длины окна пользователем, что делает инструмент более универсальным и пригодным для проведения экспериментальных исследований.

Результаты расчётов представлены на рисунке 1

```
MAE (окно 3): 0.44444444444444436
MAE (окно 5): 0.5299999999999996

Таблица результатов:
        Date  Value  Forecast_3  Forecast_5   Error_3  Error_5
0 2025-01-01    6.4         NaN         NaN       NaN      NaN
1 2025-02-01    6.2         NaN         NaN       NaN      NaN
2 2025-03-01    5.9         NaN         NaN       NaN      NaN
3 2025-04-01    6.5    6.166667         NaN  0.333333      NaN
4 2025-05-01    7.0    6.200000         NaN  0.800000      NaN
5 2025-06-01    7.3    6.466667        6.40  0.833333     0.90
6 2025-07-01    7.4    6.933333        6.58  0.466667     0.82
7 2025-08-01    7.2    7.233333        6.82 -0.033333     0.38
8 2025-09-01    7.1    7.300000        7.08 -0.200000     0.02
```

Рисунок 1 – Результаты расчетов инфляции путем использования метода скользящего среднего

Результаты и обсуждение

Применение метода скользящего среднего к данным Белстата за 2025 год позволяет получить последовательность краткосрочных прогнозов инфляции и оценить их точность по сравнению с фактическими значениями. На рассмотренном примере с окном из 3 наблюдений погрешность прогноза для одного из периодов составила 0,33 процентного пункта, что можно считать приемлемым результатом для простой модели сглаживания.

Анализ разных значений длины окна показывает, что при меньшем окне (3 наблюдения) модель быстрее реагирует на изменения динамики инфляции, но менее эффективно сглаживает краткосрочные колебания. При окне из 5 наблюдений ряд становится более сглаженным, однако возникает эффект запаздывания прогноза относительно фактической динамики показателя.

Таким образом, выбор длины окна представляет собой компромисс между чувствительностью к изменениям и степенью сглаживания. Для учебных целей и демонстрации метода целесообразно рассматривать несколько вариантов окон и сопоставлять их результаты по величине средней ошибки прогноза.

Метод скользящего среднего характеризуется следующими преимуществами:

- простота реализации и интерпретации;
- низкие требования к объёму и структуре данных;

- возможность быстрого получения базового краткосрочного прогноза.
- К ограничениям метода относятся:
- пригодность преимущественно для краткосрочного прогноза;
- слабый учёт тренда и сезонности;
- существенная зависимость результатов от выбора длины окна.

Заключение

В работе рассмотрено краткосрочное прогнозирование инфляции с использованием метода скользящего среднего на основе официальной статистики Белстата за 2025 год. Реализована программная модель на языке Go, позволяющая формировать прогнозы при различных длинах окна и оценивать погрешность по сравнению с фактическими значениями.

Полученные результаты показывают, что даже простые методы сглаживания могут обеспечивать приемлемую точность краткосрочного прогнозирования и быть полезными для первичного анализа динамики инфляции и учебных целей. В то же время для учёта тренда, сезонности и влияния дополнительных факторов целесообразно дальнейшее развитие модели за счёт использования экспоненциального сглаживания, регрессионных подходов и методов машинного обучения.

Список исппользованных источников:

1. Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат). URL: https://www.belstat.gov.by/.

2. Основы анализа временных рядов // Habr. URL: https://habr.com/ru/companies/skillfactory/articles/860660/.

3. Бокс Дж., Дженкинс Г., Рейнсел Г. Анализ временных рядов. Прогнозирование и управление. – М.: Мир, 2004.

4. Гладких И.В. Анализ и прогнозирование временных рядов в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2010.

5. Федорова Е.А., Никифоров А.А. Методы прогнозирования макроэкономических показателей: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015.

UDC 330.43:519.86

INFLATION FORECASTING USING THE MOVING AVERAGE METHOD

Roghut V.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Polocko E.I. – Senior lecturer

Annotation. This paper examines the problem of short-term inflation forecasting using statistical methods of time series analysis. The primary tool used is a moving average method with windows of 3 and 5 values, allowing us to assess the impact of window length on fluctuation smoothing and forecast accuracy. The model is implemented in Go using Belstat inflation statistics for 2025, presented in CSV format. Forecast accuracy is assessed by comparing the calculated values with actual data.

Keywords. inflation, time series, moving average, short-term forecasting, statistical analysis, Go, Belstat.

111. ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ НА ДИНАМИКУ КЛЮЧЕВЫХ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Угрюмова Е.А. студентка группы 578105
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. – старший преподаватель

Аннотация. В работе рассмотрено влияние внедрения технологий искусственного интеллекта на динамику ключевых макроэкономических показателей. Проанализированы направления применения ИИ в различных отраслях экономики и их воздействие на производительность труда, экономический рост, занятость и инвестиционную активность. Показано, что распространение интеллектуальных технологий способствует повышению эффективности производства и трансформации структуры рынка труда. Отмечены как положительные экономические эффекты цифровизации, так и возникающие вызовы, связанные с адаптацией экономики к технологическим изменениям. Сделан вывод о возрастающей роли искусственного интеллекта как фактора современного экономического развития.

Технологическое развитие всегда оказывало заметное влияние на экономику, однако в последние годы особое внимание привлекает распространение технологий искусственного интеллекта. Их внедрение постепенно меняет характер производства, управление компаниями и даже структуру занятости [1]. Если раньше автоматизация затрагивала в основном физический труд, то сегодня алгоритмы способны анализировать большие объёмы данных, принимать решения и оптимизировать сложные производственные процессы. Из-за этого возникает закономерный интерес к тому, как использование искусственного интеллекта отражается на динамике ключевых макроэкономических показателей. Одновременно усиливается роль данных как нового экономического ресурса, поскольку именно информация становится основой для принятия управленческих и стратегических решений. Экономика всё в большей степени начинает зависеть от скорости обработки информации и способности организаций эффективно использовать цифровые технологии.

Искусственный интеллект уже применяется во многих отраслях экономики. В промышленности алгоритмы помогают оптимизировать производственные линии и снижать количество технологических ошибок. В финансовой сфере системы машинного обучения используются для анализа рисков, прогнозирования рыночных изменений и обработки огромных массивов информации. В логистике и торговле интеллектуальные системы позволяют эффективнее управлять поставками, прогнозировать спрос и минимизировать издержки [2]. Это позволяет говорить о том, что технологии ИИ постепенно становятся одним из факторов экономического развития. Кроме того, цифровые решения способствуют ускорению обмена информацией между экономическими субъектами, что повышает согласованность хозяйственных процессов. Повышается прозрачность экономических операций, а управленческие решения становятся более обоснованными за счёт использования аналитических моделей.

Одним из наиболее заметных макроэкономических эффектов внедрения искусственного интеллекта является рост производительности труда. Когда часть рутинных операций передаётся алгоритмам, сотрудники могут сосредоточиться на более сложных задачах, требующих творческого подхода и стратегического мышления. Компании получают возможность быстрее обрабатывать данные, принимать решения и адаптироваться к изменениям рынка [3]. В итоге повышается общая эффективность экономической деятельности. Дополнительным фактором становится сокращение времени выполнения производственных операций, что положительно влияет на скорость экономического оборота. Ускорение бизнес-процессов приводит к снижению транзакционных издержек и повышению гибкости предприятий в условиях изменяющейся экономической среды.

Рост производительности труда напрямую связан с динамикой валового внутреннего продукта. При более эффективном использовании ресурсов предприятия способны производить больше товаров и услуг при тех же затратах [4]. Это способствует увеличению объёмов производства и формирует дополнительные источники экономического роста. В результате внедрение интеллектуальных технологий начинает оказывать влияние не только на отдельные компании, но и на экономику страны в целом. Повышается устойчивость экономики к внешним колебаниям, поскольку цифровые инструменты позволяют быстрее реагировать на изменения спроса и рыночной конъюнктуры [5]. Одновременно усиливается роль инноваций как основного источника роста, что постепенно смещает акцент с ресурсной модели экономики на технологическую.

Важным аспектом становится и влияние искусственного интеллекта на структуру занятости. Автоматизация действительно способна заменить некоторые виды работы, особенно те, которые связаны с повторяющимися операциями. В то же время развитие цифровых технологий создаёт новые профессии и направления деятельности. Появляется спрос на специалистов по анализу данных, разработчиков алгоритмов машинного обучения, инженеров по работе с интеллектуальными системами. В итоге структура рынка труда постепенно трансформируется, а требования к профессиональным навыкам меняются.

Возрастает значение непрерывного образования и адаптации работников к новым технологическим условиям [6]. Формируется новая модель занятости, в которой ключевым фактором становится способность работников быстро осваивать новые компетенции и взаимодействовать с цифровыми системами.

Ещё одним значимым макроэкономическим фактором становится инвестиционная активность. Развитие технологий искусственного интеллекта стимулирует рост вложений в цифровую инфраструктуру, вычислительные мощности и инновационные проекты. Компании стремятся внедрять новые решения, чтобы сохранить конкурентоспособность и повысить эффективность бизнеса [7]. Это позволяет говорить о формировании новой технологической среды, в которой инновации становятся ключевым ресурсом экономического развития. Одновременно усиливается взаимодействие между государством, научными организациями и бизнесом, что ускоряет внедрение технологических разработок [8]. Инвестиции в ИИ также способствуют развитию смежных отраслей — телекоммуникаций, облачных вычислений и разработки программного обеспечения.

Распространение ИИ также влияет на характер экономической конкуренции. Государства, активно развивающие цифровые технологии, получают дополнительные преимущества в мировой экономике. Они быстрее внедряют инновации, формируют новые рынки и усиливают позиции своих компаний на глобальном уровне. Вследствие этого технологическое лидерство всё чаще становится одним из важнейших факторов экономической мощи [9]. Усиливается конкуренция не только за ресурсы, но и за технологические компетенции и человеческий капитал. Страны, инвестирующие в развитие искусственного интеллекта, получают возможность формировать стандарты будущих технологий и влиять на глобальные экономические процессы.

Однако внедрение искусственного интеллекта связано не только с преимуществами, но и с определёнными вызовами. Одним из них является необходимость адаптации рынка труда к новым условиям. Если система образования и профессиональной подготовки не успевает за технологическими изменениями, могут возникать дисбалансы между спросом и предложением рабочей силы. Кроме того, активное внедрение автоматизации требует значительных инвестиций, которые доступны далеко не всем компаниям и экономикам [10]. Это может усиливать технологическое неравенство между странами и отдельными секторами экономики. Возникают также вопросы регулирования использования данных, обеспечения информационной безопасности и этических аспектов применения интеллектуальных систем.

Несмотря на эти сложности, влияние искусственного интеллекта на макроэкономические процессы становится всё более заметным. Технологии ИИ постепенно превращаются в важный инструмент повышения эффективности производства, ускорения инноваций и формирования новых экономических моделей. В итоге можно говорить о том, что развитие интеллектуальных технологий становится одним из ключевых факторов трансформации современной экономики и её дальнейшего роста, определяя направления её долгосрочного развития и конкурентоспособности. Более того, дальнейшее распространение искусственного интеллекта способно изменить саму логику экономического развития, где главным источником ценности становятся знания, данные и технологические возможности общества.

Список использованных источников:

1.Макаров, Д. А. (2020). Влияние искусственного интеллекта на производительность труда // Экономика и управление, № 7. – URL: https://emjume.elpub.ru/jour/article/view/885 (дата обращения: 30.03.2026)

2.Эксперт РА. (2025). КПД экономики: как растёт производительность? – URL: https://raexpert.ru/researches/kpd_economy_2025/ (дата обращения: 30.03.2026)

3.Международный валютный фонд (IMF). (2024). Перспективы ИИ для развития мировой экономики. – URL: https://www.imf.org/ru/publications/fandd/issues/2024/09/ais-promise-for-the-global-economy-michael-spence (дата обращения: 30.03.2026)

4.Forbes. (2024). Доля цифры: какую роль искусственный интеллект играет в росте ВВП. – URL: https://www.forbes.ru/tekhnologii/522747-dola-cifry-kakuu-rol-iskusstvennyj-intellekt-igraet-v-roste-vvp (дата обращения: 30.03.2026).

5.*CNews. (2025). Искусственный интеллект меняет занятость в российских компаниях. – URL: https://www.cnews.ru/news/line/2025-10-29_iskusstvennyj_intellekt* (дата обращения: 30.03.2026)

6.Investing.com. (2025). Инвестиции в ИИ: стимул или тормоз для экономического роста? – URL: https://ru.investing.com/news/economy/article-2954262 (дата обращения: 30.03.2026).

7.Global Banking and Finance. (2026). Прогноз глобального экономического роста МВФ: ИИ усиливает устойчивость экономики. – URL: https://www.globalbankingandfinance.com/imf-sees-steady-global-growth-2026-ai-boom-offsets-trade/ (дата обращения: 30.03.2026).

8.VAAEL. (2025). Искусственный интеллект в разных отраслях экономики. – URL: https://vaael.ru/ru/article/view?id=4139 (дата обращения: 30.03.2026).

9. MIT Stone Center on Inequality. (2025). Простая макроэкономика искусственного интеллекта. – URL: https://shapingwork.mit.edu/research/the-simple-macroeconomics-of-ai/ (дата обращения: 30.03.2026)

10. McKinsey & Company. (2025). Состояние искусственного интеллекта: глобальное исследование 2025 года. – URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai (дата обращения: 30.03.2026)

112. ОБНАРУЖЕНИЕ И ОБЪЯСНЕНИЕ АНОМАЛИЙ В ТРАНЗАКЦИОННЫХ ДАННЫХ: СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ И ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

Фомин А.В., Ременчик Е.К., студенты группы 377901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Федосенко В.А.– кандидат технических наук, доцент

Аннотация. В работе выполнено сравнение подходов к обнаружению аномалий в транзакционных данных на наборах PaySim и Credit Card Fraud Detection. Исследованы supervised-модель XGBoost и unsupervised-модель Isolation Forest, а также интерпретация решений с помощью SHAP и permutation importance. Показано, что supervised-подход обеспечивает более высокое качество, однако содержательная интерпретируемость зависит не только от алгоритма, но и от природы признаков. Для PaySim дополнительно проведен anti-leakage эксперимент, позволивший отделить максимальное качество от практически предпочтительной модели.

Финансовые транзакции относятся к данным с высокой скоростью поступления, значительным дисбалансом классов и постоянным изменением шаблонов поведения. По этой причине задача обнаружения аномалий в таких данных требует одновременного учета качества классификации, устойчивости к редким событиям и возможности интерпретации результата [4; 6]. Особую ценность представляет сравнение методов, способных выявлять подозрительные операции как в режиме обучения с учителем, так и без разметки.

Целью работы является сравнение методов обнаружения аномалий в транзакционных данных и анализ интерпретируемости результатов. Для этого были использованы два открытых набора данных. PaySim содержит синтетические транзакции мобильных платежей и хорошо подходит для предметной интерпретации признаков [5]. Набор Credit Card Fraud Detection включает анонимизированные операции по банковским картам и широко используется как benchmark для оценки алгоритмов при сильном дисбалансе классов [7; 8].

Вычислительные эксперименты выполнялись в среде Kaggle Notebook. Для PaySim использовалось 6 362 620 транзакций, включая 8 213 мошеннических операций, а для Credit Card Fraud Detection – 284 807 транзакций, из которых 492 являлись мошенническими [5; 7]. Во всех экспериментах применялось хронологическое разбиение на обучающую, валидационную и тестовую выборки. Такой подход лучше имитирует реальный сценарий, при котором модель обучается на прошлых операциях и проверяется на более новых наблюдениях.

В качестве supervised-подхода была выбрана модель XGBoost, хорошо зарекомендовавшая себя на табличных данных и позволяющая учитывать сложные нелинейные зависимости [3]. В качестве unsupervised-базовой модели использовался Isolation Forest, основанный на идее изоляции аномальных наблюдений [2]. Для объяснения результатов применялись SHAP-значения, обеспечивающие локальную и глобальную интерпретацию предсказаний [1], а также permutation importance, измеряющий снижение качества модели после случайной перестановки значений признака.

Сначала для каждого датасета были обучены XGBoost и Isolation Forest, после чего порог принятия решения подбирался по валидационной выборке на основе максимизации F1-мера. Для PaySim дополнительно выполнен anti-leakage эксперимент: из модели были исключены признаки, непосредственно связанные с балансами после проведения транзакции. Это позволило разделить два сценария: модель максимального качества и модель, более предпочтительную с практической точки зрения.

Таблица 1 – Основные результаты на тестовых выборках

Набор данных	Модель	PR-AUC	Recall	F1
PaySim	XGBoost_Full	0,999409	0,997754	0,993294
PaySim	XGBoost_Restricted	0,973805	0,766218	0,860465
PaySim	Isolation Forest	0,549569	0,241517	0,386350
Credit Card Fraud Detection	XGBoost	0,757670	0,750000	0,795918
Credit Card Fraud Detection	Isolation Forest	0,040380	0,519231	0,116631

Основные результаты экспериментов приведены в таблице 1. На PaySim полная модель XGBoost показала почти идеальные значения PR-AUC = 0,999409 и F1 = 0,993294. Однако после исключения наиболее сильных post-transaction признаков качество снизилось до PR-AUC = 0,973805 и F1 = 0,860465. Несмотря на снижение, restricted-модель сохранила высокий уровень качества и была выбрана как practically preferred вариант. Подбор гиперпараметров для restricted-модели был выполнен ограниченным перебором, однако на тестовой выборке он не дал улучшения: tuned-вариант не превзошел базовую restricted-модель по PR-AUC и F1.

На наборе Credit Card Fraud Detection модель XGBoost достигла PR-AUC = 0,757670 и F1 = 0,795918, тогда как Isolation Forest показал PR-AUC = 0,040380 и F1 = 0,116631. Следовательно, наличие размеченных данных дает supervised-подходу заметное преимущество. При этом даже на более сложном benchmark-наборе модель XGBoost обнаруживала 39 из 52 мошеннических транзакций тестовой выборки при семи ложных срабатываниях, что можно считать хорошим практическим результатом.

Сравнение по PR-AUC и F1 для ключевых моделей приведено на рисунках 1 и 2. Графики подтверждают два устойчивых эффекта. Во-первых, на обоих наборах данных supervised-модели значительно превосходят unsupervised baseline. Во-вторых, различие между полной и restricted-моделью на PaySim показывает, что часть максимального качества обеспечивается сверхсильными признаками, отражающими состояние системы после транзакции. Это важно учитывать при построении решений для раннего обнаружения подозрительных операций.

Для наглядного сопоставления качества по PR-AUC на рисунке 1 представлено сравнение ключевых моделей.

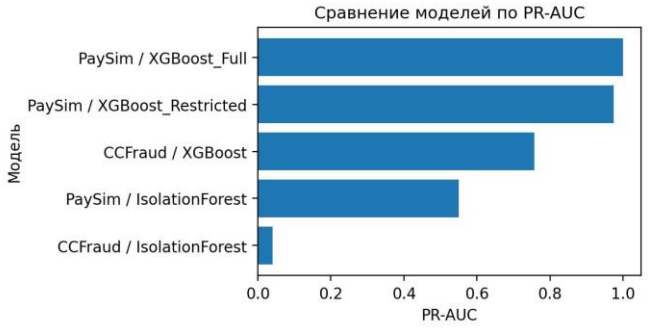


Рисунок 1 – Сравнение моделей по PR-AUC

Аналогичное сравнение по F1-мере приведено на рисунке 2.

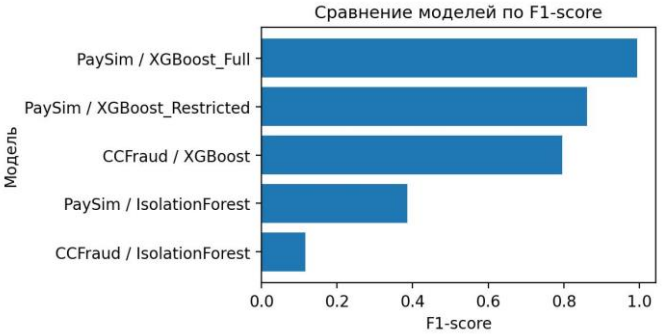


Рисунок 2 – Сравнение моделей по F1-score

Интерпретация результатов также различалась между датасетами. Для PaySim наиболее значимыми признаками стали характеристики суммы операции, исходных и новых балансов, а также тип транзакции, что позволяет объяснять предсказания в прикладных терминах. Для Credit Card Fraud Detection верхние позиции заняли компоненты V4, V14, V12, V10 и V11. Хотя SHAP и permutation importance согласованно выделяли эти признаки, их предметный смысл остается ограниченным, поскольку они являются результатом преобразования пространства признаков. Следовательно, интерпретируемость зависит не только от метода объяснения, но и от смысловой прозрачности исходных данных.

Таким образом, проведенное исследование показало, что в задачах поиска мошеннических транзакций supervised-подход на основе XGBoost обеспечивает более высокое качество по сравнению с Isolation Forest. При этом PaySim лучше подходит для содержательной интерпретации аномалий, а Credit Card Fraud Detection – для сравнительной оценки качества методов на классическом benchmark-наборе. Практически предпочтительной моделью для PaySim следует считать XGBoost_Restricted, так как она сочетает высокое качество с более корректной прикладной интерпретацией.

Список использованных источников:

1. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions / S. M. Lundberg, S.-I. Lee // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017. – Vol. 30. – P. 4765–4774.

2. Isolation Forest / F. T. Liu, K. M. Ting, Z.-H. Zhou // Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Data Mining. – 2008. – P. 413–422.

3. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System / T. Chen, C. Guestrin // Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. – 2016. – P. 785–794.

4. Learned lessons in credit card fraud detection from a practitioner perspective / A. Dal Pozzolo [et al.] // Expert Systems with Applications. – 2014. – Vol. 41, No. 10. – P. 4915–4928.

5. PaySim: A financial mobile money simulator for fraud detection / E. A. Lopez-Rojas, S. Axelsson // 28th European Modeling and Simulation Symposium. – 2016. – P. 249–255.

6. Random Forests / L. Breiman // Machine Learning. – 2001. – Vol. 45, No. 1. – P. 5–32.

7. Credit Card Fraud Detection [Electronic resource] / Kaggle. – 2018. – Mode of access: https://www.kaggle.com/mlg-ulb/creditcardfraud. – Date of access: 26.03.2026.

8. All Models are Wrong, but Many are Useful: Learning a Variable's Importance by Studying an Entire Class of Prediction Models Simultaneously / A. Fisher, C. Rudin, F. Dominici // Journal of Machine Learning Research. – 2019. – Vol. 20, No. 177. – P. 1–81.

113. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ СОРТИРОВКИ И ПОИСКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

Задонцева С.И., студентка группы 573901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кириенко Н.А. – кандидат технических наук, доцент

Аннотация. В работе исследуются теоретические и прикладные аспекты использования высокопроизводительных алгоритмов в современной цифровой экономике. Проводится сравнительный анализ критериев эффективности поисковых и сортировочных механизмов в контексте обработки сверхбольших массивов данных. Особое внимание уделено классификации методов и их адаптации для специфических экономических задач, таких как высокочастотная торговля, предиктивный анализ и управление клиентскими базами.

Введение. В условиях глобальной цифровизации экономическая наука перешла от анализа статических выборок к обработке динамических потоков данных (Big Data). Эффективность финансовых институтов, ритейл-сетей и государственных структур сегодня напрямую зависит от скорости обработки транзакционной информации. В этом контексте алгоритмы сортировки и поиска перестают быть чисто техническими инструментами и становятся фактором формирования добавочной стоимости. Оптимизация поиска в базе данных клиентов на 0,1 секунды в масштабах транснациональной корпорации может конвертироваться в миллионы долларов сэкономленных операционных затрат.

Алгоритмы сортировки как этап предобработки. Сортировка является фундаментом, так как большинство эффективных алгоритмов поиска (например, бинарный поиск) работают только на упорядоченных множествах [1]. Рассмотрим эффективные методы сортировки. Оценка вычислительной сложности алгоритмов выражается через нотацию О-большое.

Сортировка слиянием (Merge Sort) разделяет массив на части, сортирует их и сливает воедино. Сложность составляет O(n log n). В экономике применяется для обработки банковских выписок, где важна стабильность (сохранение относительного порядка равных элементов).

Быстрая сортировка (Quicksort) использует опорный элемент для разделения массива. В среднем работает быстрее других, но в худшем случае ($O(n^2)$) может парализовать систему. В современных финансовых системах используются модифицированные гибридные версии этого алгоритма (например, Introsort).

Пирамидальная сортировка (Heap Sort) позволяет эффективно находить k наибольших элементов (например, ТОП-100 самых прибыльных активов) без полной сортировки всего массива.

Алгоритмы поиска и индексация. Поиск в неструктурированных данных обходится дорого. Перечислим некоторые методы, которые используются в экономических системах. Бинарный поиск идеален для поиска по фиксированным реестрам (ИНН, номера счетов). B-деревья и B+ деревья являются основой современных баз данных (SQL). Они позволяют выполнять поиск, вставку и удаление данных за логарифмическое время, что критично для систем биллинга. Хеш-таблицы обеспечивают мгновенный доступ к данным (O(1)). Применяются в криптографических протоколах и системах быстрой идентификации клиентов.

Машинное обучение и анализ больших данных. Как подчеркивается в современных исследованиях [2], алгоритмы поиска являются «двигателем» для моделей машинного обучения (ML). В методе k-ближайших соседей (k-NN) весь процесс обучения и предсказания сводится к задаче поиска наиболее похожих объектов в многомерном пространстве. В экономике это используется для кредитного скоринга: система ищет «соседей» нового заемщика среди тех, кто уже вернул или не вернул кредит. Алгоритмы кластеризации позволяют автоматически группировать потребителей со схожими паттернами поведения, что невозможно выполнить ручными методами сортировки при миллионах записей.

Big Data и инфраструктура. Согласно работам Разумовской В.В. [3], при переходе к объемам данных в петабайты классические алгоритмы сталкиваются с «бутылочным горлышком» оперативной памяти. Это привело к развитию новых подходов. Внешняя сортировка (External Sorting) позволяет сортировать данные частями на дисковых накопителях, если данные не помещаются в оперативную память. Распределенные вычисления (MapReduce) используют разбиение алгоритма на части, которые выполняются параллельно на сотнях серверов (Hadoop/Spark).

Заключение. Алгоритмическая база является «невидимой» частью экономической стратегии любого современного предприятия. Переход от интуитивного управления к управлению на основе данных (Data- Driven Management) невозможен без внедрения высокопроизводительных механизмов сортировки и поиска. Дальнейшее развитие области связано с квантовыми алгоритмами (например, алгоритм Гровера для поиска), которые в будущем могут радикально изменить скорость анализа мировых финансовых рынков.

Список использованных источников:

1. *Зайнуллина, А. И. Применение алгоритмов сортировки и поиска в решении экономических задач / А. И. Зайнуллина, С. М. Куценко // Электронный научный журнал «Бирский филиал Уфимского университета науки и технологий». — 2025. — URL: https://birskin.ru/index.php/2012-02-07-11-31-02/57-iii-/1434-2025-11-17-06-26-43 — (Дата обращения: 28.03.2026).*

2. Киселев, А. С. Применение машинного обучения для анализа больших данных в экономике / А. С. Киселев // Научный журнал «КиберЛенинка». — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-mashinnogo-obucheniya-dlya-analiza-bolshih-dannyh-v-ekonomike — (Дата обращения: 28.03.2026).

3. Разумовская, В. В. Использование больших данных в финансовом анализе / В. В. Разумовская // Агентство перспективных научных исследований (АПНИ). — 2024. — URL: https://apni.ru/article/11092-ispolzovanie-bolshih-dannyh-v-finansovom-analize — (Дата обращения: 28.03.2026).

114. ТЕНДЕНЦИИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ УСЛУГАМИ

Козич З.В., студентка группы 272301
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ничепорук В.В. – старший преподаватель кафедры ЭИ

Аннотация. В тезисах рассматриваются современные тенденции и методы оценки экономической эффективности перевозок в системах управления транспортными услугами. Анализируются ключевые показатели эффективности, включая себестоимость, рентабельность и уровень использования транспортных ресурсов, а также методы их расчета и интерпретации. Особое внимание уделяется роли интегрированных систем управления, обеспечивающих учет документооборота и повышение прозрачности транспортных процессов. Показано, что актуальность оценки экономической эффективности перевозок в современных условиях определяется не только необходимостью снижения затрат, но и возможностью повышения качества управленческих решений на основе анализа данных, оптимизации маршрутов и рационального использования ресурсов.

Современный этап развития транспортной отрасли характеризуется активным внедрением информационных решений и усложнением логистических процессов. В условиях роста конкуренции и увеличения объемов перевозок особое значение приобретает повышение экономической эффективности транспортной деятельности. Рациональное использование ресурсов, снижение затрат и повышение качества обслуживания клиентов становятся ключевыми задачами организаций, предоставляющих транспортные услуги [1]. В связи с этим возрастает роль систем управления, позволяющих анализировать и контролировать экономические показатели перевозок.

Дополнительно следует отметить, что в условиях глобализации транспортные компании сталкиваются с необходимостью адаптации к международным стандартам и требованиям. Это требует унификации процессов, внедрения цифровых платформ взаимодействия и повышения гибкости управления. Возрастает значимость устойчивого развития, включающего экологические аспекты, такие как снижение выбросов и рациональное использование топлива, что также влияет на экономическую эффективность перевозок.

Одной из ключевых тенденций является цифровизация транспортных процессов. Современные системы управления обеспечивают сбор, обработку и хранение больших объемов данных, связанных с перевозками, что позволяет значительно повысить точность планирования и контроля [3]. В рамках таких систем осуществляется учет заявок, маршрутов, затрат и результатов деятельности, что создает основу для комплексного анализа эффективности. Также наблюдается тенденция к интеграции различных функций в рамках единой системы, включая управление перевозками, документооборот и аналитические инструменты. Это способствует повышению прозрачности процессов и снижению вероятности ошибок.

Следует подчеркнуть, что цифровизация охватывает не только внутренние процессы компаний, но и взаимодействие с клиентами. Использование онлайн-платформ, мобильных приложений и систем отслеживания грузов в реальном времени повышает уровень сервиса и доверия со стороны потребителей, что косвенно влияет на экономические показатели деятельности.

Еще одной важной тенденцией является развитие аналитических методов и инструментов прогнозирования. Использование современных технологий анализа данных позволяет выявлять закономерности в транспортной деятельности, оценивать влияние различных факторов на затраты и доходы, а также прогнозировать результаты работы [2]. Полученные в ходе анализа данные служат основой для построения достоверных прогнозных моделей. Это дает возможность принимать более обоснованные управленческие решения и своевременно реагировать на изменения внешней среды. Дополнительно такие подходы способствуют повышению эффективности использования ресурсов и оптимизации транспортных процессов.

Особое значение приобретают методы машинного обучения и искусственного интеллекта, которые позволяют обрабатывать неструктурированные данные, учитывать множество факторов одновременно и формировать более точные прогнозы. Применение таких технологий способствует снижению неопределенности и повышению эффективности стратегического планирования.

Экономическая эффективность перевозок представляет собой соотношение результатов транспортной деятельности и затрат, необходимых для их достижения. Основными показателями эффективности являются себестоимость перевозок, прибыль, рентабельность, уровень загрузки транспортных средств и коэффициент использования пробега [6]. Анализ этих показателей позволяет определить степень рациональности использования ресурсов и выявить направления повышения эффективности. Ключевые показатели экономической эффективности отображены в таблице 1.

Таблица 1 – Ключевые показатели экономической эффективности

Блок оценки	Основные метрики	Практический смысл
Себестоимость перевозок	Затраты на единицу транспортной работы	Снижение повышает эффективность
Прибыль	Разница между доходами и затратами	Рост увеличивает устойчивость
Рентабельность	Отношение прибыли к затратам	Отражает общую эффективность
Коэффициент загрузки транспорта	Степень использования грузоподъемности	Повышение снижает издержки
Коэффициент использования пробега	Доля полезного пробега	Уменьшение холостых пробегов

Среди методов оценки экономической эффективности перевозок важное место занимает анализ затрат. Он предполагает детальное изучение всех видов расходов, связанных с транспортной деятельностью, включая затраты на топливо, техническое обслуживание, амортизацию транспортных средств, оплату труда персонала и административные расходы [4]. Данный метод позволяет выявить наиболее затратные элементы и определить возможности их оптимизации.

Другим важным методом является расчет себестоимости перевозок, который позволяет определить затраты на единицу транспортной работы. Снижение себестоимости является одним из ключевых факторов повышения эффективности, поскольку напрямую влияет на конкурентоспособность транспортных услуг [1]. Важным инструментом также является оценка рентабельности, которая отражает соотношение прибыли и затрат и позволяет определить экономическую целесообразность осуществления перевозок.

Метод сравнительного анализа широко применяется для оценки эффективности, поскольку позволяет сопоставлять фактические показатели с плановыми, нормативными или отраслевыми значениями [5]. Это дает возможность выявлять отклонения и принимать меры по их устранению. Кроме того, значительное влияние на эффективность оказывает оптимизация маршрутов перевозок. Сокращение расстояния, времени доставки и затрат на топливо способствует снижению общих расходов и повышению эффективности использования транспортных средств.

В современных условиях все более широкое распространение получают интегральные методы оценки, которые учитывают совокупность различных показателей, включая затраты, доходы, временные параметры и уровень обслуживания клиентов [3]. Такие методы позволяют получить более полное представление об эффективности транспортной деятельности и учитывать взаимосвязь различных факторов.

Системы управления транспортными услугами играют ключевую роль в реализации указанных методов. Они обеспечивают автоматизацию расчетов, визуализацию данных и поддержку принятия управленческих решений. Благодаря интеграции с модулями документооборота становится возможным учитывать все аспекты транспортной деятельности, включая финансовые и организационные [2]. Это повышает точность и достоверность данных, используемых для анализа.

Перспективы развития методов оценки экономической эффективности перевозок связаны с внедрением технологий больших данных, интеллектуальных аналитических систем и систем поддержки принятия решений. Эти технологии позволяют не только анализировать текущие показатели, но и прогнозировать будущие результаты, выявлять потенциальные проблемы и предлагать оптимальные решения [3]. В дальнейшем ожидается повышение уровня автоматизации аналитических процессов и расширение возможностей систем управления.

Таким образом, оценка экономической эффективности перевозок является важнейшим элементом управления транспортными услугами. Современные тенденции свидетельствуют о переходе к комплексным и интегрированным подходам, основанным на использовании информационных технологий и аналитических методов. Применение различных методов оценки позволяет повысить прозрачность деятельности, оптимизировать затраты и обеспечить устойчивое развитие транспортных организаций в условиях динамично меняющейся экономики.

Список использованных источников:

1. *Малышев, В. А. Экономика транспорта: учебное пособие / В. А. Малышев. – М.: КНОРУС, 2021. – 256 с.*
2. *Ковалев, В. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник /В. В. Ковалев. – М.: Проспект, 2020. – 424 с.*
3. *Сергеев, В. И. Логистика и управление цепями поставок: учебник / под ред. В. И. Сергеева. – М.: Юрайт, 2022. – 480 с.*
4. *Гаджинский, А. М. Логистика: учебник / А. М. Гаджинский. – М.: Дашков и К°, 2021. – 420 с.*
5. *Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник / Г. В. Савицкая. – Минск: Новое знание, 2020. – 688 с.*
6. *Афанасьев, Л. Л. Экономика автомобильного транспорта: учебник / Л. Л. Афанасьев. – М.: Академия, 2019. – 320 с.*

115. ERP-ПОДХОД В ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Лихачёва П.Ю. студентка гр. 578102

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]

г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В работе рассматривается ERP-подход как основа построения целостной модели управления предприятием. Показано, что ERP-система обеспечивает единое информационное пространство, сквозную интеграцию бизнес-процессов и переход от функционально разрозненного к процессно-ориентированному управлению. Определены ключевые принципы ERP-подхода: централизация нормативно-справочных данных, регламентирование процессов, план-фактный контроль, прозрачность показателей и управляемость изменений. Выделены этапы внедрения ERP-модели, а также риски и условия достижения организационного и экономического эффекта.

ERP-подход как концепция управления предприятием

Современное предприятие функционирует в условиях высокой неопределенности, роста требований к скорости принятия решений и необходимости межфункциональной координации. При использовании разрозненных информационных систем управление строится по локальным данным подразделений, что приводит к конфликту целей, задержкам и росту операционных издержек.

ERP-подход (Enterprise Resource Planning) предполагает построение управления на базе единой цифровой платформы, которая объединяет ключевые контуры деятельности: снабжение, производство, склад, продажи, финансы, персонал и сервис. В такой модели данные вводятся в систему один раз и становятся доступными всем участникам процесса в пределах их полномочий. Это формирует целостную картину деятельности предприятия и повышает обоснованность управленческих решений.

Ключевые принципы ERP-модели управления

ERP-подход в построении модели управления предприятием базируется на следующих принципах:

- сквозная процессная интеграция – согласование действий подразделений в рамках единой цепочки создания ценности;
- единая мастер-данная среда – использование унифицированных справочников номенклатуры, контрагентов, маршрутов, центров ответственности и статей затрат;
- планирование ресурсов и ограничений – синхронизация материальных, производственных, финансовых и трудовых ресурсов на горизонтах оперативного, тактического и стратегического управления;
- план-фактный контроль – постоянное сопоставление целевых и фактических показателей по срокам, затратам, качеству и производительности;
- прозрачность и прослеживаемость – формирование управленческой отчетности в реальном времени и возможность аудита каждой операции.

Практическая реализация этих принципов позволяет перейти от реактивного управления к упреждающему: предприятие не только фиксирует отклонения, но и заранее оценивает их влияние на KPI и финансовый результат.

Архитектура и этапы построения ERP-ориентированной модели

Архитектурно ERP-модель включает три уровня:

- данные (единая база нормативно-справочной и транзакционной информации);
- процессы (формализованные регламенты, маршруты согласования, роли и ответственность);
- аналитика и управление (дашборды, бюджетирование, контроль KPI, сценарное планирование).

Построение ERP-модели управления целесообразно выполнять поэтапно:

1. Диагностика текущих процессов и проблем.
2. Проектирование целевой процессной модели (AS-IS/TO-BE).
3. Унификация данных и настройка регламентов.
4. Внедрение модулей ERP по приоритетным контурам.

5. Обучение пользователей и запуск системы KPI-мониторинга.

6. Непрерывная оптимизация процессов на основе накопленной аналитики.

Такой поэтапный подход снижает риски срывов сроков, превышения бюджета и сопротивления изменениям со стороны персонала.

Эффекты, ограничения и выводы

При корректной реализации ERP-подход обеспечивает предприятию следующие эффекты: сокращение операционного цикла, повышение точности планирования, снижение запасов и издержек, рост прозрачности финансовых потоков, ускорение управленческих решений. Вместе с тем внедрение ERP связано с рядом ограничений: высокой стоимостью проекта, зависимостью от качества исходных данных, необходимостью организационной трансформации и риском формального внедрения без изменения управленческой культуры. Следовательно, ERP следует рассматривать не как отдельный ИТ-продукт, а как управленческую методологию цифровой трансформации предприятия. Ключевым фактором успеха выступает согласованность технологий, процессов и компетенций персонала. Именно такой подход позволяет сформировать устойчивую модель управления, способную обеспечивать конкурентоспособность предприятия в долгосрочной перспективе.

Список использованных источников:

1. Davenport, T. H. Putting the Enterprise into the Enterprise System / T. H. Davenport // Harvard Business Review. — 1998. — Vol. 76(4). — P. 121–131.

2. Monk, E. F. Concepts in Enterprise Resource Planning / E. F. Monk, B. J. Wagner. — 4th ed. —Boston: Cengage Learning, 2013. — 254 p.

3. Гаврилов, Л. П. Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учебник / Л. П. Гаврилов. — М.: Юрайт, 2021. — 373 с.

УДК 331.2:519.86:004.85

116. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ НА РЫНКЕ ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Сильванович Ю.В., магистрант гр. 376741, Мосин Н.А., студент гр. 372301

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – канд. эк. наук, доцент кафедры ЭИ

Аннотация. В статье рассматривается применение регрессионного анализа для прогнозирования уровня заработной платы на современном рынке труда Республики Беларусь. В работе детально описан алгоритм подготовки данных, включающий фильтрацию выбросов по методу перцентилей, масштабирование признаков и кодирование категориальных переменных. Особое внимание уделено диагностике остатков и проверке соблюдения допущений Гаусса-Маркова. В ходе факторного анализа идентифицированы ключевые факторы дохода: стаж работы, профессиональный грейд (квалификация), отраслевая принадлежность и локация специалиста. Результаты исследования обладают практической значимостью для HR-аналитики при бюджетировании фонда оплаты труда и для соискателей при оценке их рыночной стоимости.

Ключевые слова. Эконометрический анализ, рынок труда Республики Беларусь, прогнозирование заработной платы, регрессионный анализ, метод наименьших квадратов, лог-линейная модель, HR-аналитика, диагностика остатков, теорема Гаусса-Маркова.

Заработная плата выступает ключевым индикатором баланса спроса и предложения на рынке труда. Организации стараются оценивать стоимость специалистов, с целью привлечь наиболее квалифицированного и опытного сотрудника, но часто оценка стоимости труда, основанная на ручном мониторинге зарплат, теряет свою эффективность. Устаревшие методы оценки не способны учитывать множество одновременно влияющих факторов: региональную специфику, формат работы, уровень владения иностранными языками и узконаправленными навыками [1]. Из-за этого скорость принятия решений организации падает, операционные издержки растут, как и нагрузка на предприятие.

В связи с этим обусловлена необходимость внедрения объективных, математически обоснованных инструментов для прогнозирования заработной платы. Применение алгоритмов регрессионного анализа позволяет выявлять скрытые нелинейные закономерности в больших массивах данных и формировать высокоточные прогнозы [2], что критически важно как для работодателей при бюджетировании фонда оплаты труда, так и для соискателей при оценке собственной рыночной стоимости.

Перед проведением регрессионного анализа необходимо:

1. Провести сбор и первичный аудит данных;
2. Определить основные факторы, входящие в модель;
3. Проверить факторы на мультиколлинеарность;
4. Преобразовать неколичественные признаки;
5. Разделить выборки на обучающую (80% данных) и тестовую (20% данных);
6. Выбрать математическую модель и метрики оценки [3].

В качестве эмпирической базы исследования был использован искусственно сгенерированный набор данных. Данный массив базируется на официальных показателях Белстата и представляет современные тенденции развития рынка труда Республики Беларусь, рисунок 1.

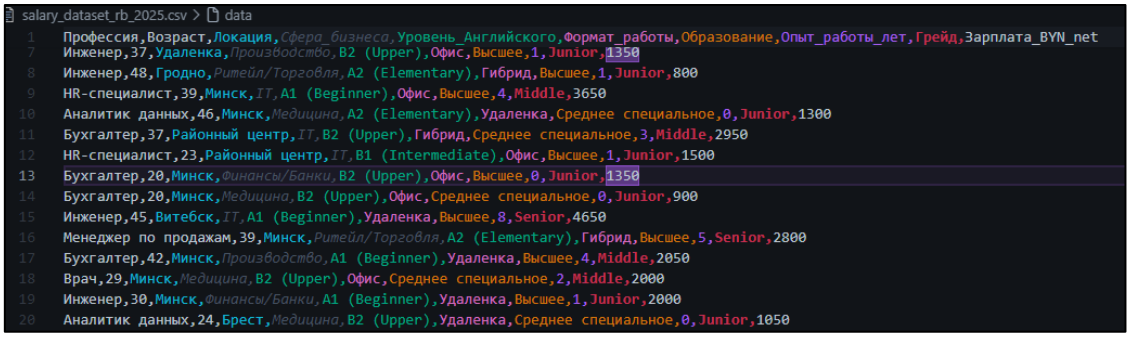


Рисунок 1 – Пример набора данных

Факторы, вошедшие в набор данных, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы, вошедшие в набор данных.

Группа	Характеристика	Содержащиеся информация
Социально-демографическая информация	Возраст	От 18 до 65 лет
	Локация	Регион проживания / работы
Квалификация	Образование	Уровень диплома
	Уровень владения иностранным языком	Владение языком по шкале CEFR
Карьера	Профессия	Занимаемая должность
	Опыт работы (лет)	Стаж по специальности
	Грейд	Квалификационный уровень
Организация труда	Сфера бизнеса	Отрасль работодателя
	Формат работы	Удаленно / в офисе
	Заработная плата	Ежемесячный доход на руки

После обзора набора данных, необходимо подготовить информацию перед построением модели. Для этого необходимо провести анализ на пропущенные значения, фильтрацию выбросов, преобразование категориальных данных, стандартизацию числовых признаков.

Для фильтрации выбросов необходимо использовать отсечение данных. В рассматриваемом случае используется метод перцентиля:

$$P_k = y_i, \tag{1}$$

где y_i – значение заработной платы из набора данных Y.

Индекс для перцентиля находится по формуле:

$$i = [\frac{k}{100} \times N], \tag{2}$$

где

i – индекс перцентиля,

k – значение, ниже которого, находится % наблюдений выборки,

N – размер набора данных.

После чего происходит фильтрация по правилу:

$$Y_{filtered} = \{y \in Y \mid y \leq P_k\}, \tag{3}$$

Для нашего набора данных $k = 99$. Для стандартизации значений необходимо применить z-score:

$$z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}, \tag{4}$$

где

μ – выборочное среднее столбца i,

σ – среднеквадратическое отклонение столбца i.

При построении модели необходимо исключать переменные с высокой мультиколлинеарностью, поскольку в последующем будет трудно интерпретировать вклад каждого фактора, также коэффициенты будут статистически незначимы для модели.

Для определения мультиколлинеарности используется показатель, называемый коэффициентом или фактором «вздутия» дисперсии (Variance inflation factor, VIF):

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2}, \tag{5}$$

где R^2– квадрат множественного коэффициента корреляции [3]. Результат расчета VIF представлен на рисунке 2.

Признак	VIF
Грейд_Lead	7.908
Опыт_работы_лет	6.773
Образование_Среднее специальное	4.628
Образование_Высшее	4.626
Локация_Минск	3.525
Грейд_Senior	2.887
Локация_Районный центр	2.053
Локация_Удаленка	1.973
Локация_Витебск	1.855
Локация_Могилев	1.851
Локация_Гомель	1.816
Локация_Гродно	1.796
Профессия_Менеджер по продажам	1.787
Профессия_Инженер	1.772
Профессия_Программист	1.763
Профессия_Врач	1.756
Профессия_Бухгалтер	1.737
Грейд_Middle	1.734
Профессия_Аналитик данных	1.732
Сфера_бизнеса_Финансы/Банки	1.619
Сфера_бизнеса_Ритейл/Торговля	1.603
Сфера_бизнеса_Медицина	1.601
Сфера_бизнеса_Производство	1.590
Уровень_Английского_A2 (Elementary)	1.463
Возраст	1.462
Уровень_Английского_B1 (Intermediate)	1.392
Формат_работы_Удаленка	1.342
Формат_работы_Офис	1.342
Уровень_Английского_B2 (Upper)	1.307
Уровень_Английского_C1 (Advanced)	1.136

Рисунок 2 – Результат расчёта VIF

Исходя из полученных результатов следует, что переменные Грейд_Lead, Опыт_работы_Лет необходимо удалить. В таблице 2 представлены интервалы для сравнения.

Таблица 2 – Интервалы сравнения

Интервал	Степень мультиколлинеарности	Примечание
$VIF = 1$	Полностью отсутствует	Переменная остается в модели
$1 < VIF < 5$	Слабая	Переменная остается в модели
$VIF > 5$	Сильная	Переменную необходимо исключить из модели

Для проведения регрессионного анализа будут использоваться допущения Гаусса-Маркова: линейность в параметрах, случайная выборка, нулевое условие математического ожидания, отсутствие мультиколлинеарности, гомоскедастичность, нормальность остатков. На рисунке 3 представлен результат диагностики линейной регрессии на допущения Гаусса-Маркова.

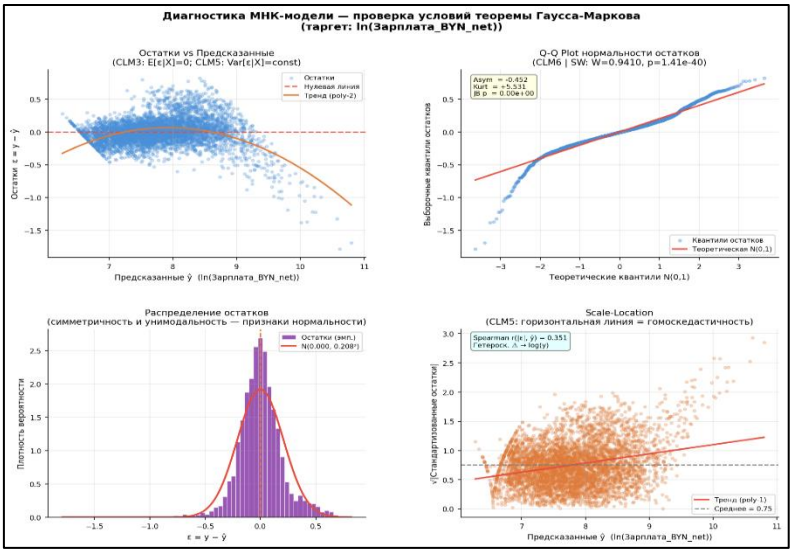


Рисунок 3 – Результат диагностики линейной регрессии на допущения Гаусса-Маркова

Проведенная эконометрическая диагностика выявила наличие гетероскедастичности остатков ($r = 0.351 > 0.3$). С экономической точки зрения данный эффект закономерен для рынка труда: дисперсия доходов возрастает по мере увеличения уровня квалификации и стажа (базовые оклады начинающих специалистов строго регламентированы, в то время как компенсационные пакеты высококвалифицированных кадров имеют широкий разброс из-за бонусов и индивидуальных договоренностей).

Наличие гетероскедастичности приводит к неэффективности оценок метода наименьших квадратов (МНК) и снижает надежность статистических выводов. Для нивелирования данного эффекта, а также для приведения распределения целевой переменной к нормальному виду, был осуществлен переход к лог-линейной спецификации модели [3]. В контексте экономики труда данный шаг теоретически обоснован и соответствует классическому уравнению заработков Минцера [4].

Переход к логарифмической шкале позволяет интерпретировать полученные коэффициенты как показатели полуэластичности – они отражают относительное (процентное) изменение заработной платы при изменении факторов на одну единицу. Результаты регрессионного анализа скорректированной лог-линейной модели представлены на рисунке 4.

OLS Regression Results (n=4,950)

Dep. Variable:	ln(Зарплата_BYN_net)	R-squared:	0.9101
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.9096
Method:	Least Squares	F-statistic:	1718.16
No. Observations:	4950	Prob (F-statistic):	0.00e+00
Df Residuals:	4920	AIC:	-1405.2
Df Model:	29	BIC:	-1210.0

Признак	coef	std err	t	P>|t|	[0.025	0.975]	
const	7.7662	0.0201	385.566	<0.001	7.7267	7.8057	***
Возраст	0.0258	0.0036	7.249	<0.001	0.0188	0.0328	***
Опыт_работы_лет	0.5122	0.0036	142.300	<0.001	0.5051	0.5193	***
Профессия_Аналитик данных	0.4612	0.0113	40.678	<0.001	0.4390	0.4834	***
Профессия_Бухгалтер	0.0368	0.0113	3.262	0.0011	0.0147	0.0590	**
Профессия_Врач	0.2271	0.0112	20.238	<0.001	0.2051	0.2491	***
Профессия_Инженер	0.1228	0.0111	11.019	<0.001	0.1009	0.1446	***
Профессия_Менеджер по продажам	0.0023	0.0111	0.205	0.8374	-0.0195	0.0240	
Профессия_Программист	0.3958	0.0112	35.372	<0.001	0.3739	0.4177	***
Локация_Витебск	-0.0156	0.0146	-1.069	0.2851	-0.0442	0.0130	
Локация_Гомель	0.0001	0.0148	0.007	0.9941	-0.0288	0.0291	
Локация_Гродно	-0.0033	0.0149	-0.221	0.8248	-0.0325	0.0259	
Локация_Минск	0.1577	0.0114	13.828	<0.001	0.1354	0.1801	***
Локация_Могилев	-0.0265	0.0146	-1.815	0.0697	-0.0552	0.0021	
Локация_Районный центр	-0.2240	0.0138	-16.215	<0.001	-0.2511	-0.1969	***
Локация_Удаленка	0.1834	0.0141	13.009	<0.001	0.1558	0.2111	***
Сфера_бизнеса_Медицина	-0.8036	0.0094	-85.424	<0.001	-0.8220	-0.7851	***
Сфера_бизнеса_Производство	-0.5550	0.0095	-58.724	<0.001	-0.5735	-0.5364	***
Сфера_бизнеса_Ритейл/Торговля	-0.7271	0.0094	-77.334	<0.001	-0.7455	-0.7086	***
Сфера_бизнеса_Финансы/Банки	-0.2616	0.0093	-28.072	<0.001	-0.2799	-0.2433	***
Уровень_Английского_A2 (Elementary)	0.0009	0.0078	0.112	0.9111	-0.0144	0.0161	
Уровень_Английского_B1 (Intermediate)	0.0400	0.0086	4.663	<0.001	0.0232	0.0568	***
Уровень_Английского_B2 (Upper)	0.0606	0.0096	6.328	<0.001	0.0418	0.0793	***
Уровень_Английского_C1 (Advanced)	0.1038	0.0140	7.433	<0.001	0.0764	0.1312	***
Формат_работы_Офис	0.0086	0.0072	1.204	0.2287	-0.0054	0.0227	
Формат_работы_Удаленка	0.0036	0.0074	0.481	0.6306	-0.0110	0.0181	
Образование_Высшее	0.1078	0.0138	7.825	<0.001	0.0808	0.1348	***
Образование_Среднее специальное	0.0376	0.0145	2.590	0.0096	0.0091	0.0661	**
Грейд_Middle	0.2563	0.0071	36.344	<0.001	0.2425	0.2701	***
Грейд_Senior	0.4057	0.0081	50.193	<0.001	0.3899	0.4216	***

Рисунок 4 – Результат диагностики лог-линейной регрессии

При проверке статистической значимости, часть факторов необходимо было удалить, рисунок 5.

```
================================================================
Итерация 1  |  признаков: 29  |  R²=0.9101  |  Adj.R²=0.9096
================================================================
    Признак                                  p-value  Статус
----------------------------------------------------------------
>>> Локация_Гомель                          0.9941  УДАЛИТЬ  (p=0.9941)
>>> Уровень_Английского_A2 (Elementary)     0.9111  УДАЛИТЬ  (p=0.9111)
>>> Профессия_Менеджер по продажам          0.8374  УДАЛИТЬ  (p=0.8374)
>>> Локация_Гродно                          0.8248  УДАЛИТЬ  (p=0.8248)
>>> Формат_работы_Удаленка                  0.6386  УДАЛИТЬ  (p=0.6386)
>>> Локация_Витебск                         0.2851  УДАЛИТЬ  (p=0.2851)
>>> Формат_работы_Офис                      0.2287  УДАЛИТЬ  (p=0.2287)
>>> Локация_Могилев                         0.0697  УДАЛИТЬ  (p=0.0697)
    Образование_Среднее специальное         0.0096  ОК  **
    Профессия_Бухгалтер                     0.0011  ОК  **
    Уровень_Английского_B1 (Intermediate)   0.0000  ОК  ***
    Уровень_Английского_B2 (Upper)          0.0000  ОК  ***
    Возраст                                 0.0000  ОК  ***
    Уровень_Английского_C1 (Advanced)       0.0000  ОК  ***
    Образование_Высшее                      0.0000  ОК  ***
    Профессия_Инженер                       0.0000  ОК  ***
    Локация_Удаленка                        0.0000  ОК  ***
    Локация_Минск                           0.0000  ОК  ***
    Локация_Районный центр                  0.0000  ОК  ***
    Профессия_Врач                          0.0000  ОК  ***
    Сфера_бизнеса_Финансы/Банки             0.0000  ОК  ***
    Профессия_Программист                   0.0000  ОК  ***
    Грейд_Middle                            0.0000  ОК  ***
    Опыт_работы_лет                         0.0000  ОК  ***
    Профессия_Аналитик_данных               0.0000  ОК  ***
    Сфера_бизнеса_Медицина                  0.0000  ОК  ***
    Сфера_бизнеса_Производство              0.0000  ОК  ***
    Сфера_бизнеса_Ритейл/Торговля           0.0000  ОК  ***
    Грейд_Senior                            0.0000  ОК  ***
```

Рисунок 5 – Проверка на статистическую значимость

После удаления незначимых факторов итоговая модель приняла вид:

$$\ln(\hat{y}) = 7.76 + 0.025x_1 + 0.51x_2 + 0.45x_3 + 0.035x_4 + 0.22x_5 + 0.12x_6 + 0.39x_7 + 0.16x_8 - 0.21x_9 + 0.19x_{10} - 0.8x_{11} - 0.55x_{12} - 0.72x_{13} - 0.26x_{14} + 0.039x_{15} + 0.06x_{16} + 0.103x_{17} + 0.107x_{18} + 0.037x_{19} + 0.25x_{20} + 0.40x_{21}. \quad (6)$$

На рисунке 6 представлена расшифровка признаков.

№	Признак
1	Сфера_бизнеса_Медицина
2	Сфера_бизнеса_Ритейл/Торговля
3	Сфера_бизнеса_Производство
4	Опыт_работы_лет
5	Профессия_Аналитик данных
6	Грейд_Senior
7	Профессия_Программист
8	Сфера_бизнеса_Финансы/Банки
9	Грейд_Middle
10	Профессия_Врач
11	Локация_Районный центр
12	Локация_Удаленка
13	Локация_Минск
14	Профессия_Инженер
15	Образование_Высшее
16	Уровень_Английского_C1 (Advanced)
17	Уровень_Английского_B2 (Upper)
18	Уровень_Английского_B1 (Intermediate)
19	Образование_Среднее специальное
20	Профессия_Бухгалтер
21	Возраст

Рисунок 6 – Расшифровка признаков

На рисунке 7 представлена характеристика построенной модели.

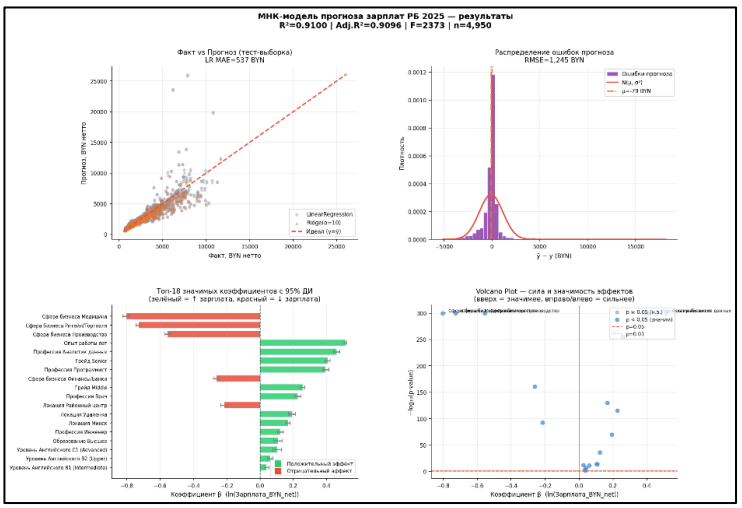


Рисунок 7 – Характеристика построенной модели

Построенная модель характеризуется высокой объясняющей способностью, что подтверждается значением коэффициента детерминации $R^2 = 0.91$. Данный показатель свидетельствует о том, что выбранная совокупность независимых переменных на 91% объясняет вариацию целевого показателя в исследуемой выборке объемом 4950 наблюдений. В среднем модель ошибается всего на 537 BYN. Учитывая широкий диапазон зарплат в выборке, такая точность является очень хорошей для практического применения.

Для проверки точности модели сделаем прогноз для 10 кандидатов с уже известной заработной платой и сравним полученный результат с фактом, рисунок 8.

#	Описание	Факт	Прогноз	Δ BYN	Δ %	Оценка
1	Junior программист, Минск, B1, 1 год опыта	3,000	3,200	+200	+6.7%	✓ ПОПАЛ
2	Middle Python-разработчик, Минск, B2, 4 года	5,500	5,850	+350	+6.4%	✓ ПОПАЛ
3	Senior Data Analyst, Минск, удалёнка, C1	9,500	11,650	+2,150	+22.6%	▲ завышен
4	Senior бухгалтер, банк Минск, 10 лет стажа	3,200	6,600	+3,400	+106.2%	▲ завышен
5	Middle HR в банке, Минск, B1, 5 лет	3,100	3,300	+200	+6.5%	✓ ПОПАЛ
5	Middle HR в банке, Минск, B1, 5 лет	3,100	3,300	+200	+6.5%	✓ ПОПАЛ
6	Senior врач-хирург, Минск, 14 лет практики	3,800	7,200	+3,400	+89.5%	▲ завышен
7	Middle врач, районная больница, 6 лет	1,700	1,800	+100	+5.9%	✓ ПОПАЛ
8	Senior инженер, региональный завод, 10 лет	3,500	3,700	+200	+5.7%	✓ ПОПАЛ
9	Junior HR, районный ритейл, 2 года, без English	800	750	-50	-6.2%	✓ ПОПАЛ
10	Middle Data Analyst, IT, удалёнка из региона, B2	4,500	4,250	-250	-5.6%	✓ ПОПАЛ

Рисунок 8 – Прогнозирование данных

Апробация модели на контрольной выборке соискателей продемонстрировала прогностическую точность на уровне 70%. Внедрение данного инструментария позволяет существенно снизить информационную асимметрию между работодателем и кандидатом, что повышает оперативность принятия управленческих решений и минимизирует трансакционные издержки процесса найма.

Проведенный факторный анализ эмпирически подтверждает положения теории человеческого капитала [5]: ключевыми детерминантами заработной платы выступают накопленный профессиональный опыт (стаж) и уровень квалификации (грейд), отражающие рост предельной производительности труда работника. Сильная дифференциация доходов в зависимости от отраслевой принадлежности, с ярко выраженным максимумом в высокотехнологичных секторах (IT и аналитика данных), свидетельствует о структурных сдвигах в национальной экономике и высокой добавленной стоимости, генерируемой в данных сегментах.

Кроме того, модель зафиксировала статистически значимую «зарплатную премию» (wage premium) за владение иностранными языками на уровне B2–C1, что указывает на востребованность специфических компетенций в условиях открытой экономики. Выявленное преимущество столичной локации легко объясняется агломерационными эффектами и более высокой концентрацией капитала в Минске.

Значение средней абсолютной ошибки прогноза (MAE) на тестовой выборке составило 537 BYN. Данный уровень погрешности является допустимым для рынка труда и подтверждает практическую применимость алгоритма в реальном секторе экономики. Полученные результаты могут служить надежным ориентиром для HR-департаментов при оптимизации бюджетирования фонда оплаты труда (ФОТ) и предотвращении необоснованных переплат, а также использоваться соискателями для адекватной оценки собственной рыночной стоимости

Список использованных источников:

1. Murphy, K. The Structure of Wages / K. Murphy, F. Welch // The Quarterly Journal of Economics. — 1992. — Vol. 107, № 1. — P. 285–326.

2. Mullainathan, S. Machine Learning: An Applied Econometric Approach / S. Mullainathan, J. Spiess // Journal of Economic Perspectives. — 2017. — Vol. 31, № 2. — P. 87–106.

3. Wooldridge, J. Introductory Econometrics: A Modern Approach / J. Wooldridge // South-Western Cengage Learning. — 2012. — 865 p.

4. Mincer, J. Schooling, Experience, and Earnings / J. Mincer // National Bureau of Economic Research. — 1974. — 152 p.

5. Card, D. The Causal Effect of Education on Earnings / D. Card // Handbook of Labor Economics. — 1999. — Vol. 3. — P. 1801–1863.

UDC 331.2:519.86:004.85

ECONOMETRIC MODELING OF WAGES IN THE LABOR MARKET OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Silvanovich Y.V., master's student gr. 376741, Mosin N.A., student gr. 372301

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Efremov A.A. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. The article examines the use of regression analysis to forecast wage levels in the labor market of the Republic of Belarus. The paper provides a detailed description of a data preparation algorithm, including percentile-based outlier filtering, feature scaling, and encoding of categorical variables. Particular attention is paid to residual diagnostics and verification of the Gauss–Markov assumptions. The factor analysis identified key determinants of income, including work experience, professional grade (qualification), industry affiliation, and location. The results of the study have practical significance for HR analytics in wage budgeting and for job seekers in assessing their market value.

Keywords. Econometric analysis, labor market of the Republic of Belarus, wage forecasting, regression analysis, least squares method, log-linear model, HR analytics, residual diagnostics, Gauss–Markov theorem.

117. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ АНАЛИЗА ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ, ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ

Туник Ю.С., студент группы 272301
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь
Полоско Е.И. – старший преподаватель кафедры ЭИ

Аннотация. Рассмотрены функциональные возможности цифровых решений, их влияние на финансовую дисциплину пользователей и формирование устойчивых моделей управления личными ресурсами. Показано, что использование подобных сервисов способствует снижению неэффективных расходов, росту сбережений и повышению качества финансовых решений. Делается вывод о высокой перспективности интеграции аналитических и образовательных функций в современных финтех-продуктах.

Экономическая целесообразность внедрения веб-сервиса для анализа личных финансов обусловлена современными тенденциями цифровизации экономики и активным развитием финансовых технологий. В условиях усложнения финансовых продуктов и роста количества повседневных транзакций пользователи сталкиваются с необходимостью более осознанного управления личными ресурсами. При этом уровень финансовой грамотности населения во многих странах остается недостаточным, что приводит к неэффективному распределению доходов, отсутствию сбережений и росту потребительской задолженности. В этой связи особую актуальность приобретает разработка и внедрение цифровых инструментов, способных не только автоматизировать учет финансовых операций, но и формировать у пользователей навыки рационального экономического поведения [1].

Веб-сервис анализа личных финансов представляет собой интегрированную платформу, обеспечивающую сбор, обработку и интерпретацию данных о доходах и расходах пользователя. Функциональные возможности таких систем включают автоматическую категоризацию транзакций, визуализацию структуры расходов, формирование персонализированных рекомендаций и прогнозирование финансовых показателей. Использование подобных инструментов позволяет существенно снизить транзакционные издержки, связанные с ручным учетом финансов, а также повысить точность и обоснованность принимаемых решений. За счет постоянного мониторинга финансового состояния пользователь получает возможность своевременно выявлять неэффективные статьи расходов и корректировать свое поведение.

С экономической точки зрения внедрение веб-сервиса является выгодным как для конечных пользователей, так и для разработчиков. Пользователи получают инструмент повышения финансовой устойчивости, что выражается в росте уровня сбережений, снижении необоснованных расходов и улучшении качества долгосрочного планирования. Для разработчиков такие решения обладают высокой масштабируемостью и относительно низкими предельными издержками распространения, что делает возможной реализацию различных моделей монетизации, включая подписку, freemium-подход и предоставление расширенной аналитики. Кроме того, широкое распространение подобных сервисов оказывает положительное влияние на экономику в целом, способствуя развитию финансовой инклюзии и формированию более устойчивых моделей потребительского поведения.

Особое значение веб-сервисы анализа личных финансов имеют в контексте повышения финансовой грамотности. В отличие от традиционных образовательных инструментов, они обеспечивают непрерывное и практико-ориентированное обучение, основанное на реальных данных пользователя. Интерактивный характер взаимодействия, а также наглядная визуализация информации способствуют лучшему усвоению принципов бюджетирования, планирования и оценки финансовых рисков. В результате формируется устойчивая связь между получаемыми знаниями и повседневной практикой, что значительно повышает эффективность обучения [2].

Дополнительным эффектом внедрения подобных решений является оптимизация потребительского поведения. Аналитические механизмы позволяют выявлять закономерности расходов, определять избыточные траты и снижать уровень импульсивных покупок. Персонализированные рекомендации, основанные на анализе данных, стимулируют пользователей к формированию долгосрочных финансовых целей и более рациональному распределению ресурсов. Это, в свою очередь, приводит к повышению уровня накоплений и снижению финансовых рисков.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение веб-сервисов анализа личных финансов сопряжено с рядом ограничений. Ключевыми из них являются вопросы безопасности и конфиденциальности данных, а также необходимость учета поведенческих факторов пользователей, которые могут снижать эффективность использования сервиса. Тем не менее, при условии применения современных технологий

защиты информации и адаптации интерфейсов под потребности пользователей данные риски могут быть минимизированы [3].

Таким образом, внедрение веб-сервиса для анализа личных финансов является экономически обоснованным и перспективным направлением развития цифровых финансовых решений. Сочетание аналитических, образовательных и поведенческих компонентов обеспечивает комплексное влияние на финансовую грамотность населения и способствует формированию устойчивых моделей экономического поведения. Перспективы дальнейшего развития связаны с интеграцией технологий искусственного интеллекта, расширением возможностей персонализации и углублением аналитического функционала, что позволит повысить эффективность и востребованность подобных систем.

В дополнение к вышеизложенному следует отметить, что важным аспектом разработки веб-сервисов анализа личных финансов является обеспечение их высокой степени адаптивности к индивидуальным особенностям пользователей. Современные цифровые решения должны учитывать различия в уровне доходов, финансовых целях, поведенческих паттернах и степени вовлеченности пользователей. Это требует применения методов интеллектуального анализа данных и алгоритмов машинного обучения, способных формировать динамические модели поведения и адаптировать рекомендации в режиме реального времени. Подобный подход позволяет значительно повысить релевантность предоставляемой информации и, как следствие, эффективность использования сервиса [4].

Кроме того, существенную роль играет интеграция веб-сервисов с внешними финансовыми системами, включая банковские учреждения, платежные сервисы и инвестиционные платформы. Такая интеграция обеспечивает автоматическое обновление данных и повышает точность аналитики, устраняя необходимость ручного ввода информации. В результате формируется единое цифровое пространство управления личными финансами, в котором пользователь получает комплексное представление о своем финансовом состоянии. Это способствует принятию более взвешенных решений и снижает вероятность финансовых ошибок.

Не менее значимым является аспект пользовательского опыта (UX/UI), который напрямую влияет на степень вовлеченности и регулярность использования сервиса. Интуитивно понятный интерфейс, удобная навигация и качественная визуализация данных способствуют формированию устойчивой привычки взаимодействия с системой. При этом визуальные инструменты, такие как диаграммы, графики и дашборды, играют ключевую роль в интерпретации сложной финансовой информации, делая ее доступной для широкого круга пользователей без специальной подготовки.

С точки зрения долгосрочной перспективы, развитие веб-сервисов анализа личных финансов связано с внедрением концепции проактивных финансовых ассистентов. Такие системы способны не только анализировать текущие данные, но и предсказывать возможные финансовые риски, предлагать сценарии оптимизации бюджета и автоматически уведомлять пользователя о потенциальных отклонениях от заданных финансовых целей. Это переводит управление личными финансами на качественно новый уровень, характеризующийся высокой степенью автоматизации и интеллектуализации процессов.

Также следует учитывать социальный эффект внедрения подобных решений. Повышение финансовой грамотности на уровне отдельных пользователей постепенно трансформируется в макроэкономические изменения, включая рост уровня сбережений населения, снижение долговой нагрузки и повышение устойчивости финансовой системы в целом. Таким образом, разработка и распространение веб-сервисов анализа личных финансов имеет не только коммерческое, но и общественно значимое значение.

В заключение можно отметить, что дальнейшее развитие рассматриваемых технологий будет во многом определяться уровнем доверия пользователей к цифровым платформам. Обеспечение прозрачности алгоритмов, надежной защиты данных и соблюдение нормативных требований в области обработки персональной информации становятся ключевыми факторами успешного внедрения и масштабирования таких решений. В совокупности это формирует основу для устойчивого развития цифровых финансовых экосистем и расширения их функциональных возможностей.

Список использованных источников:

1. Lusardi A., Mitchell O. S. The Economic Importance of Financial Literacy: Theory and Evidence // Journal of Economic Literature. – 2023. – P. 5–44.

2. OECD. Financial Literacy and Consumer Protection: Overlooked Aspects of the Crisis. – Paris: OECD Publishing, 2024.

3. Gomber P., Koch J.-A., Siering M. Digital Finance and FinTech: Current Research and Future Research Directions // Journal of Business Economics. – 2022. – P. 537–580.

4. Xiao J. J., O'Neill B. Consumer Financial Education and Financial Capability // International Journal of Consumer Studies. – 2025. – P. 712–721.

118. ВЕБ-ПОРТАЛ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ, ВЫСТАВЛЕНИЯ СЧЕТОВ И КЛИЕНТСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

Шамраенко Д.А., студентка группы 272303

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Хацкевич Г.А. – д-р. экономических наук, к. т. н., профессор кафедры ЭИ

Аннотация. Рассмотрены вопросы разработки веб-портала для автоматизации обработки заказов, выставления счетов и клиентской поддержки. Практическая значимость разработки заключается в повышении эффективности взаимодействия предприятия с клиентами, сокращении времени обработки заявок и снижении количества ошибок при оформлении расчетных документов. Разрабатываемый веб-портал может использоваться в деятельности торговых и сервисных организаций как самостоятельное программное средство или как компонент единой информационной системы предприятия.

Введение. В эпоху цифровой трансформации компании все активнее стремятся консолидировать свои ключевые процессы в едином информационном пространстве. Это обусловлено желанием повысить эффективность работы, оптимизировать управление процессами и улучшить качество обслуживания клиентов.

По данным OECD, Кризис COVID-19 повысил важность цифровизации малых и средних предприятий и послужил катализатором. Компании перевели свою деятельность в онлайн-режим и внедрили решения для «умной» работы, чтобы оставаться на плаву во время локдаунов и преодолевать сбои в цепочках поставок, при этом онлайн-платформы сыграли важную роль в установлении связей между пользователями и новыми рынками, поставщиками или ресурсами. Первые данные опросов предприятий по всему миру указывают на то, что до 70% малых и средних предприятий активизировали использование цифровых технологий из-за COVID-19 [1].

В этом контексте особую значимость приобретает создание веб-портала, который объединяет обработку заказов, выставление счетов и клиентскую поддержку в единой системе.

Объектом исследования выступает процесс организации обработки заказов, выставления счетов и клиентской поддержки на предприятии.

Предметом исследования являются модели, методы и программные средства автоматизации процессов обработки заказов, выставления счетов и клиентской поддержки на основе веб-технологий.

Применение такого подхода минимизирует количество ручных операций, снижает риск ошибок и делает взаимодействие компании с клиентами более согласованным и прозрачным. Для воплощения подобных решений в жизнь можно использовать современные инструменты разработки корпоративных веб-приложений, среди которых выделяется платформа Spring, предназначенная для создания Java-приложений, ориентированных на бизнес-задачи.

Основная часть. С целью повышения эффективности обработки заказов, выставления счетов и организации клиентской поддержки предложено программное решение в виде веб-портала, объединяющего основные процессы взаимодействия предприятия с клиентами в рамках единой информационной среды.

Разрабатываемая система должна обеспечивать централизованное хранение данных о заказах, пользователях, документах и обращениях, а также предоставлять участникам процесса доступ только к тем функциям, которые соответствуют их роли в системе.

В ходе анализа предметной области были выделены основные категории пользователей веб-портала: гость, клиент, сотрудник и администратор.

Для каждой из этих ролей определён собственный набор вариантов использования.

Гость может работать с каталогом, искать и сортировать данные, а также пройти аутентификацию для получения расширенного доступа к функциям системы.

Клиент взаимодействует с порталом на уровне оформления и сопровождения заказа:

- оформить заказ;
- согласовать или отменить заказ;
- вести чат по заказу;
- управлять профилем;

– скачивать договор или чек.

Сотрудник отвечает за операционную обработку заказов:

– формирует заказ;
– рассчитывает стоимость и срок исполнения;
– фиксирует этапы доставки;
– отслеживает проблемные ситуации при выполнении заказа;
– участвует в переписке с клиентом.

Администратор выполняет функции системного управления:

– назначает и переназначает сотрудников на заказ;
– управляет пользователями;
– блокирует и разблокирует учётные записи;
– работает со справочниками;
– контентом и регистрационными ключами;
– формирует аналитический отчёт по результатам работы системы.

Такое построение системы обеспечивает целостную автоматизацию основных бизнес-процессов предприятия и позволяет объединить в рамках одного программного решения работу с заказами, расчётными документами, пользовательскими данными и клиентскими обращениями.

Разработанные функциональные возможности веб-портала получили практическое отражение в пользовательском интерфейсе, представленном на рисунке 1.

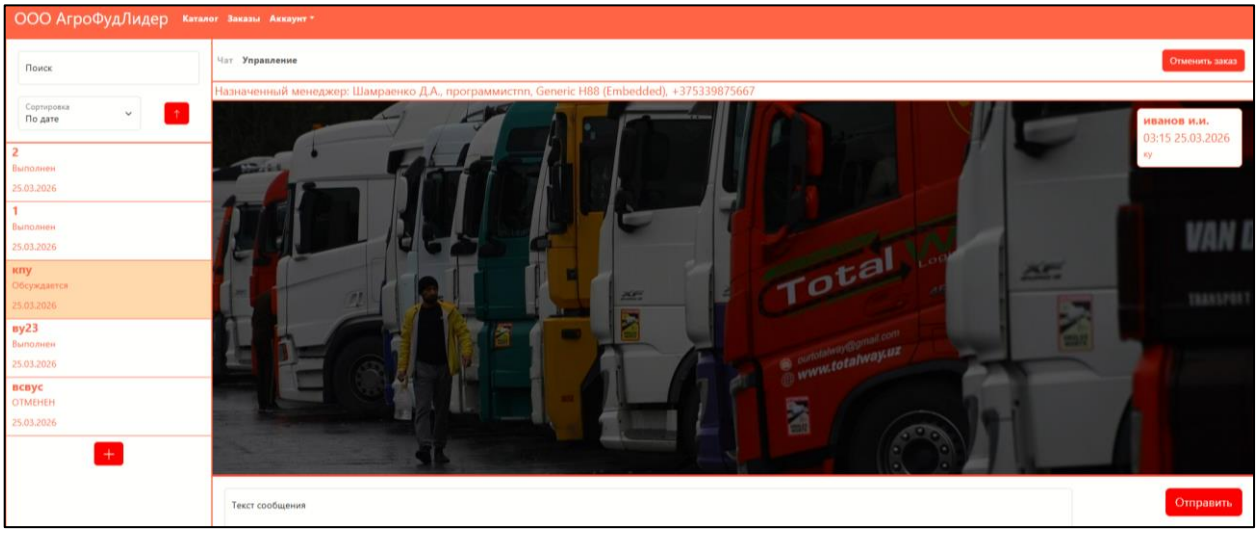


Рисунок 1 – Пользовательский интерфейс клиента

В качестве технологической основы разработки выбрана клиент-серверная архитектура, обеспечивающая разделение интерфейсной, серверной и информационной частей системы.

Клиентская часть веб-портала реализуется с использованием React, серверная – на основе Java и Spring Boot [2].

Для хранения данных применяется реляционная база данных PostgreSQL – это бесплатная объектно-реляционная СУБД (ORDBMS) с открытым исходным кодом. С ее помощью можно гибко управлять базами данных: создавать, изменять или удалять в них записи, а также отправлять транзакции – наборы последовательных операций на языке SQL [3].

Для организации безопасного доступа к ресурсам системы используются Spring Security и JWT-аутентификация, а обмен данными между клиентской и серверной частями осуществляется через REST API.

Выбранный стек технологий позволяет обеспечить масштабируемость, модульность и удобство сопровождения программного средства.

Заключение. Таким образом, разработка веб-портала для автоматизации обработки заказов, выставления счетов и клиентской поддержки является актуальным направлением совершенствования деятельности предприятия. Предложенное решение обеспечивает централизованное хранение данных, упорядочивает взаимодействие между клиентами и сотрудниками, а также способствует сокращению времени обработки заявок и снижению количества ошибок при оформлении документов.

Использование современной клиент-серверной архитектуры создает основу для дальнейшего развития и практического применения веб-портала в деятельности торговых и сервисных организаций.

Список использованных источников:

1.OECD. The Digital Transformation of SMEs *[Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.oecd.org/en/publications/the-digital-transformation-of-smes_bdb9256a-en.html. – Дата доступа: 29.03.2026.*

2. Spring Framework. Overview [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/4.1.x/spring-framework-reference/html/overview.html – Дата доступа: 30.03.2026.

3.PostgreSQL: что это за СУБД и чем она хороша [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cloud.ru/blog/postgresql-chto-eto-za-subd – Дата доступа: 30.03.2026.

УДК 519.86:658.7

119. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ERP-СИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ SAP)

Рымашевская А.В., студент гр.372303, Рымашевская А.В., студент гр.372303

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Солодилова М.К. – ассистент каф. ЭИ,
Ладкина М.И. – ассистент каф. ЭИ

Аннотация. Данная работа посвящена математическому моделированию оптимизации управления запасами предприятия с использованием ERP-систем на примере SAP S/4HANA. Рассматривается гибридная стохастическая модель, учитывающая неопределенность спроса и времени поставки, с динамической точкой заказа и страховым запасом. Предложенная модель позволяет повысить точность планирования, снизить избыточные запасы и минимизировать совокупные затраты предприятия.

Ключевые слова. Управление запасами, математическое моделирование, ERP-системы, SAP S/4HANA, стохастические модели, оптимизация, экономичный размер заказа (EOQ), точка заказа, страховой запас, уровень обслуживания, логистика, планирование ресурсов предприятия.

Широкое внедрение ERP-систем стало основой для каждого предприятия, такие системы направлены на максимальное удовлетворение потребностей предприятия в инструментах управления бизнесом. ERP-система (Enterprise Resource Planning) в своей расшифровке означает «планирование ресурсов предприятия» и представляет собой информационную систему с общей базой данных, которая предназначена для автоматизации и координации ключевых бизнес-процессов предприятия в реальном времени. Принцип работы ERP-системы основан на размещении всех операционных данных в едином хранилище. Это обеспечивает однократный ввод информации и её многократное использование всеми подразделениями. Поэтому благодаря синхронизации между всеми компонентами, любое изменение в одном модуле автоматически отразиться в других связных модулях, что сильно упростит планирование, закладку бюджета, своевременное обновлений показателей и подготовке отчётности [1].

На международном рынке наиболее распространены такие решения, как SAP S/4HANA, Oracle ERP и Microsoft Dynamics 365. Особое место среди указанных решений занимает SAP S/4HANA, являющаяся мировым лидером в области корпоративных информационных систем. Данная платформа активно использует методы искусственного интеллекта, машинного обучения и продвинутой аналитики для поддержки принятия управленческих решений. Клиентская база SAP насчитывает около 320 000 компаний в более чем 190 странах мира, включая такие крупные промышленные корпорации, как Ford Motor Company, Toyota, Volkswagen Group, BMW и Volvo [2].

В современных условиях цифровизации экономики эффективность управления запасами предприятия во многом определяется качеством используемых математических моделей и степенью их интеграции в корпоративные информационные системы.

Основные модели управления запасами можно разделить следующим образом:

1. Модели фиксированного заказа (EOQ, Economic Order Quantity): оптимальный размер заказа рассчитывается исходя из установленных значений спроса и издержек на хранение и заказ.

2. Модели с периодическим пересмотром (Periodic Review): предполагают размещение заказов через равные промежутки времени.

3. Модели с учётом сервисного уровня (Service Level Models): Эти модели позволяют обеспечить высокий уровень доступности продукта, минимизируя при этом издержки.

4. Стохастические модели: предполагают наличие случайного спроса и неопределенности в поставках, что делает их более гибкими в условиях изменчивой внешней среды.

Наиболее широкое распространение в практике получили стохастические модели управления запасами, учитывающие неопределенность спроса и времени поставки. В отличие от

детерминированных моделей, предполагающих стабильность параметров, стохастические подходы ориентированы на работу в условиях случайных колебаний, что делает их более адекватными реальным условиям функционирования предприятий [3].

Классическими примерами стохастических моделей являются системы с фиксированным размером заказа (Q, R) и системы периодического контроля запасов (s, S). Первая модель предполагает непрерывный мониторинг уровня запасов и размещение заказа фиксированного объема при достижении точки заказа, определяемой с учетом среднего спроса за время поставки и страхового запаса. Вторая модель основана на периодическом контроле, при котором заказ формируется через равные интервалы времени и доводит запас до заданного максимального уровня [4]. Несмотря на широкое применение, указанные модели имеют ряд ограничений: модель (Q, R) не учитывает удобство плановых проверок, а модель (s, S) может запаздывать с реакцией на резкие изменения спроса. Проблема заключается в недостаточной адаптивности существующих моделей управления запасами к динамически изменяющимся условиям спроса и поставок при их использовании в ERP-системах [5].

В связи с этим в рамках данного исследования предлагается гибридная стохастическая модель управления запасами, объединяющая преимущества непрерывного и периодического подходов. Основная идея модели заключается в использовании динамической точки заказа, адаптирующейся к текущим параметрам спроса и времени поставки, а также комбинированного условия формирования заказа. Предполагается, что использование гибридной стохастической модели с динамической точкой заказа позволит повысить эффективность управления запасами за счет снижения совокупных затрат и повышения уровня обслуживания.

Математически модель формулируется следующим образом. Оптимальный размер заказа определяется на основе классической формулы экономичного размера заказа:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (1),$$

где D – средний спрос, S – затраты на оформление заказа, H – затраты на хранение единицы продукции.

В отличие от статических моделей, точка заказа определяется как динамическая величина. Она описывает модель управления запасами с фиксированным размером заказа и вероятностным спросом:

$$R_t = D_t * L_t + Z * \sigma_t * \sqrt{L_t} \quad (2),$$

где D_t – текущий прогноз спроса, L_t – фактическое или прогнозируемое время поставки, σ_t – стандартное отклонение спроса, Z – коэффициент уровня обслуживания.

Таким образом, модель учитывает изменчивость внешней среды и корректирует параметры управления запасами в реальном времени.

Экономический смысл данной зависимости заключается в разложении точки заказа на две ключевые составляющие. Первое слагаемое $D_t \cdot L_t$ отражает ожидаемый спрос за период поставки и определяет базовый уровень запаса, необходимый для покрытия потребностей предприятия в нормальных условиях функционирования. Второе слагаемое $Z \cdot \sigma_t \cdot \sqrt{L_t}$ представляет собой страховой запас, предназначенный для компенсации неопределенности спроса и возможных колебаний времени поставки.

Ключевым элементом предложенного подхода является гибридное условие размещения заказа. Заказ формируется либо при достижении текущего уровня запасов критического значения R_t, либо при наступлении момента плановой проверки запасов через фиксированный интервал времени T. При этом объем заказа определяется по-разному в зависимости от ситуации: в первом случае используется фиксированное значение Q, а во втором – переменная величина, равная разности между максимальным уровнем запаса и текущим значением. Такая комбинация позволяет одновременно учитывать оперативные изменения спроса и обеспечивать удобство планирования [6].

Целевая функция модели направлена на минимизацию совокупных затрат, включающих затраты на хранение, оформление заказов и возможные потери от дефицита:

$$TC = \frac{D}{Q} * S + \frac{Q}{2} * H + C_{stockout} \quad (3),$$

где $C_{stockout}$ отражает штраф за неудовлетворенный спрос.

Включение данного компонента позволяет учитывать риски, связанные с неопределенностью, и оптимизировать уровень страхового запаса.

Для иллюстрации работы предложенной модели рассмотрим пример управления запасами конкретного товара – смартфонов на складе розничной сети электроники.

Пусть заданы следующие параметры:

$D = 1200$ ед./месяц – средний спрос (продажи смартфонов за месяц);

$S = 80$ ден.ед – затраты на оформление одного заказа (логистика, обработка заказа);

$H = 5$ ден.ед//месяц – затраты на хранение одного смартфона (склад, страхование, амортизация);

$L = 10$ дней – среднее время поставки от поставщика;

$\sigma = 15$ ед./день – стандартное отклонение дневного спроса;

$Z = 1{,}65$ – коэффициент уровня обслуживания.

Оптимальный размер заказа определяется по формуле EOQ:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * 1200 * 80}{5}} \approx 196 \text{ ед}$$

Оптимально заказывать примерно 196 смартфонов за один раз, чтобы минимизировать суммарные затраты.

Для расчёта точки заказа переведём спрос в дневной:

$$D\text{дн} = \frac{1200}{30} = 40 \text{ ед/день}$$

Тогда точка заказа:

$$R_t = D_t * L_t + Z * \sigma_t * \sqrt{L_t} = 40 * 10 + 1{,}65 * 15 * \sqrt{10} \approx 478 \text{ ед}$$

Исходя из полученного расчета получим:

Уровень запаса, при котором необходимо размещать новый заказ составляет 478 ед, из которых 400 ед. – покрывают ожидаемый спрос за время поставки, и 78 ед. формируют страховой запас (на случай колебаний спроса).

Практическая интерпретация полученных результатов в рамках системы SAP заключается в следующем. Когда запас смартфонов на складе снижается до 478 единиц, система формирует заказ. Размер заказа может быть либо фиксированный и составляет 196 ед. при срабатывании точки заказа, либо переменный – при плановой проверке, заказ доводит уровень запаса до установленного максимума (в рамках гибридной модели).

Приведённый пример показывает, что модель учитывает не только средний спрос, но и его колебания. Это позволяет своевременно пополнять запасы и снижать риск дефицита. Одновременно использование страхового запаса помогает избежать перебоев в поставках, а расчет оптимального размера заказа – сократить издержки на хранение. Таким образом, модель обеспечивает более сбалансированное управление запасами, что особенно важно для товаров с высокой стоимостью и нестабильным спросом, таких как электроника.

Практическая значимость предложенной модели заключается в возможности ее интеграции в ERP-системы, в частности в SAP S/4HANA. Анализ функциональных возможностей SAP S/4HANA показывает, что в системе реализованы отдельные элементы управления запасами, включая планирование по точке заказа (Reorder Point Planning), расчет страхового запаса (Safety Stock) и планирование потребностей в материалах (MRP). Однако данные механизмы, как правило, применяются раздельно [7]. Предложенная модель позволяет объединить данные инструменты в единую адаптивную систему управления запасами, обеспечить непрерывный и периодический контроль за счет гибридного условия формирования заказа и использования динамической точки заказа с учетом стохастических параметров спроса. Это позволяет достичь более высокой адаптивности системы управления запасами к изменяющимся условиям внешней среды

Таким образом, ERP-системы выступают не только инструментом учета, но и платформой для практической реализации экономико-математических моделей оптимизации запасов на предприятии.

Список использованных источников:

1. Щетинин, Б. О. ERP-системы: обсуждение роли и преимуществ ERP-систем для комплексного управления строительными проектами, ресурсами и финансами / Б. О. Щетинин, К. А. Погореленко, В. Ю. Ларина // X Международный

строительный форум молодых ученых - 2025 : Сборник докладов, Белгород, 25 ноября 2025 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2025. – С. 169-172. – EDN XGHZTA.

2. Олейник, А. В. Применение ERP системы SAP для автоматизации высокотехнологичных производств / А. В. Олейник, Л. В. Кузнецова, А. В. Николаев // Наука сегодня: вызовы и перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Вологда, 14 сентября 2016 года. – Вологда: Общество с ограниченной ответственностью "Маркер", 2016. – С. 28-30. – EDN KSOXCK.

3. Коршунов, Д. И. Модели оптимального управления запасами в условиях международной торговли с учетом неопределенности внешней среды / Д. И. Коршунов // Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов и направления развития : Сборник статей VIII международной научной конференции, Тюмень, 07 июня 2025 года. – Санкт-Петербург: ООО "Международный институт перспективных исследований им. Ломоносова", 2025. – С. 42-46. – EDN DKUXHH.

4. MAT010 Управление запасами в системе SAP. Учебный курс / SAP Training. – SAP SE, [б.д.]. – URL: https://cdn.training.sap.com/cdn/pdf/sap_mat010.pdf/ru/ru (дата обращения: 31.03.2026).

5. Гайфуллин Б.Н., Обухов И.А. Автоматизация систем управления предприятиями стандарта ERP/MRPII / Б.Н. Гайфуллин, И.А. Обухов. – Москва: Интерфейс-пресс, 2001. – 104 с.

6. Бродецкий Г.Л., Бродецкий В.Л. Экономико-математические методы и модели в логистике: процедуры оптимизации : учебник / Г.Л. Бродецкий, В.Л. Бродецкий. – М.: Издательский дом НИУ ВШЭ, 2021. – 456 с. – URL: https://academia-moscow.ru/off-line/_books/fragment/102113456/102113456f.pdf (дата обращения: 31.03.2026).

7 . SAP Help Portal. Минимальный страховой запас в SAP S/4HANA Cloud : справочная документация / SAP SE. – Вальдорф:SAP SE, 2026. – URL:https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_CLOUD/2bba750d1e124e1ea2a039bb1cd9b6c5/c0b93fc5049c448e88623c6990236776.html?locale=ru-RU (дата обращения: 31.03.2026).

UDC 519.86:658.7

MATHEMATICAL MODELING OF OPTIMIZATION OF ENTERPRISE INVENTORY MANAGEMENT IN ERP SYSTEMS (USING SAP AS AN EXAMPLE)

Rymashevskaya A.V., Rymashevskaya A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Solodilova M.K. – Assistant Professor
Ladkina M.I. – Assistant Professor

Annotation. This paper examines mathematical modeling for optimizing enterprise inventory management using ERP systems, using SAP S/4HANA as an example. A hybrid stochastic model, accounting for demand and lead time uncertainty, with a dynamic reorder point and safety stock, is considered. The proposed model improves planning accuracy, reduces excess inventory, and minimizes overall enterprise costs.

Keywords. Inventory management, mathematical modeling, ERP systems, SAP S/4HANA, stochastic models, optimization, economic order quantity (EOQ), reorder point, safety stock, service level, logistics, enterprise resource planning.

120. ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

Тинкевич Т.Д, студент гр.578104, Лукашевич А.Э магистрант гр. 376741

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. – ст. преподаватель каф. ЭИ

Аннотация. Переход к гиперперсонализации в современной электронной коммерции невозможен без использования цифровых двойников потребителей (Digital Twin of Consumer, DToC), которые представляют собой динамические виртуальные модели реальных покупателей. Цель работы заключается в систематизации теоретических и практических аспектов создания подобных моделей. Исследование базируется на критическом анализе теоретических источников, академических экспериментов, а также опыта крупных ритейлеров по внедрению рассматриваемых технологий. Полученные результаты свидетельствуют о том, что DToC обеспечивают прогнозирование поведения пользователей за счет симуляции различных сценариев взаимодействия. Следовательно, данные модели существенно трансформируют подходы к персонализации, однако их применение требует соблюдения баланса между точностью прогнозов, защитой приватности и объяснимостью принимаемых решений.

Современная электронная коммерция переживает серьёзные изменения, вызванные ростом ожиданий пользователей и развитием технологий искусственного интеллекта. Персонализация – автоматическая адаптация контента под пользователя на основе данных о его поведении – сегодня перерастает в гиперперсонализацию, учитывающую не только историю взаимодействий, но и сиюминутный контекст (например, геолокацию, время суток, текущее устройство или погодные условия) [1]. Согласно данным McKinsey & Company, 71% потребителей рассчитывают на персонализированное взаимодействие, а 76% испытывают раздражение при его отсутствии [2].

Цифровой двойник потребителя (Digital Twin of Consumer, DToC) – это динамическая виртуальная модель реального покупателя, отражающая его поведение и позволяющая прогнозировать будущие действия [1]. Ключевое отличие DToC от традиционного профиля – наличие двунаправленной связи: данные от потребителя уточняют модель, а результаты симуляций используются для оптимизации взаимодействия [1]. Эволюция персонализации прошла пять этапов: от масс-маркетинга через сегментацию, поведенческий таргетинг и гиперперсонализацию к созданию цифровых двойников, позволяющих моделировать поведение без риска для реальных клиентов [1].

Технологическая архитектура DToC включает три направления. Первое – сбор и обработка данных из транзакционных, социальных и IoT-источников на платформах клиентских данных (CDP) с потоковой обработкой [1]. Второе – машинное обучение (трансформеры, механизмы внимания) [1]. Исследование Van et al. показало, что сочетание тонкой настройки LLM и RAG позволяет прогнозировать покупки с точностью до 83% [3]. Третье – технологии обеспечения приватности: федеративное обучение, дифференциальная приватность и синтетические данные [1]. Завершающий компонент – агентное моделирование, создающее виртуальные «песочницы» для тестирования гипотез [5].

Академические исследования подтверждают ценность таких подходов. Maier et al. разработали метод семантической оценки (SSR), который позволяет большим языковым моделям имитировать ответы респондентов в маркетинговых опросах. Суть метода заключается в том, что LLM оценивает семантическую близость между утверждениями и ответами по шкале Лайкерта (метод оценки, используемый в опросах для измерения степени согласия, удовлетворенности или отношения респондента к утверждению), достигая 90% соответствия человеческой надёжности, что открывает возможности для быстрого и недорогого предварительного тестирования гипотез [4]. Sun et al. создали цифровых двойников 40 участников, развернув их в виде LLM-агентов, наделённых индивидуальными демографическими характеристиками и историей взаимодействий. В ходе эксперимента было доказано, что поведение таких агентов при взаимодействии с виртуальными ассистентами статистически эквивалентно поведению реальных людей, что подтверждает возможность масштабирования пользовательского тестирования без привлечения больших фокус-групп [5].

Электронная коммерция Беларуси за 2019–2024 гг. выросла более чем в пять раз, доля онлайн-продаж составляет 6–8% [6]. Полноценные DToC в стране не внедрены, но используются элементы ИИ-персонализации. Платформа 21vek.by применяет AI-квизы, что обеспечило прирост конверсии до

1,5 п.п. [7]. Порталы Onliner и Realt.by внедрили LLM-чат-ботов, сократив время обработки запросов до 30 секунд.

Мировой опыт внедрения цифровых двойников демонстрирует измеримые эффекты. В таблице 1 систематизированы ключевые направления применения DToC.

Таблица 1 – Применение цифровых двойников в мировой электронной коммерции

Компания	Применение	Используемые технологии	Результат
Walmart (США)	Цифровые двойники для 4200 магазинов. Модель предсказывает поломки оборудования за 2 недели.	Предиктивная аналитика, IoT-сенсоры, потоковая обработка данных	Сокращение затрат на обслуживание на 19%; снижение аварий на 30%
Ocado Group (Великобретания)	Использование цифровых двойников складов и технологии «Production Replay» для симуляции предыдущего дня и анализа анализ ограничивающих факторов.	Потоковая обработка данных, имитационное моделирование, WMS-интеграция	Оптимизация фулфилмента, повышение эффективности складов, сокращение времени обработки заказов
Fair Lab (Россия)	Тестирование маркетинговых идей и креативов на цифровых двойниках целевой аудитории (AI-персонах) вместо живых фокус-групп.	Большие языковые модели (LLM), дообученные с участием социологов, агентное моделирование	Совпадение с реальными фокус-группами, снижение стоимости и времени исследований

Внедрение цифровых двойников порождает этические проблемы. Эффект «жуткости» возникает, когда персонализация пересекает границу между заботой и вторжением в личное пространство [1]. Алгоритмическая предвзятость проявляется, когда модель воспроизводит существующие стереотипы [1]. Концепция «двойника-призрака» (Data Doppelganger) признаёт различие между человеком и его цифровой проекцией, сохраняя преимущества моделирования [1]. Yang et al. установили инвертированную U-образную связь между стимулами ритейлеров и обеспокоенностью потребителей приватностью [8].

Дальнейшее развитие DToC связано с интеграцией в метавселенные и технологии AR/VR [1]. Развитие агентного ИИ позволит двойникам-агентам вести переговоры о цене и управлять подписками от имени пользователя [5]. Примером служит разработка Walmart – ассистент Sparky, построенный на основе генеративного ИИ. Этот агент не только даёт персонализированные рекомендации, но способен вести диалог в рамках сложных сценариев покупок, выступая в роли автономного посредника между ритейлером и цифровым двойником покупателя [9].

Цифровые двойники потребителей являются закономерным этапом эволюции персонализации. Технологическая архитектура DToC создаёт основу для нового качества клиентского опыта. Электронная коммерция Беларуси находится на начальном этапе внедрения, формируя фундамент для гиперперсонализации. Условием устойчивого развития остаётся баланс между эффективностью модели и уважением к приватности потребителя.

Список использованных источников:

1. Чачис, Д. Ю. Цифровые двойники потребителей в электронной коммерции / Д. Ю. Чачис // Научный журнал. – 2024. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-dvoyniki-potrebiteley-v-elektronnoy-kommertsii. (дата доступа: 18.03.2026).

2. McKinsey & Company. The value of getting personalization right – or wrong – is multiplying. – 2021. – URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/the-value-of-getting-personalization-right-or-wrong-is-multiplying (дата доступа: 18.03.2026).

3. Гулиев, Я. И. Цифровые двойники в медицине: критический анализ применимости промышленной парадигмы / Я. И. Гулиев, И. Ф. Гулиева // Врач и информационные технологии. – 2025. – № 4. – С. 16–27.

4. Maier, B. F. LLMs Reproduce Human Purchase Intent via Semantic Similarity Elicitation of Likert Ratings / B. F. Maier et al. // arXiv. – 2025. – 2510.08338. – URL: https://arxiv.org/abs/2510.08338. (дата доступа: 18.03.2026).

5. Sun, L. LLM Agent Meets Agentic AI: Can LLM Agents Simulate Customers to Evaluate Agentic-AI-based Shopping Assistants? / L. Sun et al. // arXiv. – 2025. – 2509.21501. – URL: https://arxiv.org/abs/2509.21501. (дата доступа: 18.03.2026).

6. Белстат. Информационное общество в Республике Беларусь : стат. сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск : Белстат, 2025. – URL: https://www.belstat.gov.by (дата доступа: 18.03.2026).

7. Mindbox. Кейс 21vek.by: AI-квизы. – URL: https://mindbox.ru/journal/cases/21vek-by-ai-quizes/ (дата доступа: 18.03.2026).

8. Yang, Q. Implications of retailer-owned digital twins services: The trade-offs between customer experience, misfit returns, and investment costs / Q. Yang, L. Sun, X. Wu, Y. Li // Journal of Retailing and Consumer Services. – 2026. – Vol. 88, 104478.

9. Walmart Inc. Walmart introduces generative AI-powered shopping assistant 'Sparky' : press release. – October 2025. – URL: https://corporate.walmart.com/news/2025/10/15/walmart-introduces-generative-ai-powered-shopping-assistant-sparky (дата доступа: 18.03.2026).

121. ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЧНОГО АППАРАТА В ФИНАНСОВО-БАНКОВСКИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

Белко-Епифанов Б.И., студент группы 578102

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В данной работе рассматривается использование матриц как удобного способа записи и решения экономических задач. Описывается, как матричные операции помогают банкам быстрее обрабатывать данные о клиентах, кредитах и инвестициях. В работе показано, что применение линейной алгебры упрощает создание финансовых моделей и позволяет автоматизировать рутинные расчеты в банковской сфере.

Матричное моделирование в экономическом анализе.

Матрица в экономических расчетах – это, по сути, таблица, где строки и столбцы имеют четкий смысл (например, «доход»). Использование матриц дает два главных плюса. Во-первых, это компактность: вместо системы из десяти уравнений составляется одно матричное равенство. Во-вторых, это наглядность: сразу видны взаимосвязи между разными частями финансовой системы. Это позволяет перейти от простого наблюдения за цифрами к планированию будущих результатов.

Практические аспекты применения матриц в банковских расчетах.

Матричный аппарат активно используется в таких сферах деятельности банка, как:

- кредитный анализ: банки составляют матрицы переходных состояний. Например, если клиент вовремя платил в этом месяце, с какой вероятностью он уйдет в просрочку в следующем? Эти данные записываются в квадратную матрицу, что позволяет банку заранее оценить возможные убытки;
- межотраслевые расчёты: с помощью обратных матриц рассчитываются полные затраты ресурсов. Это помогает банку понять, как проблемы в одной отрасли (например, в энергетике) отразятся на его клиентах из других сфер (например, в производстве).;
- оптимизация инвестиций**:** чтобы банк не потерял деньги, вкладывая их только в один актив, создаются матрицы ковариации. Они показывают, как котировки разных активов зависят друг от друга, и помогают собрать такой «портфель», где риск будет минимальным.

Совместное применение этих подходов способствует формированию единого информационно-аналитического поля банка, в рамках которого кредитные риски, отраслевые изменения и динамика инвестиционного портфеля могут рассматриваться во взаимосвязи.

Формализация расчетов и алгоритмизация.

Матричные операции, такие как умножение, транспонирование и поиск обратной матрицы, хорошо подходят для реализации в современных программных системах. Для примера можно рассмотреть расчет суммарных затрат ресурсов X при заданном векторе конечного продукта Y, который описывается формулой (1):

$$X = (I - A)^{-1} * Y \quad (1),$$

где I – единичная матрица, а A – матрица коэффициентов прямых затрат.

Такая запись позволяет четко задать структуру расчетов и уменьшить число ручных операций. В результате снижается время отклика аналитических систем при проведении разовых и регулярных расчетов, а сами процедуры анализа становятся более прозрачными и удобными для документирования и последующего повторения.

Преимущества и перспективы.

Главное преимущество — это возможность автоматизации. Матричные алгоритмы легко переносятся в программный код. В отличие от ручного счета, использование матриц позволяет:

- наглядно представлять многомерные данные в формате, удобном для лиц, принимающих решения, через возможность строить понятные графики и диаграммы на основе многомерных таблиц;
- проводить стресс-тестирование банковских резервов и оценивать устойчивость к различным негативным сценариям развития событий;
- выявлять скрытые взаимосвязи между ключевыми рыночными показателями и внутренними финансовыми параметрами;
- сводить к минимуму риск человеческой ошибки при больших объемах данных.

Встраивание матричных моделей в существующие информационные системы банка помогает снижать операционные риски, ускорять сценарный анализ и улучшать качество оценки рисков. В перспективе, по мере развития цифрового банкинга, роль матричных методов будет только расти, так как они являются базой для работы алгоритмов искусственного интеллекта и при использовании больших данных.

Заключение.

Таким образом, матричное исчисление может быть использовано в моделировании работы современных банковских программ.

Матричный аппарат делает расчеты более точными и понятными, поскольку помогает превратить хаотичный набор цифр в строгую систему.

Список использованных источников:

1. Высшая математика для экономистов: практикум : учеб. пособие для студентов вузов / под ред. Н. Ш. Кремера. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 479 с.

2. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учеб. пособие / И. Л. Акулич. – М. : Высш. шк., 1986.

3. Математика в экономике: учебник : в 2 ч. / под ред. А. С. Солодовникова. – М. : Финансы и статистика, 2003.

122. ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РЫНОК ТРУДА В СФЕРЕ ИТ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ

Будько А.В. студент гр. 578105, Лукашевич А.Э. студент гр. 376741
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. – ст. преподаватель каф. ЭИ

Аннотация. В статье проводится комплексное исследование структурных трансформаций на рынке труда в сфере информационных технологий, инициированных массовым внедрением нейросетевых технологий и генеративных моделей. Анализируется дуалистический характер влияния искусственного интеллекта (ИИ), выделяя критические экономические риски для специалистов начального уровня и потенциал для экспоненциального роста производительности труда высококвалифицированных инженерных кадров. В работе обосновывается неизбежность перехода к новым моделям оценки эффективности ИТ-персонала и пересмотра фундаментальных подходов к профессиональному образованию.

Эволюция производственных циклов в ИТ под давлением ИИ-инструментов. Интеграция больших языковых моделей в среды разработки коренным образом меняет архитектуру рабочего времени специалиста. Если ранее до 60 % времени тратилось на написание и ручную отладку синтаксиса, то сегодня эти функции делегируются алгоритмам. С экономической точки зрения это означает переход от экстенсивного пути развития (наращивание штата кодеров) к интенсивному, где ключевым фактором эффективности становится способность к быстрой интеграции ИИ-решений в бизнес-логику продукта [1].

Деструкция рынка Junior-специалистов и риск разрыва кадровой преемственности. Одной из наиболее острых проблем является автоматизация задач, которые традиционно выполнялись начинающими разработчиками. ИИ эффективно справляется с написанием простых функций, документации и тестов, что делает найм специалистов без опыта экономически менее привлекательным для бизнеса. Это создает «барьер входа», который в долгосрочной перспективе может привести к деградации среднего уровня квалификации на рынке, так как будущие эксперты лишаются площадки для первичной практической закалки [2, 3].

Рост операционной эффективности и изменение структуры себестоимости ПО. Применение ИИ-ассистентов позволяет сократить цикл разработки программного обеспечения на 25–40 %. Для компаний это означает возможность реализации большего количества проектов при неизменном штате, что ведет к росту маржинальности бизнеса. Однако на макроуровне это провоцирует усиление конкуренции: преимущество получают те игроки, которые быстрее адаптируют свои процессы под возможности машинного обучения, в то время как консервативные компании сталкиваются с риском рыночного вытеснения [4].

Интеллектуализация труда и запрос на «гибридные» компетенции. Происходит смещение спроса от узкоспециализированных «кодеров» к специалистам с широким кругозором. Современный рынок труда начинает выше оценивать навыки системного анализа, понимание бизнес-архитектуры и умение работать с контекстом. Разработчик трансформируется в своеобразного «архитектора смыслов», чей основной вклад заключается не в генерации символов, а в принятии стратегических решений о целесообразности и безопасности сгенерированного кода [5].

Кибербезопасность и накопление скрытого технического долга. Использование ИИ порождает специфические риски, связанные с безопасностью программных продуктов. Автоматически сгенерированный код часто содержит скрытые уязвимости, которые могут не проявляться на этапе стандартного тестирования. Расходы на исправление таких ошибок могут многократно превысить экономию от быстрой разработки. Это формирует новый устойчивый спрос на экспертов по ИИ-безопасности и аудиторов автоматизированных систем, способных работать в условиях высокой неопределенности [6].

Экономическая референция: ИИ как фактор глобального аутсорсингового передела. Снижение стоимости производства программного кода за счет ИИ ставит под удар регионы, чья экономика была завязана на предоставлении дешевой рабочей силы для западных ИТ-гигантов. Теперь локальным рынкам необходимо либо конкурировать с эффективностью нейросетей, либо переходить к созданию собственных интеллектуальных продуктов. Это требует от государств инвестиций в создание суверенных моделей ИИ и дата-центров, что становится новым фактором геополитического влияния [7].

Социокультурные вызовы и концепция «Lifelong Learning» в ИТ-среде. Психологическое давление на ИТ-специалистов возрастает из-за необходимости постоянной гонки за технологиями. Те специалисты, которые не смогут адаптироваться к работе в паре с алгоритмом, рискуют оказаться в категории «цифрового прекариата», характеризующегося нестабильной занятостью. Экономическая устойчивость кадров теперь напрямую зависит от их психологической гибкости и готовности к непрерывному переобучению [8, 9].

Трансформация образовательной парадигмы в высшей школе. Университетам необходимо отказываться от обучения конкретным языкам программирования в пользу фундаментальных дисциплин: математической логики, алгоритмики и теории систем. Экономика будущего требует специалистов, способных ставить задачи ИИ и верифицировать его ответы. Образовательный процесс должен интегрировать ИИ как инструмент исследования, а не как способ упрощения учебных задач [10].

Трансформация моделей монетизации интеллектуального труда. В условиях, когда ИИ способен генерировать значительные объемы программного кода, встает вопрос об авторском праве и защите интеллектуальной собственности. Экономические риски связаны с возможным обесцениванием проприетарных решений, если они могут быть легко воссозданы нейросетью. Это вынуждает ИТ-компании переходить от продажи «кода как продукта» к продаже уникальной экспертизы и сервиса, что меняет структуру доходов всей отрасли и требования к бизнес-аналитикам [8, 9].

Влияние на региональные рынки и глобальный аутсорсинг. Снижение стоимости производства стандартного кода за счет ИИ ставит под удар развивающиеся экономики, специализирующиеся на дешевом ИТ-аутсорсинге. Происходит процесс «решоринга» — возвращения разработки в страны-заказчики, так как стоимость работы ИИ одинакова во всем мире. Это требует от локальных рынков (включая страны СНГ) экстренной переориентации на разработку собственных уникальных и сложных технологических решений [4, 6].

Эволюция тестирования и обеспечения качества (QA). ИИ радикально меняет сферу контроля качества программного обеспечения. Автоматическая генерация тестовых сценариев и предсказание мест возникновения критических ошибок позволяют перевести QA-специалистов из разряда «контролеров» в разряд «проектировщиков надежности». Экономическая выгода здесь заключается в снижении стоимости поддержки продукта на поздних этапах, что позволяет перераспределять бюджеты на улучшение пользовательского интерфейса и опыта [2, 5].

Этика и прозрачность алгоритмических решений. Возрастает спрос на специалистов, способных объяснить логику работы ИИ-систем (Explainable AI). В банковском, медицинском и промышленном секторах ошибки «черного ящика» алгоритмов могут вести к колоссальным убыткам и юридическим рискам. Поэтому специалисты, обеспечивающие прозрачность и этическую корректность ИИ, становятся ключевыми фигурами в структуре затрат современных ИТ-департаментов, предотвращая финансовые риски [8, 9].

Комплексный анализ влияния искусственного интеллекта на рынок труда в ИТ-сфере позволяет сформулировать следующие итоговые положения:

Смена модели найма. Бизнес переходит от покупки «времени разработчика» к покупке «результата, верифицированного экспертом». Это неизбежно приведет к сокращению массовых позиций среднего уровня и резкому росту зарплат топ-экспертов.

Необходимость государственной поддержки. Для минимизации рисков структурной безработицы необходимы программы субсидирования переобучения кадров и поддержка малого ИТ-бизнеса, внедряющего отечественные нейросетевые решения.

Симбиоз как стратегия выживания. Наиболее устойчивыми на рынке окажутся специалисты, обладающие «Т-образными» навыками: глубокой экспертизой в одной области программирования и широким пониманием этики, экономики и управления ИИ-системами.

Этический аудит. Экономика ИТ-сферы должна будет учитывать затраты на этический контроль алгоритмов, так как ошибки ИИ в критически важной инфраструктуре могут стоить дороже, чем весь бюджет разработки.

Список использованных источников:

1.Капелюшников, Р. И. Технологический прогресс — пожиратель рабочих мест / Р. И. Капелюшников // Вопросы экономики. – 2017. – № 11. – С. 111–140.

2.Абдрахманова, Г. И. Цифровая экономика: 2023: крат. стат. сб. / Г. И. Абдрахманова [и др.]. – М.: НИУ ВШЭ, 2023. – 120 с.

3.Чередниченко, Г. А. Рынок труда специалистов ИТ-сферы: динамика и перспективы / Г. А. Чередниченко // Социол. исследование. – 2021. – № 5. – С. 60–71.

4.Земцов, С. П. Новые технологии, автоматизация и уязвимость региональных рынков труда в России / С. П. Земцов // Форсайт. – 2020. – Т. 14, № 3. – С. 34–45.

5.Гуртов, В. А. Спрос на ИТ-компетенции на рынке труда: анализ вакансий / В. А. Гуртов, И. В. Степусь // Информатика и образование. – 2020. – № 1. – С. 23–32.

6.Аузан, А. А. Цифровая экономика как вызов для институционального анализа / А. А. Аузан // Вопросы экономики. – 2018. – № 6. – С. 52–62.

7.Тощенко, Ж. Т. Прекариат: от протокласса к новому классу / Ж. Т. Тощенко. – М.: Весь мир, 2018. – 352 с.

8.Кузьминов, Я. И. Как меняется роль университетов в условиях цифровой экономики / Я. И. Кузьминов // Унив. упр.: практика и анализ. – 2019. – Т. 23, № 5. – С. 5–15.

9.Смолин, О. Н. Высшее образование: борьба за качество или борьба с качеством? / О. Н. Смолин // Социол. исслед. – 2015. – № 7. – С. 30–37.

10.Клячко, Т. Л. Прогноз развития системы профессионального образования в РФ / Т. Л. Клячко // Экономика образования. – 2018. – № 3. – С. 4–13.

УДК 004.8:631/635

123. ОБЪЯСНИМЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ФАКТОР ДОВЕРИЯ К СИСТЕМАМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В АПК

Клименко И.В., магистрант гр. 476701
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. В статье рассматривается проблема интерпретируемости систем искусственного интеллекта в контексте цифровой трансформации государственного и корпоративного управления. Автор исследует влияние непрозрачных алгоритмов на процесс принятия управленческих решений и соблюдение принципа рациональности. Обосновывается значимость внедрения технологий объяснимого ИИ (XAI) для агропромышленного комплекса Республики Беларусь как фактора обеспечения продовольственной безопасности. Проанализированы методические подходы LIME и SHAP, а также возможности семантических технологий для верификации выводов моделей. Дана оценка организационным барьерам и когнитивным искажениям, возникающим при эксплуатации интеллектуальных систем. Предложены приоритетные направления использования прозрачных архитектур для повышения эффективности распределения ресурсов и селекционной работы в аграрном секторе.

Ключевые слова. Объяснимый искусственный интеллект, цифровая трансформация, агропромышленный комплекс, интерпретируемость моделей, продовольственная безопасность, технологический суверенитет.

Современный этап цифровой трансформации управления характеризуется масштабным внедрением систем искусственного интеллекта в государственный и корпоративный сектор. Параллельно с ростом вычислительных возможностей и точности моделей актуализируется проблема «черного ящика»: сложные алгоритмы, прежде всего глубокие нейронные сети, формируют результат без явной для пользователя схемы рассуждения. К. Мольнар в работе «Interpretable Machine Learning» отмечает, что высокопроизводительные модели часто демонстрируют низкую интерпретируемость из-за работы в высокоразмерных пространствах признаков, затрудняющих реконструкцию логики вывода человеком [1]. В материале IBM «What is Explainable AI (XAI)?» объяснимый ИИ рассматривается как подход, обеспечивающий понятность результатов модели для пользователя и возможность их проверки [2].

В управленческой практике это формирует эпистемологический разрыв между статистической точностью рекомендаций и прозрачностью их логических оснований. Лицо, принимающее решение, получает численно убедительный вывод, при этом причинно-следственные основания рекомендации остаются неявными. Такая ситуация снижает воспроизводимость и обоснованность управленческих решений в логике ограниченной рациональности, описанной Г. Саймоном: рациональный выбор предполагает возможность аргументировать основания принятого решения и соотнести их с доступными данными и целями управления. Непрозрачность алгоритмического вывода способствует формированию завышенного доверия к численным оценкам и поддерживает иллюзию контроля над процессом. В статье «Роль поведенческих факторов в системе принятия управленческих решений» подчеркивается значимость когнитивных и психологических факторов, влияющих на качество управленческого выбора [3].

Для агропромышленного комплекса Республики Беларусь данная проблематика имеет прикладное значение. Управленческие решения в сельском хозяйстве охватывают распределение ресурсов, планирование посевной кампании, прогноз урожайности, выбор агрохимических мероприятий, диагностику заболеваний растений и организацию цепочек поставок. Ошибки в этих направлениях приводят к финансовым потерям и осложняют обеспечение продовольственной безопасности. Применение систем, выводы которых затруднены для проверки, сопровождается ростом неопределенности и вероятностью неблагоприятных последствий на уровне хозяйств и отрасли. В обзоре «Explainable AI in agriculture: review of applications, methodologies, and future directions» показано, что доверие к ИИ-моделям в аграрной среде связано с точностью прогнозов и с наличием объяснения, раскрывающего основания рекомендации [4].

Направление Explainable AI (XAI) в последние годы рассматривается как один из ключевых подходов к повышению интерпретируемости результатов машинного обучения. Его задача заключается в формировании понятных пользователю объяснений, позволяющих интерпретировать вывод модели, оценивать его обоснованность и использовать в качестве аргумента при принятии управленческих решений. В методологии XAI обычно выделяют два уровня интерпретации: локальный и глобальный.

Локальная интерпретация относится к объяснению отдельного предсказания и отвечает на вопрос о причинах конкретной рекомендации для заданного объекта. Глобальная интерпретация ориентирована на описание общей логики модели на всем массиве данных и выявление признаков, систематически влияющих на результаты. Данная классификация представлена у К. Мольнара в работе «Interpretable Machine Learning» [1].

К локальным методам интерпретации относится LIME, предложенный М. Рибейро. Метод основан на аппроксимации поведения сложной модели в окрестности одного наблюдения с помощью более простой интерпретируемой модели. Для задач АПК этот подход имеет прикладное значение: при рекомендациях по снижению дозы азотных удобрений на конкретном поле агроном получает возможность соотнести вывод системы с влиянием факторов, отраженных в данных, включая влажность почвы, прогноз осадков, температурный режим и кислотность. Такой формат объяснения повышает проверяемость рекомендации и поддерживает ее использование в практической работе [1, 4].

Глобальная интерпретация часто реализуется с применением метода SHAP, основанного на значениях Шепли из теории кооперативных игр. SHAP позволяет количественно оценивать вклад каждого признака в итоговое предсказание и сопоставлять влияние факторов между наблюдениями. Для управленческой практики это дает возможность выделять параметры, которые систематически определяют результат, включая метеорологические показатели, характеристики почвы, состояние растений и экономические переменные. Использование SHAP повышает воспроизводимость интерпретации и обеспечивает сопоставимость объяснений при анализе управленческих решений, что отмечается в «Interpretable Machine Learning» К. Мольнара [1].

Современная дискуссия в области XAI включает направление, ориентированное на проектирование изначально интерпретируемых моделей. К. Рудин в статье «Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead» обосновывает приоритет моделей с внутренней интерпретируемостью для сфер с высокой ценой ошибки и повышенными требованиями к проверяемости решений [5]. В данной логике предпочтение отдается архитектурам, логика которых доступна для анализа по самой конструкции модели и поддерживает последующую верификацию результатов. Для АПК этот подход сохраняет практическую значимость, поскольку ложные корреляции, шумные данные и ошибки сенсоров приводят к систематическим искажениям прогноза и управленческих оценок [5].

Технические аспекты внедрения ИИ дополняются управленческими и психологическими барьерами. В докладе OECD «AI in agriculture: Progress in Implementing the European Union Coordinated Plan on Artificial Intelligence (Volume 2)» подчеркивается влияние пользовательского доверия и понимания принципов работы цифровых инструментов на темпы их внедрения в аграрном секторе [6]. Схожие требования формализованы NIST в документе «Four Principles of Explainable Artificial Intelligence», который фиксирует критерии объяснимости, включая понятность, осмысленность объяснения, непротиворечивость и определение пределов применимости модели [7]. Для практики управления это означает, что система ИИ предоставляет результат, сопровождает его интерпретацией и обозначает границы применимости выводов.

В управленческой среде выделяются несколько устойчивых ограничений. К ним относится дефицит алгоритмической грамотности: ИИ может восприниматься как безусловно надежный инструмент; также встречается восприятие ИИ как технологии, требующей постоянной проверки и подтверждения выводов в предметной области. Дополнительным фактором выступает проблема ответственности: при ошибке алгоритмической рекомендации возникает неопределенность в распределении ответственности между разработчиком, поставщиком данных и менеджером, утвердившим решение. Отмечается и эффект подтверждения: чаще используются рекомендации, совпадающие с предварительными ожиданиями, и реже применяются рекомендации, которые расходятся с профессиональной интуицией. В статье «Роль поведенческих факторов в системе принятия управленческих решений» показано, что когнитивные искажения оказывают заметное влияние на качество управленческого выбора [3]. Следовательно, объяснимость ИИ относится к техническим требованиям и к организационно-психологическим условиям его результативного применения (Таблица 1).

Таблица 1– Организационные факторы внедрения ИИ в АПК и меры сопровождения

Барьер	Проявление	Мера
Низкая алгоритмическая грамотность	Неверное чтение рекомендаций	Обучение, инструкции интерпретации
Доверие к выводу модели	Слабое использование рекомендаций	Пояснения и границы применимости
Ответственность	Неясность «кто отвечает»	Регламент, протокол решения
Эффект подтверждения	Отбор «удобных» рекомендаций	Единый шаблон объяснения
Подготовленность отрасли	Разрыв компетенций	Методическая поддержка, тренинги

Развитие национального подхода к интерпретируемым интеллектуальным системам связано с белорусской научной школой БГУИР под руководством В. Голенкова. В работе «Next-Generation Intelligent Computer Systems and Technology of Complex Support of Their Life Cycle» представлена технология OSTIS (Open Semantic Technology for Intelligent Systems), основанная на принципе открытого семантического представления знаний [8]. В рамках OSTIS процесс решения задачи задается последовательностью шагов в семантическом графе, что обеспечивает прослеживаемость рассуждения, семантическую совместимость источников данных и возможность интеграции нейросетевых методов с формализованным знанием [8]. Для Беларуси данный подход рассматривается как элемент технологического суверенитета и как основа для разработки решений, адаптированных к задачам национального АПК. Сравнительная характеристика данного подхода в управленческих задачах представлена в Таблице 2.

Таблица 2– Подходы к интерпретируемости моделей при принятии управленческих решений

Подход	Основание объяснимости	Результат для пользователя	Управленческая роль
Пост-хок XAI	Объяснение поверх модели	Причины вывода	Контроль, разбор решений
Интерпретируемые модели	Прозрачная конструкция	Понятная логика	Проверяемость в критичных решениях
OSTIS (семантика)	Трасса вывода в графе	Прослеживаемое рассуждение	Аудит, совместимость данных

Практическое применение XAI в АПК Беларуси рассматривается в нескольких направлениях. Первое – точное земледелие. ИИ применяется для расчета доз внесения удобрений, норм полива и прогнозирования урожайности. Как отмечают А. Ефремов в статье «Обзор тенденций цифровой трансформации сельскохозяйственного производства» и С. Савельева в работе «Цифровое агротехнологическое развитие: инновации в сельском хозяйстве для эффективного производства и управления ресурсами», результативность цифровизации АПК определяется наличием данных и технологий, уровнем готовности отрасли, компетенциями специалистов и менеджеров, а также доступностью информации и обучения, обеспечивающих осмысленное применение цифровых рекомендаций [10-11]. В рамках XAI цифровая рекомендация сопровождается интерпретацией, понятной специалисту, и используется в качестве основания для профессионального решения.

Второе направление – мониторинг состояния посевов и диагностика болезней по снимкам с дронов и спутников. В таких задачах применяются сверточные нейронные сети, а методы explainable AI позволяют выделять участки изображения, внесшие наибольший вклад в вывод модели. Это поддерживает оценку корректности результата и снижает вероятность неверной интерпретации изображений, связанной с артефактами освещения, тенями или шумом. Данный подход описан в обзоре «Explainable AI in agriculture: review of applications, methodologies, and future directions» [4].

Третье направление – селекция и фенотип-генотипное картирование. Исследовательские проекты, связанные с работами С. Дас Чоудхури, демонстрируют применение explainable AI для выявления признаков, значимых для продуктивности и устойчивости растений, включая морфологические характеристики и параметры развития. Об этом сообщается в материале «Choudhury leading explainable AI project in agriculture» [9]. Для селекции ценность объяснимости связана с возможностью интерпретировать вклад отдельных признаков в прогноз и использовать результаты в селекционно-генетических программах.

Ключевые направления применения XAI в АПК Беларуси и ожидаемые эффекты для конечных пользователей данными представлены в Таблице 3.

Таблица 3 – Методы объяснимого искусственного интеллекта и их применение в АПК

Направление	Типовая задача	Данные	Компонент XAI	Эффект
Точное земледелие	Удобрения, полив, прогноз урожайности	Агрометео табличные показатели	Пояснение факторов рекомендации	Осмысленное применение рекомендации в работе специалиста
Мониторинг посевов	Диагностика болезней по снимкам	Дрон/спутник	Карты атрибуции (вклад зон изображения)	Оценка корректности вывода по визуальным основаниям
Селекция	Фенотип-генотипное картирование	Фенотипические признаки/измерения	Выделение значимых признаков	Интерпретация вклада признаков для селекционных решений

Таким образом, проведенное исследование позволяет констатировать, что развитие систем объяснимого искусственного интеллекта выступает обязательным этапом цифровой трансформации управления в аграрном секторе. Внедрение интерпретируемых моделей обеспечивает соблюдение принципа ограниченной рациональности, позволяя специалистам аргументированно обосновывать выбор управленческих воздействий на основе верифицируемых данных. Применение методик LIME и SHAP в задачах точного земледелия и мониторинга посевов повышает уровень доверия к автоматизированным рекомендациям за счет раскрытия факторов, влияющих на итоговый результат. Важно отметить, что объяснимость алгоритмов способствует эффективной интеграции цифровых инструментов в традиционные технологические циклы, сохраняя преемственность агрономических знаний и минимизируя вероятность принятия ошибочных решений при обработке аномальных значений данных.

Использование отечественной технологии OSTIS представляет собой перспективное направление для обеспечения прозрачности интеллектуальных систем на государственном уровне. Семантическое представление знаний позволяет визуализировать логику вывода в виде графовых структур, что упрощает аудит решений и интеграцию нейросетевых моделей в существующие контуры управления. Данный подход способствует укреплению технологического суверенитета Республики Беларусь и создает условия для разработки цифровых продуктов, адаптированных к специфике национального агропромышленного комплекса.

Анализ организационных аспектов показал значимость нейтрализации психологических барьеров и когнитивных искажений в профессиональной среде. Внедрение регламентированных шаблонов объяснения и реализация программ повышения алгоритмической грамотности персонала должно позволить повысить эффективность взаимодействия человека и интеллектуальной системы. Устранение неопределенности в вопросах ответственности за принятые решения должно быть достигнуто через предоставление понятных интерфейсов интерпретации и предварительное определение границ применимости используемых алгоритмов.

Практическая реализация предложенных направлений в сфере селекции и агротехнического планирования должна стать драйвером планомерного роста производственных показателей и устойчивого развития отрасли. Использование прозрачных архитектур должно обеспечить трансформацию искусственного интеллекта из инструмента формирования статистических прогнозов в полноценную систему поддержки принятия решений. Сформулированные выводы на основе анализа отраслевых источников подтверждают статус объяснимого ИИ как ключевого фактора обеспечения продовольственной безопасности и повышения качества отраслевого регулирования в условиях современной цифровой экономики. Таким образом, переход к интерпретируемым моделям станет логическим завершением процесса построения доверенной интеллектуальной среды в АПК.

Список использованных источников:

1. Molnar, C. Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable [Electronic resource] / C. Molnar. – 3rd ed. – URL: https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/ (date of access: 25.02.2026).

2. What is Explainable AI? (XAI) [Electronic resource] // IBM. – URL: https://www.ibm.com/think/topics/explainable-ai (date of access: 25.02.2026).

3. Тихомиров, А. А. Роль поведенческих факторов в системе принятия управленческих решений / А. А. Тихомиров // Теоретическая и прикладная экономика. – 2025. – № 3. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-povedencheskih-faktorov-v-sisteme-prinyatiya-upravlencheskih-resheniy(дата обращения: 25.02.2026).

4. Pai, D. G. Explainable AI in agriculture: review of applications, methodologies, and future directions [Electronic resource] / D. G. Pai, M. Balachandra, R. Kamath // Engineering Research Express. – 2025. – Vol. 7, No. 3. – Art. 032202. – DOI: 10.1088/2631-8695/ae086a. –

URL: https://www.researchgate.net/publication/395957298_Explainable_AI_in_agriculture_review_of_applications_methodologies_and_future_directions (date of access: 25.02.2026).

5. Rudin, C. Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead [Electronic resource] / C. Rudin // Nature Machine Intelligence. – 2019. – Vol. 1, No. 5. – P. 206–215. – DOI: 10.1038/s42256-019-0048-x. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9122117/ (date of access: 25.02.2026).

6. Progress in Implementing the European Union Coordinated Plan on Artificial Intelligence (Volume 2): Uptake in High-Impact Sectors [Electronic resource] / OECD. – Paris : OECD Publishing, 2026. – 229 p. – DOI: 10.1787/3ac96d41-en. – URL: https://www.oecd.org/en/publications/progress-in-implementing-the-european-union-coordinated-plan-on-artificial-intelligence-volume-2_3ac96d41-en/full-report/ai-in-agriculture_c9ac6d24.html (date of access: 25.02.2026).

7. Four Principles of Explainable Artificial Intelligence [Electronic resource] / P. Jonathon Phillips, C. A. Hahn, P. C. Fontana [et al.]. – NISTIR 8312. – Gaithersburg, MD : National Institute of Standards and Technology, 2021. – URL: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2021/nist.ir.8312.pdf (date of access: 25.02.2026).

8. Golenkov, V. Next-generation intelligent computer systems and technology of complex support of their life cycle [Electronic resource] / V. Golenkov, N. Gulyakina // Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2022). – URL: https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/49336 (date of access: 25.02.2026).

9. Stromberg, R. Choudhury leading explainable AI project in agriculture [Electronic resource] / R. Stromberg // IANR News. – 13 October 2025. – URL: https://ianrnews.unl.edu/article/choudhury-leading-explainable-ai-project-in-agriculture-0 (date of access: 25.02.2026).

10. Ефремов, А. А. Обзор тенденций цифровой трансформации сельскохозяйственного производства / А. А. Ефремов, И. Л. Ковалев // Аграрная экономика. – 2023. – № 1. – С. 50–57. – DOI: 10.29235/1818-9806-2023-1-50-57.

11. Савельева, С. В. Цифровое агротехнологическое развитие: инновации в сельском хозяйстве для эффективного производства и управления ресурсами / С. В. Савельева, Н. А. Сырокваш // Формирование эффективной системы менеджмента в условиях транзитивной экономики : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (Мелитополь, 26–27 марта 2024 г.). – Мелитополь : МелГУ, 2024. – С. 584–588.

UDC 004.8:631/635

EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A FACTOR OF TRUST IN DECISION SUPPORT SYSTEMS IN AGRICULTURE

Klimenka I.V., Master's degree student, group 476701

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Efremov A.A. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. The article examines the issue of interpretability in artificial intelligence systems within the framework of the digital transformation of public and corporate governance. The author explores the impact of opaque algorithms on the managerial decision-making process and adherence to the principle of rationality. The significance of implementing Explainable AI (XAI) technologies in the agro-industrial complex of the Republic of Belarus is substantiated as a key factor in ensuring food security. The study analyzes methodological approaches such as LIME and SHAP, alongside the potential of semantic technologies for verifying model outputs. Furthermore, the author evaluates organizational barriers and cognitive biases arising from the operation of intelligent systems. Priority areas for utilizing transparent architectures are proposed to enhance resource allocation efficiency and breeding operations in the agricultural sector.

Keywords. Explainable AI, digital transformation, agro-industrial complex, model interpretability, food security, technological sovereignty.

УДК 004.65:004.8

124. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ DATA MAINING В АНАЛИЗЕ ДАННЫХ

Кульбако А.Е., Рыбак К.А., студентки группы 377901
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – магистр экономических наук, старший преподаватель каф. ЭИ

Аннотация. В работе рассматривается технология Data Mining как инструмент извлечения скрытых знаний из больших массивов данных. Описаны основные типы выявляемых закономерностей: ассоциация, последовательность, классификация, кластеризация и прогнозирование временных рядов. Приведена классификация методов анализа – от статистических до нейросетевых алгоритмов и деревьев решений. Особое внимание уделено интеграции Data Mining с OLAP-технологиями для повышения эффективности поддержки принятия решений. Показано, что успешное применение технологии определяется не только выбором алгоритмов, но и культурой работы с данными.

Ключевые слова. Data Mining, ассоциация, последовательность, классификация, дискриминантный анализ, кластеризация, кластерный анализ, прогнозирование временных рядов, нейросетевые алгоритмы, деревья решений, OLAP Data Mining.

В современном мире объем накапливаемых данных растет экспоненциально. Предприятия, научные учреждения, государственные структуры сталкиваются с проблемой не столько сбора информации, сколько ее эффективного анализа и извлечения полезных знаний. Традиционные методы статистической обработки данных не всегда позволяют выявить скрытые, неочевидные закономерности, которые могут быть критически важны для принятия решений. В этих условиях технология Data Mining (интеллектуальный анализ данных) становится ключевым инструментом, позволяющим автоматически обнаруживать корреляции, тенденции и взаимосвязи в больших массивах информации.

Термин Data Mining [1] обозначает процесс поиска корреляций, тенденций и взаимосвязей посредством различных математических и статистических алгоритмов: кластеризации, регрессионного и корреляционного анализа и других, применяемых в системах поддержки принятия решений. При этом накопленные сведения автоматически обобщаются до информации, которая может быть охарактеризована как знания.

В основу современной технологии Data Mining положена концепция шаблонов, отражающих закономерности, свойственные подвыборкам данных и составляющие так называемые скрытые знания, представленных на рисунке 1. Ключевой особенностью Data Mining является то, что поиск шаблонов производится методами, не использующими никаких априорных предположений об этих подвыборках. Иными словами, средства Data Mining отличаются от инструментов статистической обработки данных и средств OLAP тем, что вместо проверки заранее предполагаемых пользователями взаимосвязей между данными, они на основании имеющихся данных способны самостоятельно находить такие взаимосвязи, а также строить гипотезы об их характере.

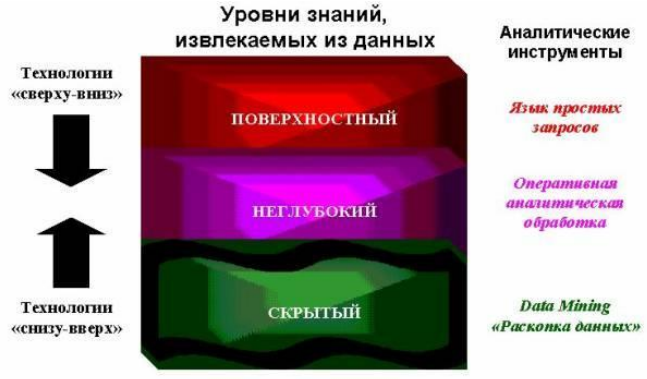


Рисунок 1 – Уровни знаний, извлекаемых из данных [2]

Процесс интеллектуального анализа данных в общем случае состоит из трех основных стадий, представленных на рисунке 2. Первая стадия – выявление закономерностей, или свободный поиск, на которой алгоритмы Data Mining исследуют массив данных с целью обнаружения статистически значимых паттернов. Вторая стадия – использование выявленных закономерностей для предсказания неизвестных значений, что называется прогностическим моделированием. На этой стадии построенные модели применяются для прогнозирования поведения объектов на основе известных характеристик. Третья стадия – анализ исключений, предназначенный для выявления и толкования аномалий в найденных закономерностях. Аномалии могут представлять особую ценность, поскольку часто указывают на нештатные ситуации, мошеннические действия или новые, ранее не известные явления.

Между стадиями нахождения и использования закономерностей иногда в явном виде выделяют промежуточную стадию – валидацию, то есть проверку достоверности найденных закономерностей. Валидация необходима для того, чтобы исключить случайные корреляции и убедиться в применимости полученных моделей к новым данным.

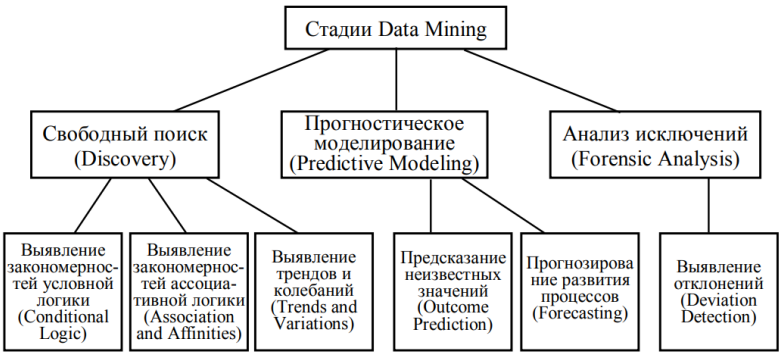


Рисунок 2 – Стадии процесса интеллектуального анализа данных [2]

Основные типы закономерностей

Методами Data Mining выделяют пять стандартных типов закономерностей, каждый из которых решает определенный класс задач.

Ассоциация позволяет выделить устойчивые группы объектов, между которыми существуют неявно заданные связи. Ассоциации записываются в виде правил A ⇒ B, где A – посылка, B – следствие. Для оценки значимости правил используются такие показатели, как распространенность (частота появления комбинации), доверительность (вероятность появления B при условии A) и мощность (сила влияния A на B).

Последовательность представляет собой метод выявления ассоциаций во времени. В данном случае определяются правила, описывающие последовательное появление определенных групп событий. Такие правила необходимы для построения сценариев и могут использоваться, например, для формирования типичного набора предшествующих продаж, которые влекут за собой последующие продажи конкретного товара.

Классификация является инструментом обобщения, позволяющим перейти от рассмотрения единичных объектов к обобщенным понятиям, характеризующим совокупности объектов (классы). Процесс классификации базируется на двух основных процедурах: обучении (построение классифицирующего правила на основе обучающей выборки) и проверке (оценка качества правила на новых данных). В рамках классификации особое место занимает дискриминантный анализ, который находит линейные или квадратичные комбинации признаков, наилучшим образом разделяющие заранее заданные классы. Дискриминантный анализ позволяет не только относить новые объекты к одному из классов, но и оценивать вклад каждого признака в разделение групп, что важно для интерпретации результатов.

Кластеризация – это распределение информации из базы данных по группам (кластерам) с одновременным определением этих групп. В отличие от классификации, здесь для проведения анализа не требуется предварительного задания классов. Кластерный анализ объединяет совокупность методов (k-means, иерархические методы, DBSCAN и др.), которые на основе мер сходства или расстояния между объектами формируют группы таким образом, чтобы объекты внутри кластера были максимально похожи, а между кластерами – максимально различны. Кластеризация широко применяется для сегментации клиентов, выделения групп риска, анализа схожести документов.

Прогнозирование временных рядов является инструментом для определения тенденций изменения атрибутов рассматриваемых объектов с течением времени. Анализ поведения временных рядов позволяет прогнозировать значения исследуемых характеристик на основе исторических данных. Данный тип закономерностей особенно востребован в финансовой сфере, при прогнозировании спроса, в экономическом и макроэкономическом анализе.

Методы и алгоритмы Data Mining

Data Mining развивалась на стыке таких дисциплин, как статистика, теория информации, машинное обучение и теория баз данных [3]. Соответственно, большинство алгоритмов и методов Data Mining были разработаны на основе методов этих дисциплин. Среди многообразия существующих методов исследования данных можно выделить несколько самых распространённых.

Статистические методы, включающие регрессионный, дисперсионный и корреляционный анализ, реализованы в большинстве современных статистических пакетов (SAS Institute, StatSoft и др.). Эти методы являются фундаментальными для количественной оценки взаимосвязей между переменными.

Нейросетевые алгоритмы представляют собой метод имитации процессов и явлений, позволяющий воспроизводить сложные нелинейные зависимости. Метод основан на использовании упрощенной модели биологического мозга: исходные параметры рассматриваются как сигналы, преобразующиеся в соответствии со связями между нейронами, а отклик всей сети является результатом анализа. Нейронные сети широко применяются для решения задач классификации, прогнозирования и распознавания образов.

Нечеткая логика применяется для обработки данных с размытыми значениями истинности, которые могут быть представлены лингвистическими переменными. Нечеткое представление знаний используется для решения задач классификации и прогнозирования в системах типа XpertRule Miner, AIS, NeuFuz.

Индуктивные выводы позволяют получать обобщения фактов, хранящихся в базах данных. В процессе индуктивного обучения может участвовать специалист, поставляющий гипотезы (обучение с учителем), либо поиск правил обобщения может осуществляться без учителя путем автоматической генерации гипотез. Современные программные средства, как правило, сочетают оба подхода.

Рассуждения на основе аналогичных случаев (Case-based reasoning, CBR) основаны на поиске в базе данных ситуаций, описания которых сходны с заданной ситуацией. Принцип аналогии позволяет предполагать, что результаты похожих ситуаций также будут близки. Недостаток метода заключается в том, что здесь не создается обобщающих моделей или правил, а надежность выводов зависит от полноты описания ситуаций.

Деревья решений представляют собой метод структурирования задачи в виде древовидного графа, вершины которого соответствуют продукционным правилам, позволяющим классифицировать данные или анализировать последствия решений. Метод дает наглядное представление о системе классифицирующих правил и эффективен для простых и средних по сложности задач.

Эволюционное программирование основано на поиске и генерации алгоритма, выражающего взаимозависимость данных, путем модификации изначально заданного алгоритма. Алгоритмы ограниченного перебора вычисляют частоты комбинаций простых логических событий в подгруппах данных.

Интеграция Data Mining и OLAP

Оперативная аналитическая обработка (OLAP) и интеллектуальный анализ данных (Data Mining) представляют собой две составные части процесса поддержки принятия решений. Однако большинство систем OLAP традиционно фокусируются на обеспечении доступа к многомерным данным, в то время как средства Data Mining работают с одномерными перспективами данных. Для повышения эффективности обработки данных эти два вида анализа должны быть объединены.

В настоящее время получает распространение составной термин «OLAP Data Mining» (многомерный интеллектуальный анализ), обозначающий такую интеграцию. Существует три основных способа формирования OLAP Data Mining.

Первый способ – «Cubing then mining» – предполагает выполнение интеллектуального анализа над любым результатом запроса к многомерному концептуальному представлению, то есть над любым фрагментом любой проекции гиперкуба показателей. Это позволяет пользователю сначала сформировать нужное многомерное сечение данных с помощью OLAP-инструментов, а затем применить методы Data Mining к полученному подмножеству.

Второй способ – «Mining then cubing» – заключается в том, что результаты интеллектуального анализа представляются в гиперкубической форме для последующего многомерного анализа. Таким образом, найденные закономерности, прогнозы или кластеры становятся новыми измерениями гиперкуба, доступными для дальнейшего исследования.

Третий способ – «Cubing while mining» – представляет собой гибкую интеграцию, позволяющую автоматически активизировать механизмы интеллектуальной обработки над результатом каждого шага многомерного анализа: при переходе между уровнями обобщения, извлечении нового фрагмента гиперкуба и т.д. Такой подход обеспечивает наиболее тесное взаимодействие между аналитическими инструментами.

Data Mining меняет сам подход к работе с данными. Раньше аналитик сначала придумывал гипотезу, а потом проверял её с помощью инструментов. Теперь же данные сами подсказывают, на что стоит обратить внимание, и помогают находить неожиданные связи. В итоге специалист может сосредоточиться на самом главном – на осмыслении того, что удалось обнаружить.

Успех Data Mining зависит не столько от сложности алгоритмов, сколько от того, насколько грамотно люди обращаются с данными: понимают ли их ограничения, видят ли возможные ошибки, умеют ли задавать правильные вопросы. В этом смысле технология становится не просто инструментом поиска ответов, а способом лучше понять то, что скрыто в данных.

Список использованных источников:

1. What is data mining? [Электронный ресурс] // IBM. – URL: https://www.trendmicro.com/ru_ru/what-is/machine-learning/data-mining.html (дата обращения: 29.03.2026).

2. Борисов, Д.Н. Корпоративные информационные системы : учебно-методическое пособие для вузов / Д.Н. Борисов // Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет». – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2007. – С. 37–42.

3. Технология Data Mining [Электронный ресурс] // Decosystems. – URL: https://www.decosystems.ru/tekhnologiya-datamining/ (дата обращения: 29.03.2026)

UDC 004.65:004.8

USING DATA MAINING TECHNOLOGY IN DATA ANALYSIS

Kulbako A.E., Rybak K.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nagulevich R.S. – Senior Lecturer, Department of Economic Informatics

Annotation. The paper considers Data Mining technology as a tool for extracting hidden knowledge from large amounts of data. The main types of revealed patterns are described: association, sequence, classification, clustering, and time series forecasting. The classification of analysis methods is given, from statistical to neural network algorithms and decision trees. Special attention is paid to the integration of Data Mining with OLAP technologies to improve the efficiency of decision support. It is shown that the successful application of technology is determined not only by the choice of algorithms, but also by the culture of working with data.

Keywords. Data Mining, association, sequence, classification, discriminant analysis, clustering, cluster analysis, time series forecasting, neural network algorithms, decision trees, OLAP Data Mining.

125. РЕДАКТОР FIGMA В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ: ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ И ДИЗАЙН-СОПРОВОЖДЕНИИ

Маскальчук Д.П. студент гр.578102

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В работе рассматрено применение Figma в деятельности предприятия как инструмента совместного проектирования, координации проектных задач и стандартизации дизайн-сопровождения. Показано, что использование платформы позволяет сократить число ошибок при передаче макетов, ускорить согласование решений и обеспечить единую среду взаимодействия между дизайнерами, менеджерами и разработчиками. Особое внимание уделено уровням внедрения Figma, архитектуре взаимодействия и организационным эффектам ее использования на предприятии.

В условиях цифровой трансформации предприятия нуждаются в инструментах, которые обеспечивают не только разработку интерфейсов, но и согласованность действий участников проекта. Использование статических макетов, PDF-файлов и отдельных графических материалов осложняет контроль версий, увеличивает длительность согласования и создает риски коммуникационных ошибок. В этой связи Figma представляет интерес как облачная среда, объединяющая проектирование интерфейсов, комментирование, прототипирование и коллективную работу в реальном времени.

Практическая ценность Figma определяется тем, что платформа формирует единое цифровое пространство проекта. В нем участники получают доступ к актуальным макетам, истории изменений, комментариям и библиотекам компонентов, что упрощает взаимодействие между подразделениями. Для предприятия это означает снижение потерь времени на передачу материалов, повышение прозрачности согласования и поддержку корпоративного стиля за счет использования общей дизайн-системы.

Среди ключевых возможностей Figma в корпоративной среде можно выделить многопользовательскую работу в реальном времени, встроенное комментирование, режим прототипирования, режим разработчика, поддержку переменных и дизайн-токенов, а также интеграцию с внешними системами (Jira, Slack, Notion, Trello и др.). В совокупности эти функции позволяют рассматривать Figma как элемент инфраструктуры управления цифровыми продуктами, а не только как графический редактор.

Ключевые возможности Figma в корпоративной среде представлены в таблице 1

Таблица 1 - Ключевые возможности Figma в корпоративной среде

Направление применения	**Практическое содержание**	**Значение для предприятия**
Совместная работа	Одновременное редактирование файлов, комментарии, история версий	Сокращение времени согласования и снижение числа противоречивых правок
Стандартизация дизайна	Библиотеки компонентов, стили, переменные, единая дизайн-система	Поддержание визуального единства цифровых продуктов
Поддержка управления проектом	Презентация макетов, контроль этапов, участие менеджеров и разработчиков	Повышение прозрачности проектной деятельности
Интеграция в цифровую среду	Связь с Jira, Slack, Notion, Trello и другими сервисами	Встраивание дизайна в общую систему бизнес-процессов

В деятельности предприятия целесообразно рассматривать три уровня внедрения Figma: исполнительский, управленческий и интеграционный. На исполнительском уровне платформа используется в основном дизайнерами и разработчиками для создания макетов, компонентов, переменных, поддержания актуальности дизайн-системы и подготовки прототипов. Здесь Figma выполняет функцию рабочей среды для ежедневных операций по проектированию интерфейсов и визуальных решений.

На управленческом уровне Figma применяется для постановки задач, согласования решений и контроля версий. Руководители подразделений и менеджеры проектов используют режим презентации, комментарии, отметки о статусе задач и версии файлов для организации процесса согласования. Это позволяет уменьшить объем переписки по электронной почте, сократить количество несогласованных изменений и обеспечить прозрачность ответственных за внесение корректировок.

Интеграционный уровень предполагает включение Figma в корпоративную информационную инфраструктуру. Речь идет о связке редактора с системами управления проектами, корпоративными мессенджерами, хранилищами документации, а также настройке прав доступа и структурировании командных рабочих пространств. В этом случае Figma рассматривается как часть единой экосистемы цифровых инструментов предприятия, а процессы работы с макетами закрепляются в регламентах и внутренних стандартах.

Внедрение Figma способствует переходу от разрозненного документооборота к централизованному управлению дизайн-материалами и проектными коммуникациями. Это особенно важно для предприятий, где проектные решения должны быстро проходить этапы обсуждения, корректировки и передачи в разработку. Дополнительным преимуществом выступает возможность выбора модели хранения данных (облачной, организационной или гибридной), что позволяет адаптировать использование платформы к требованиям конкретного предприятия по безопасности и архивированию.

Дополнительным направлением исследования является анализ влияния уровня формализации дизайн-системы на эффективность работы проектных команд. Практика показывает, что по мере перехода от разрозненных макетов к централизованным библиотекам компонентов снижается количество уникальных, не согласованных с гайдлайнами решений, а время на выпуск типовых интерфейсных элементов сокращается. Это позволяет перераспределять нагрузку с рутинных операций на задачи, связанные с аналитикой пользовательского опыта и оптимизацией бизнес-процессов, опирающихся на цифровые интерфейсы. В рамках корпоративных проектов Figma выступает средой, в которой можно зафиксировать и воспроизводить накопленные проектные решения, уменьшая зависимость предприятия от отдельных исполнителей и обеспечивая преемственность разработки.

Таким образом, Figma целесообразно рассматривать как инструмент, который объединяет задачи проектирования интерфейсов, управления согласованиями и поддержки корпоративных стандартов. Ее использование на предприятии обеспечивает более высокую скорость коммуникации, улучшает контроль версий и повышает согласованность действий участников проекта. Многоуровневый подход к внедрению, включающий исполнительский, управленческий и интеграционный уровни, позволяет встроить Figma в систему управления цифровыми продуктами и бизнес-процессами.

Научно-практическая значимость рассматриваемого подхода состоит в том, что Figma способствует повышению эффективности управления цифровыми продуктами, снижению коммуникационных издержек и формированию единой среды дизайн-сопровождения. Перспективы дальнейших исследований связаны с количественной оценкой влияния использования Figma на сроки реализации проектов, качество пользовательских интерфейсов и экономические результаты деятельности предприятия.

Список использованных источников:

1 Figma. Официальная документация и руководства по внедрению в организациях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.figma.com.

2 Крупеня А.В. Роль облачных дизайн-редакторов в управлении цифровыми продуктами / А.В. Крупеня // Информационные технологии в управлении. – 2024. – № 3. – С. 45–51.

3 Ильюшенко О.Ю. Интеграция инструментов совместного проектирования в бизнес-процессы предприятия / О.Ю. Ильюшенко, В.В. Ильюшенко. – Минск: БГУИР, 2023. – 112 с.

4 Базылев Н.И. Figma как платформа управления проектами: практические кейсы / Н.И. Базылев. – Журнал «Цифровая экономика», 2025. – № 2. – С. 22–29.

126. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА АКЦИЙ БЕЛОРУССКИХ КОМПАНИЙ

Шилец О.Ю. студентка группы УИР-2

Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь

Шабанович Р.А. – преподаватель кафедры УИР

Аннотация. В работе показано, что иерархическая кластеризация позволяет выявить структуру белорусского рынка акций и сократить набор бумаг без потери диверсификации. По данным 13 эмитентов за 2024–2026 гг. выделено 7 кластеров и предложен портфель из 7 акций вместо 13.

Классическая теория Марковица позволяет оптимизировать соотношение риска и доходности, но не показывает, какие бумаги фактически дублируют друг друга. Для решения этой задачи применена иерархическая кластеризация, группирующая акции по сходству динамики доходностей. Цель работы – показать, как этот подход помогает описать структуру белорусского фондового рынка и сократить набор активов для портфеля на данных за 2024–2026 гг.

Проверялась гипотеза о том, что акции с высокой корреляцией доходностей относятся к одному кластеру и не должны одновременно включаться в портфель, поскольку не улучшают диверсификацию. Использованы данные ежемесячного обзора «Навигатор инвестора» [1], 16 ликвидных акций белорусских эмитентов из финансового, строительного, промышленного и энергетического секторов [2], а также реализация на Python с библиотеками pandas, numpy, scipy и matplotlib [3].

Предобработка данных и методика расчётов.

Нулевые значения заменялись предыдущими значениями с последующей интерполяцией. Для дальнейшего анализа выбраны 13 акций, имеющих не менее 10 месяцев наблюдений; СветлогорскЗЖБиИК, ЦУМ Минск и Молочный Мир исключены из-за недостатка данных. Доходности рассчитывались как логарифмические изменения цен, а годовая волатильность как стандартное отклонение доходностей, умноженное на квадратный корень из 12. Кластеризация выполнялась методом Уорда.

Первичный анализ доходности и риска.

По наблюдениям 25 месяцев рассчитаны показатели доходности и риска для 13 акций. Максимальную доходность показал Белинвестбанк (212,4 % годовых), однако для него характерен и экстремально высокий риск (283,3 %), связанный с низкой ликвидностью. Высокую доходность также продемонстрировали Трест-35 (50,5 %), СРСУ-3 (47,7 %) и БЭРН (44,3 %). Отрицательная доходность наблюдалась у Брестгазоаппарата (-18,7 %), БрестМК (-11,0 %), МозырьНПЗ (-9,3 %) и Керамина (-1,6 %).

Технологическая реализация.

Библиотеки Pandas и NumPy (Python) позволяют проводить векторизованный поиск, который выполняется на уровне низкоуровневых инструкций процессора, что в десятки раз быстрее стандартных циклов.

Создание индексов в SQL-базах данных позволяет превратить медленный линейный поиск в высокоскоростной логарифмический, что является стандартом для банковских систем.

Распределение поискового запроса по нескольким ядрам или серверам позволяет обрабатывать терабайты данных в реальном времени, что необходимо для систем обнаружения мошенничества.

Корреляционный анализ.

Корреляционный анализ выявил заметные внутрисекторные связи. Наиболее выраженные зависимости зафиксированы в строительном секторе: между Трест-35 и Минскпромстроем корреляция составила 0,44, а между Трест-35 и СРСУ-3 – 0,51 по модулю.

Результаты кластеризации.

На рисунке 1 представлены дендрограмма, корреляционная матрица, динамика цен и соотношение доходности и риска по выделенным кластерам.

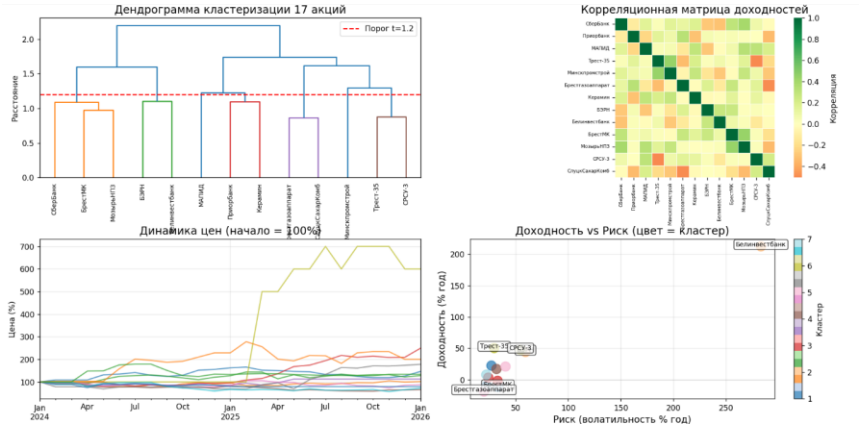


Рисунок 1 – Схема образования металл-цитратного комплекса алюминия [2], подрисуночная подпись выполняется с использованием

Иерархическая кластеризация позволила выделить 7 кластеров. В кластер 1 вошли СберБанк, МозырьНПЗ и БрестМК; в кластер 2 – Белинвестбанк и БЭРН; в кластер 3 – Приорбанк и Керамин; кластеры 4 и 7 образовали соответственно МАПИД и Минскпромстрой; в кластер 5 вошли СлуцкСахарКомб и Брестгазоаппарат; в кластер 6 – Трест-35 и СРСУ-3. Полученная структура в целом соответствует отраслевым связям между эмитентами и выделяет группы с близким профилем риска и доходности.

Практический вывод состоит в выявлении избыточных бумаг внутри кластеров. Например, в паре Трест-35 - СРСУ-3 предпочтителен Трест-35, так как при сопоставимой доходности он имеет меньший риск. Кластеры, представленные одиночными эмитентами, напротив, отражают уникальное поведение бумаг и важны для диверсификации.

На основе кластерного анализа сформирован портфель, включающий по одной акции из каждого кластера. В итоговый набор вошли:

1. СберБанк (доходность 22,6 %, риск 27,0 %);
2. Белинвестбанк (212,4 %; 283,3 %);
3. Приорбанк (3,5 %; 24,0 %);
4. МАПИД (17,2 %; 31,8 %);
5. СлуцкСахарКомб (21,1 %; 40,4 %);
6. Трест-35 (50,5 %; 29,6 %);
7. Минскпромстрой (8,1 %; 22,1 %).

Это позволяет сократить исходный набор из 13 бумаг до 7, то есть на 46 %, без потери диверсификационных свойств и делает кластеризацию удобным этапом перед последующей оптимизацией по Марковицу.

С точки зрения развития рынка выявленная структура показывает его отраслевую неравномерность. Наиболее отчётливо выделяются строительный и финансовый сегменты, тогда как ряд кластеров представлен одиночными эмитентами. Это указывает на ограниченные возможности диверсификации и подчёркивает необходимость расширения круга ликвидных бумаг из разных отраслей.

Для инвестора такой результат означает, что диверсификацию следует строить по кластерам, а не по числу бумаг. Для регулятора такая структура показывает ограничения рынка, повышающие его уязвимость к локальным шокам.

Выводы.

Иерархическая кластеризация показала пригодность для предварительного отбора активов на белорусском фондовом рынке. Выделенные 7 кластеров отражают взаимосвязи между 13 эмитентами, уменьшают размерность задачи и помогают формировать более содержательно диверсифицированный портфель. Перспективы дальнейшей работы связаны с включением облигаций, макроэкономических факторов и использованием более сложных алгоритмов кластеризации.

Список использованных источников:

1. Навигатор инвестора / Aigenis. / 2024–2026. – URL: aigenis.by/navigator-investora/ (дата обращения: 20.03.2026).

2. Васильев, В. А. Математические модели оценки и управления финансовыми рисками хозяйствующих субъектов / В. А. Васильев, А. В. Летчиков, В. Е. Лялин // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 1, № 5. – С. 219–225.

3. Pedregosa F. Scikit-learn: Machine Learning in Python / F. Pedregosa et al. // Journal of Machine Learning Research. – 2011. – Vol. 12. – P. 2825–2830.

127. ПРИМЕНЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Абибак Д.А. студентка группы 578101
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. – старший преподаватель каф. ЭИ, магистр

Аннотация. В статье рассматриваются возможности использования социальных сетей (ВК, Telegram, YouTube) в качестве вспомогательных ресурсов в образовательном процессе. Анализируются различные формы организации обучения с помощью соцальных сетей: учебные сообщества, чаты, видеолекции, опросы и прямые трансляции. Показано, что внедрение социальных сетей в образовательный процесс повышает вовлеченность студентов, позволяет им быстрее получать обратную связь и расширяет доступ к учебным материалам.

Актуальность.

Сегодня студенты проводят большую часть своего времени в социальных сетях. Игнорирование современных тенденций приводит к потере канала связи с аудиторией. Вместо того чтобы запрещать использование различных устройств, следует предложить перейти к конструктивному использованию социальных платформ в образовательном процессе.

Основные формы применения социальных сетей в обучении.

Выделяются следующие направления форм обучения:

1. Организационное: каналы и чаты в Telegram для обмена информацией о расписании, заданиях и мероприятиях в режиме реального времени.

2. Содержательное: закрытые группы в «ВКонтакте», где размещаются видеоуроки, презентации и тесты; лекции публикуются на YouTube.

3. Интерактивное: проведение опросов и тестов, организация обсуждений в комментариях и совместная работа над документами.

4. Оценочное: сбор выполненных работ через сообщения, онлайн-тестирование со статистикой ответов на тесты.

Преимущества и ограничения

К преимуществам относятся: высокая вовлеченность студентов (знакомая и комфортная среда), отсутствие барьеров для доступа (отсутствие необходимости в специальном программном обеспечении) и мгновенная обратная связь.

Ограничения: риск отвлечения внимания развлекательными материалами, необходимость саморегулирования со стороны сообщества, а также проблемы, связанные с конфиденциальностью и безопастностью данных.

Формирование цифровых компетенций обучающихся

Использование социальных сетей в учебном процессе способствует приобретению цифровых навыков, которые в настоящее время считаются ключевыми для профессиональной подготовки. Работа с материалами, участие в онлайн-дискуссиях и создание оригинального контента (видео, презентации, инфографика) развивают навыки онлайн-коммуникации, медиаграмотности и анализа информации. Эти навыки являются частью современных образовательных требований и очень востребованы на рынке труда.

Перспективы развития и направления дальнейших исследований

С развитием технологий социальные сети эволюционируют, и появляются новые образовательные инструменты: встроенные мини-приложения, боты, автоматизированные системы тестирования, совместное редактирование. Одним из потенциальных направлений является применение алгоритмов рекомендаций для персонализации обучения и анализ цифрового следа учащихся с целью определения уровня их вовлеченности. Будущие исследования могут быть посвящены изучению эффективности различных типов взаимодействия, а также разработке способов безопасного и этически корректного использования социальных платформ в процессе обучения. Социальные сети не должны заменять традиционные образовательные платформы (LMS, такие как Moodle), а выступать в качестве полезного дополнительного средства с удобной структурой каналов и высоким уровнем контроля.

Список использованных источников:

1. Патаракин, Е.Д. Социальные сервисы Web 2.0 в помощь учителю. – М.: Интуит, 2016.

2. Кравцова, А.Д. Использование Telegram в высшем образовании // Современные информационные технологии. – 2023. – № 2. – С. 34–39.

3. Патаракин, Е.Д. Социальные сервисы Web 2.0 в помощь учителю. – М.: Интуит, 2016McKinsey Global Institute. The Age of Analytics: Competing in a Data-Driven World. ─ McKinsey & Company, 2016.

128. МАРКЕТИНГОВАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Бурда Я.А, студентка гр.578101

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Белоцкая Ю.С. — ассистент каф. ИЭ

Аннотация. В тексте рассматриваются ключевые особенности ведения бизнеса в 2026 году, характеризующегося тотальной цифровизацией и автоматизацией процессов. Анализируются основные бизнес-стратегиями под влиянием технологического прогресса и изменения потребительского поведения. Особое внимание уделяется эффективным инструментам цифрового продвижения: поисковому маркетингу (SEM), работающему по модели PPC, email-рассылкам и smm-продвижению. В работе подчеркивается значимость прямого контакта с аудиторией и детально описываются преимущества каждой стратегии для повышения лояльности клиентов и рентабельности компании.

Современный бизнес в 2026 году базируется на глубокой интеграции цифровых технологий во все внутренние процессы и стратегии взаимодействия с аудиторией. Работа компаний сегодня строится на анализе данных, тотальной автоматизации и непрерывном улучшении клиентского опыта. Под давлением высокой конкуренции и растущих ожиданий потребителей производители адаптируют свои бизнес-модели, делая ставку на технологичность и гибкость.

Исследования подтверждают, что все больше взаимодействий с брендами происходит через цифровые каналы. Покупатели привыкли искать информацию онлайн, сравнивать предложения в реальном времени и получать мгновенную обратную связь. Основными инструментами для взаимодействия с клиентами являются специализированные платформы, а также различные технологии. Например, поисковой маркетинг (SEM) и контекстная реклама, email-маркетинг и рассылки, SMM-продвижение и автоматизация маркетинга.

Контекстная реклама

Реклама, с которой начинается поиск информации о продукте, является контекстной. Технология продвижения продукта, основывающаяся на контекстной рекламе, называется поисковым маркетингом (Search Engine Marketing). Цель поискового маркетинга – показать объявление в верхних страницы поисковой выдачи и получить трафик как из органических, так и из платных результатов поиска.

Платный поисковый маркетинг работает по модели PPC (pay per click, оплата за клик) – рекламодатель платит деньги только тогда, когда клиент кликает по ссылке и переходит на целевую страницу сайта. Доход, полученный от продажи продуктов или услуг через SEA, должен превышать стоимость PPC. Данная маркетинговая стратегия бизнеса является одной из наиболее эффективным стратегий.

Email-маркетинг и рассылки

Ключевая особенность email-маркетинга и рассылок заключается в прямом контакте с клиентами через электронные письма. Он основывается на согласии аудитории и помогает выстраивать доверительные отношения, что приводит к увеличению продаж и лояльности клиентов. Эта стратегия маркетинга имеет отличительные преимущества, по сравнению с другими стратегиями. Email-маркетинг характеризуется прямым доступом к аудитории, путём рассылок рекламных писем, высокой рентабельностью, увеличением лояльности клиентов, низкими денежными вложениям.

SMM-реклама

В условиях нынешнего общества практически невозможно встретить человека, который бы не взаимодействовал с социальными сетями. SMM (Social Media Marketing) – действия бизнеса, которые направлены на продвижение бренда, популяризацию товаров или услуг в социальных сетях. Еще в понятие вкладывают связь с потенциальными покупателями через соцсети. К основными задачами SMM-маркетинга относят привлечение и удержание аудитории, повышение узнаваемости и лояльности бренда, сбор клиентской базы, а также увеличение продаж. Поскольку, у данной стратегии наибольшее количество инструментов для продажи, SMM-маркетинг является самой эффективной маркетинговой стратегией в 2026 году. Основными инструментами являются контент-маркетинг, таргетированная реклама, ретаргет, реклама у блогеров и инфлюенсеров. Контент-маркетинг заключается в регулярной публикации полезных материалов в социальных сетях для привлечения аудитории. Этот процесс формирует доверие к бизнесу, что способствует росту продаж товаров и услуг. Таргетированная реклама представляет собой платный инструмент продвижения, направленный на конкретную целевую

аудиторию бизнеса. Объявления настраиваются самостоятельно через личные кабинеты соцсетей или делегируются подрядчику, обеспечивая точный показ на основе интересов и поведения пользователей. Ретаргет возвращает клиентов, которые проявили интерес к продукту, но не завершили покупку, стимулируя продажи скидками или предложениями товаров-аналогов. Реклама у блогеров и инфлюенсеров позволяет привлекать новую аудиторию через нативные упоминания или бартер.

Наконец, цифровой опыт все чаще становится конкурентным преимуществом. Потребитель готов остаться лояльным к бренду, который обеспечивает лучший сервис и удобство, даже если цена чуть выше. Маркетологи видят эту зависимость и работают рука об руку с продуктовыми командами, улучшая сервис как часть маркетинговой стратегии. В некотором смысле границы между маркетингом, продажами и обслуживанием стираются: все занимаются формированием позитивного клиентского опыта на протяжении всего жизненного цикла клиента: от первого контакта до повторных покупок.

Маркетинговые стратегии в бизнесе с использованием цифровой трансформации в 2026 году – это сочетание эмпатии, данных и технологий. Цифровая эра открывает перед бизнесом огромные возможности: от лучшего понимания своих клиентов до глобальных рынков без границ. Те компании, которые будут двигаться вперед с позитивным настроем, опираясь на проверенные факты и смелые идеи, окажутся в числе лидеров нового цифрового мира. Главное – продолжать учиться, экспериментировать и ставить в центр стратегии реального человека с его потребностями и мечтами. Это и есть главная маркетинговая стратегия.

Список использованных источников:

1. Цифровые технологии в маркетинге: современные тренды и влияние на бизнес // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://marketer.by/2025/06/18/vliyanie-cifrovyh-tehnologij-na-marketing-kak-izmenilsya-mir-reklamy-i-prodazh/

2. Маркетинг и цифровая трансформация 2025: глобальные тренды // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://companies.rbc.ru/news/FTqHqCV32s/marketing-i-tsifrovaya-transformatsiya-2025-globalnyie-trendyi/

3. Поисковой маркетинг: что это такое и как работает // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.unisender.com/ru/glossary/poiskovyj-marketing-search-engine-marketing/#anchor-1

4. Email-маркетинг 2025: зачем он нужен и как с ним работать // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mbschool.ru/faq/articles/email-marketing/

129. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕДАКТОРОВ «FIGMA» И «КАНВА» ПРИ ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Евтушенко А.Н. студентка гр. 578102

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В работе рассматривается роль графических редакторов Figma и Canva как инструментов обработки изображений в современном дизайне. Раскрывается архитектура каждого редактора: подходы к векторной и растровой графике, работа со слоями. Формализованы ключевые функции обработки изображений: обрезка, цветокоррекция, работа с масками, применение эффектов. Особое внимание уделено различиям в подходах: Figma как среда для профессионального интерфейсного дизайна, Canva как инструмент для быстрого создания визуального контента.

В современном мире визуальный контент становится ключевым элементом коммуникации, маркетинга и пользовательского опыта. Компании и частные специалисты ежедневно создают огромное количество графических материалов, однако качество и скорость обработки напрямую зависят от используемых инструментов. Простые растровые редакторы отвечают лишь на вопрос о базовом редактировании, но не позволяют гибко интегрировать изображения в сложные дизайн-системы. Решение этой проблемы обеспечивают современные облачные редакторы, среди которых центральное место занимают Figma и Canva. Концепция облачного дизайна является связующим звеном в системе визуального контента: она использует преимущества векторной графики и шаблонных решений и предоставляет интерактивный инструмент для творчества как профессиональным дизайнерам, так и неподготовленным пользователям.

Основополагающие принципы рассматриваемых редакторов включают облачную архитектуру с доступом через браузер, творческое манипулирование изображениями, доступность и быстрый отклик системы, а также поддержку многопользовательского режима. Архитектура обоих сервисов является клиент-серверной, реализующей хранение всех данных в облаке. Figma базируется на векторной графике и предоставляет расширенные инструменты работы с контурами, масками и векторными сетками. Figma позволяет не только создавать элементы интерфейса и прототипы, но и работать с изображениями, встраивая их в дизайн-системы через механизмы заливки фреймов, масок и эффектов наложения слоев [1]. Для эффективной работы в Figma рекомендуется использовать горячие клавиши (V — перемещение, R — прямоугольник, T — текст, O — эллипс, Ctrl + D — дублирование) и именовать слои, чтобы избежать хаоса в проекте [4]. Canva ориентирована на быструю обработку растровых изображений с использованием готовых шаблонов, фильтров и автоматической обрезки, где ключевыми объектами являются слои, элементы дизайна и готовые макеты [2].

Оба редактора специализируются на гибкой работе с изображениями, которая включает в себя набор операций трансформации. К основным операциям манипулирования изображениями относятся обрезка, кадрирование, цветокоррекция, работа с масками и применение эффектов. В Figma добавление изображения осуществляется через инструмент Place Image, причем фото вставляется как заливка фрейма-прямоугольника, что позволяет изменять параметры заполнения: Fill заполняет весь фрейм, Fit отображает изображение полностью с возможным появлением пустого пространства, Crop дает возможность приблизить нужный ракурс, обрезая «лишние» части, а Tile создает паттерн или узор. Кроме того, в Figma доступна регулировка цвета, яркости, контрастности и насыщенности изображения, а также наложение градиентов различных типов и использование режимов смешивания слоев. Для точного выбора цвета предусмотрена пипетка (клавиша I), позволяющая взять оттенок с любого объекта на экране [4]. Особое значение имеет возможность применения векторных объектов в качестве масок [1]. В Canva обработка изображений реализована через ряд инструментов, доступных как в бесплатной версии, так и в расширенном формате Pro. Для начала работы с фотографией пользователь может загрузить собственное изображение через раздел «Загрузки» или выбрать из встроенной библиотеки. Обрезка позволяет изменить границы изображения, выделяя нужную область. Функция «Перевернуть» отражает фото по горизонтали или вертикали. Для цветокоррекции предусмотрены фильтры, аналогичные тем, что используются в популярных мобильных приложениях, а также ручная настройка яркости, контрастности и насыщенности. На платном тарифе Pro доступно удаление фона с автоматическим выделением объекта, а также изменение размера изображения с подгонкой под нужный формат. Для придания изображению нужной формы используются рамки-маски

— например, круглая рамка автоматически делает фото круглым. Дополнительные инструменты включают настройку прозрачности, добавление теней, а также работу со слоями, позволяющую перемещать изображения вперед или назад относительно других объектов [2].

Многомерность функциональных возможностей рассматриваемых редакторов проявляется на трех уровнях: интерфейс и скорость освоения, глубина обработки изображений, интеграция в рабочий процесс. Figma ориентирована на профессиональных дизайнеров интерфейсов и требует времени на освоение, но обеспечивает высокую точность и гибкость обработки изображений благодаря векторной природе, системе компонентов и стилей, а также расширяемости через плагины. По сценариям использования Figma предпочтительна для создания сложных макетов с интеграцией графики в интерфейсные системы, особенно при необходимости точной настройки масок, градиентов и эффектов наложения. Canva, напротив, особенно подходит для студентов, специалистов SMM и внутренних коммуникаций, предлагая низкий порог знаний и быстрый результат, тогда как для профессиональных дизайнеров ее функционал может оказаться ограниченным [3]. Canva оптимальна для генерации контента в социальные сети, презентации и быстрой обработки изображений без глубокой технической подготовки.

Исходя из результатов проведенного анализа, можно сделать вывод о взаимодополняющем характере рассматриваемых инструментов. Figma и Canva решают разные классы задач в области обработки изображений: первый обеспечивает профессиональную среду для интерфейсного дизайна с тонкой настройкой графики, второй — доступный инструмент для быстрого создания визуального контента. Выбор между ними определяется конкретными задачами, уровнем подготовки пользователя и требуемой глубиной обработки изображений. В совокупности эти инструменты формируют современную экосистему визуального дизайна, позволяя гибко распределять задачи между профессиональными дизайнерами и бизнес-пользователями.

Список использованных источников:

1. Tilda Education. Гид по Фигме для начинающих веб-дизайнеров [Электронный ресурс]. — URL: https://tilda.education/articles-figma (дата обращения: 31.03.2026).

2. Canva. Как пользоваться Canva: разбор главных функций и лайфхаки [Электронный ресурс]. — URL: https://www.canva.com/ru_ru/obuchenie/kak-polzovatsya-canva/ (дата обращения: 31.03.2026).

3. Яндекс Практикум. Canva: инструкция по созданию изображений для соцсетей, презентаций и сайтов [Электронный ресурс]. — URL: https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-canva-i-kak-rabotat-v-redaktore/ (дата обращения: 31.03.2026).

4. Нетология. Как работать в Figma: обзор основных функций [Электронный ресурс]. — URL: https://netology.ru/blog/figma-guide (дата обращения: 31.03.2026).

130. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИТИКИ ДАННЫХ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В КОРПОРАТИВНОМ СЕКТОРЕ

Игнатёнок П.В. студентка гр. 578101
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Инженерно-экономический факультет,
г. Минск, Республика Беларусь

Белоцкая Ю.С. – ассистент, каф. ЭИ

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические основы и практические аспекты применения аналитики данных для принятия стратегических решений в корпоративном секторе. Систематизированы основные уровни аналитики данных и соответствующий им инструментарий. На основе анализа корпоративных кейсов компаний Procter & Gamble, Citadel, Сбербанк, Walmart и Amazon показана взаимосвязь между внедрением data-driven подхода и улучшением ключевых финансовых и операционных показателей. Выявлены основные барьеры внедрения аналитических технологий.

Актуальность

В условиях цифровой трансформации данные превратились в стратегический актив корпорации. По данным исследования McKinsey Global Institute, компании, ориентированные на data-driven подход, в 23 раза чаще привлекают новых клиентов и в 19 раз чаще демонстрируют устойчивую прибыльность по сравнению с конкурентами. При этом лишь 6% компаний глобально готовы публично позиционировать себя как data-driven бизнес, что подчёркивает существенный разрыв между потенциальными возможностями аналитических технологий и фактическим уровнем их интеграции в корпоративные процессы.

Рост объёмов данных, развитие облачных платформ и доступность инструментов машинного обучения усиливают потребность в системном использовании аналитики на всех уровнях корпоративного управления.

Теоретические основы

В научной литературе выделяют несколько уровней аналитики данных, применяемых в корпоративном управлении. Описательная аналитика отвечает на вопрос «что произошло?» и формирует ретроспективную картину деятельности компании посредством отчётности и визуализации KPI. Разведочный анализ (EDA) направлен на выявление скрытых закономерностей, распределений и аномалий в данных. Прогностическая аналитика использует методы машинного обучения и статистические модели для ответа на вопрос «что произойдёт?» в частности, регрессионный анализ, временные ряды и алгоритмы классификации. Предписывающая аналитика не только прогнозирует результаты, но и рекомендует оптимальные управленческие решения на основе оптимизационных моделей. Указанные уровни образуют иерархию аналитической зрелости, в которой каждая последующая стадия опирается на результаты предыдущей.

Эволюция инструментария шла от традиционных систем поддержки принятия решений (DSS) и информационных систем руководителя (EIS) к современным платформам бизнес-интеллекта (BI) и облачным аналитическим экосистемам.

Практическое применение

Анализ корпоративных кейсов демонстрирует конкретные результаты внедрения аналитики. Компания Procter & Gamble использует платформы Microsoft Azure и Amazon SageMaker для анализа потребительских предпочтений и управления цепочками поставок: операционный доход вырос с $17,8 млрд в 2022 году до $18,1 млрд в 2023 году. Citadel применяет технологии Hadoop, Spark и NLP для прогнозирования рыночных тенденций и управления рисками в реальном времени; активы под управлением выросли с $841 млн до $943 млн за тот же период. Сбербанк внедрил платформы Apache Hadoop, Apache Spark, а также собственные инструменты SberDataExchange и Sber Process Mining для анализа кредитных рисков и оценки клиентских потребностей – за 2023 год клиентская база выросла на 2,1 млн человек. В ритейле показателен опыт Walmart и Amazon: первый оптимизирует запасы в режиме реального времени, второй – персонализирует рекомендации на основе поведенческих данных.

В качестве технологического стека в корпоративном секторе широко применяются языки программирования Python и R, СУБД классов SQL и NoSQL, BI-платформы (Tableau, Power BI, Visiology), а также инфраструктурные решения для Big Data (Apache Spark, Hadoop).

Представленные кейсы демонстрируют, что внедрение аналитических платформ приводит не только к улучшению операционных показателей, но и к формированию устойчивых стратегических преимуществ, основанных на данных.

Барьеры внедрения

Несмотря на очевидные преимущества аналитики данных, компании сталкиваются с рядом системных ограничений. Обычно выделяют три группы барьеров: технологические, кадровые и организационные.

К технологическим барьерам относится низкое качество корпоративных данных (до 30% рабочего времени аналитиков уходит на их очистку и подготовку). Кадровые ограничения связаны с дефицитом квалифицированных специалистов в области Data Science и инженерии данных. Организационные барьеры включают высокие первоначальные инвестиции, необходимость перестройки бизнес-процессов и сопротивление при формировании data-driven культуры.

Дополнительным барьером выступают вопросы информационной безопасности и защиты персональных данных, особенно в условиях роста объёмов обрабатываемой информации и ужесточения регуляторных требований.

Таким образом, аналитика данных обеспечивает переход корпоративного управления от реактивной к проактивной модели стратегического управления. Наибольший эффект достигается при комплексном применении всех уровней аналитики в совокупности с соответствующей технологической инфраструктурой и data-driven культурой внутри организации. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка отраслевых моделей оценки зрелости аналитических компетенций и методик измерения ROI от внедрения аналитических платформ.

Список использованных источников:

4. Соловьев К. А. Использование данных для стратегического принятия решений в крупных корпорациях // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2024. – Т. 8-3(95). – С. 204–210.

5. *Аналитика в бизнесе: как данные помогают принимать решения // Высшая школа бизнеса и технологий ГУУ. – 2025. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:* https://dpo.guu.ru/blog/analitika-v-biznese-kak-dannyye-pomogayut-prinimat-resheniya

6. Davenport T. H., Harris J. G. Competing on Analytics: The New Science of Winning. – Harvard Business Review Press, 2017. – 240 с.

7. McKinsey Global Institute. The Age of Analytics: Competing in a Data-Driven World. – McKinsey & Company, 2016.

8. Фадеева А. А., Раптунович О. М., Липницкая Н. И. Использование аналитики данных для принятия стратегических решений в корпоративном секторе // 60-я Юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. — Минск, 2024. — С. 223–225.

131. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WEB-РЕСУРСОВ КОМПАНИИ В ОЦЕНКЕ ЕЁ РЕПУТАЦИИ

Коляда А.В. студентка гр. 578102
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы оценки репутации компании на основе анализа ее веб-ресурсов. Изучены основные источники информации о компании и ее восприятии клиентами и партнерами, включая официальный сайт, социальные сети и независимые онлайн-платформы. Описан процесс мониторинга и оценки репутации компании на основе анализа ее веб-ресурсов, позволяющий систематизировать информацию о восприятии бизнеса и своевременно выявлять негативные тенденции.

Понятие «репутация» для компании включает в себя сложившееся в сознании клиентов и партнеров представление о ее надежности и качестве работы. Она определяет выбор потребителей, ведь люди предпочитают иметь дело с теми, кому доверяют. Как показывает практика, от репутации напрямую зависят продажи и рыночная стоимость бизнеса.

Традиционно репутацию компании оценивали по тому, что говорят партнёры, что пишут в газетах или как выглядит ее финансовая отчётность. Стремительное развитие сети инфо-коммуникаций все изменило. Большая часть общения компании с клиентами, партнёрами и даже конкурентами происходит в интернете. Именно там формируется мнение о бизнесе. От того, как компанию воспринимают в сети, зависит, захотят ли люди доверять ей. Выбор клиента зависит не только от качества товара, но и от того, насколько он доверяет компании. В нынешнее время можно заметить, что, в основном, доверие определяется тем, как компания показывает себя в интернете. Доверие в интернете является бесценным активом любого бренда. Можно выпустить товар идеального качества, но, если в сети о нем плохо говорят, его просто не купят.

В роли основных источников для оценки репутации можно выделить три типа веб-ресурсов, каждый из которых дает важную информацию о положении компании в интернете:

- официальный сайт компании;
- независимые онлайн-платформы;
- социальные сети.

Репутационное значение официального сайта компании определяется прежде всего его содержательным наполнением. Наличие актуальной информации о руководстве, финансовых результатах, лицензиях и сертификатах формирует доверие со стороны клиентов. Прозрачность деятельности, демонстрируемая через сайт, напрямую влияет на восприятие компании как надёжного партнёра. Современный потребитель перед покупкой обязательно изучает официальные источники, и, если сайт давно не обновлялся, содержит ошибки или неполные сведения, это вызывает обоснованные сомнения. Кроме того, удобство навигации, скорость загрузки страниц и адаптация под мобильные устройства также влияют на первое впечатление о компании.

На независимых онлайн-платформах (сайтах с отзывами, форумах и т.д.) публикуют свои мнения реальные клиенты, компания не может их напрямую контролировать. Поэтому отзывы здесь считаются наиболее объективным индикатором репутации. Опыт показывает, что значительная часть потенциальных клиентов может быть потеряна, если при поиске информации о компании пользователь сразу сталкивается с негативными отзывами. Однако важно не только количество положительных или отрицательных отзывов, но и то, как компания на них реагирует. Ответы на негативные отзывы, попытки разобраться в ситуации и помочь клиенту часто производят более сильное впечатление, чем сам отзыв.

Динамичное развитие социальных сетей привело к появлению нового, трудного для прогнозирования и контроля типа угрозы репутации предприятий. Социальные сети могут быть как инструментом улучшения и продвижения бренда, так и источником серьезных репутационных рисков. Один пост или сообщение, разосланное тысячам зрителей, способно запустить волну негативных откликов, которую трудно остановить. Поэтому регулярный мониторинг социальных сетей становится

необходимым элементом управления репутацией. Важно отслеживать не только упоминания компании, но и содержание комментариев, активность подписчиков, скорость реакции на обращения.

Каждый из этих источников дает свою, часто неполную картину. Например, на официальном сайте всё может выглядеть безупречно, но в социальных сетях компания может быть неактивна, а на независимых платформах иметь много негативных отзывов. Только сопоставление данных по всем трем группам ресурсов позволяет составить объективное представление о реальной репутации компании.

Для эффективного управления онлайн-репутацией необходим комплексный подход, включающий регулярный мониторинг и аналитику СМИ и социальных сетей, систематическую работу с упоминаниями, а также постоянное отслеживание того, что пользователи видят о компании в интернете в первую очередь. Мониторинг позволяет не только собирать информацию, но и своевременно замечать негативные тенденции, пока они не переросли в серьезный репутационный кризис, требующий больших затрат на урегулирование.

Таким образом, веб-ресурсы компании являются доступным и информативным источником для оценки репутации. Анализ официального сайта, социальных сетей и независимых платформ позволяет получить объективное представление о деятельности компании и может быть использован как в управленческой практике, так и в исследовательских целях. Для руководителей компании это помогает вовремя замечать проблемы, понимать, что о них говорят клиенты, и принимать верные решения. Эти данные дают возможность анализировать, как в интернете складывается доверие к бизнесу, и разрабатывать более точные подходы к оценке репутации. Компании, которые внимательно относятся к тому, как они представлены в интернете, и систематически работают над улучшением своего образа в сети, имеют преимущество перед конкурентами, поскольку демонстрируют открытость к диалогу и заботу о своей репутации, что вызывает доверие у клиентов.

В итоге можно сделать следующие выводы:

1. Работа над цифровой репутацией становится не просто дополнительной задачей, а одной из важнейших частей стратегии развития бизнеса.

2. Повышение репутации – это доверие партнеров, так как с надежными компаниями охотнее сотрудничают, предлагают выгодные условия и реже сомневаются в их стабильности.

3. Усилия любой компании, заботящейся об успешности своего бизнеса, должны быть направлены на внедрение ИТ-технологий в процесс оценки и мониторинга уровня своей репутации.

Список использованных источников:

1. *Петров, С.А. Управление репутацией в интернете: практическое руководство. – М., 2021.*
2. *Бюрг, Ю. Формула онлайн-репутации, или Простыми словами об ORM / Ю. Бюрг, О. Кошкин; под ред. Л. Смилевской – М., 2022. – 272 с.*
3. *Шагеева, Г.Р. Социальные сети как источник репутационного риска предприятия / Г.Р. Шагеева, М.Р. Сафиуллин// Проблемы современной экономики. – 2023. – № 1 (85). – С. 50–53.*

132. РОЛЬ ЭЛЕКТРОННЫХ ТОРГОВЫХ ПЛОЩАДОК В ТРАНСФОРМАЦИИ СОВРЕМЕННОЙ РЫНОЧНОЙ СТРУКТУРЫ

Боровой Д.А. студент гр.578105
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. – старший преподаватель кафедры ЭИ, магистр

Аннотация. В тезисах анализируется влияние онлайн-площадок на торговлю в России и Беларуси. Рассмотрены модели Wildberries, Ozon, Яндекс.Маркет (FBO/FBS), рост e-commerce до 11,2 трлн руб. в РФ и 1,05 млрд руб. в РБ. Выявлены преимущества (масштаб, логистика) и недостатки (конкуренция, импорт из Китая). Российские платформы доминируют в Беларуси (40%). Предложены меры: поддержка МСП, национальные платформы, маркировка. Маркетплейсы ускоряют цифровизацию, но усиливают асимметрию рынка.

Основные характеристики платформ. Wildberries, Ozon и Яндекс.Маркет объединяют сотни тысяч продавцов, создавая для покупателей доступ к миллионам товаров по конкурентным ценам. Главная цель – максимальный трафик и оборот, а не продвижение отдельных брендов. В России площадки заняли 14% всей розницы, обработав 6,8 млрд заказов. Российские маркетплейсы контролируют более 40% белорусского e-commerce, выстроив собственные сети доставки.[4][5][1]

Ключевые отличия от традиционных интернет-магазинов. Одиночные онлайн-магазины фокусируются на развитии одного бренда, владеют складами и строят лояльность. Площадки же предоставляют общую витрину множеству продавцов, зарабатывая на комиссиях (15-30%) без прямой рекламы отдельных участников.[6]

Таблица 1 – Сравнение онлайн-площадок и традиционных магазинов

Критерий	Онлайн-площадки	Традиционные магазины
Ассортимент	Миллионы SKU от тысячи продавцов	Ограниченный брендовый
Логистика	FBO/FBS/DBS схемы	Собственные склады
Доход	Комиссия + реклама	Прямая продажа
Аудитория	Импульсные покупки	Лояльные клиенты

Принципы работы и модели сотрудничества. Продавец проходит регистрацию, создаёт карточки товаров и выбирает схему:

- FBS – хранение на своём складе, самостоятельная упаковка и доставка в ПВЗ;
- FBO – передача товаров на склад платформы (удобно, но с комиссией 10-15%);
- DBS – дропшиппинг без склада.

Wildberries лидирует по скорости доставки (1-3 дня), Ozon – по гибкой аналитике, Яндекс.Маркет – по конверсии из поиска. Отзывы, рейтинг и участие в акциях определяют видимость карточки. В Беларуси Ozon увеличил оборот в 2,5 раза за 2023 год.[7][9][4]

Экономическое воздействие на рынки. Россия: Площадки стимулируют МСП (рост на 39% в 2024), но замедляют традиционную розницу. Реклама на платформах достигла 380 млрд руб..[10]

Беларусь: Импорт из Китая и Узбекистана вытесняет местные товары. МАРТ зафиксировал снижение доли белорусской продукции, хотя меры регулятора подняли её на 1 п.п. во II кв. 2025. Беллегпром отметил убыточность работы на площадках.[11]

Маркетплейсы помогают продавцам экономить на доставке и рекламе – до 20-30% затрат, потому что там есть готовые инструменты для подсказок покупателям. В России онлайн-торговля теперь дает 5% ВВП (в 2025 году), а в Беларуси через Ozon белорусские товары (текстиль, техника) стали продаваться на 15% больше. Но есть проблема: три большие площадки забрали почти весь трафик (90%), мелким магазинам теперь тяжело конкурировать и входить на рынок

Таблица 2 – Ключевые показатели площадок (2025г.)

Площадка	Продавцов (тыс.)	Доля в РФ (%)	Доля в РБ (%)	Средний чек (₽)
Wildberries	840	58,4	~25	1500-2300
Ozon	120	26,5	~18	2000-2800
Яндекс.Маркет	81	6,1	<5	3000-5000

Преимущества для бизнеса:

- низкий порог входа – без затрат на сайт (экономия 500 тыс. руб.);
- масштаб – доступ к 100+ млн пользователей по СНГ;
- инструменты – аналитика продаж, автоматические допродажи (+15-20% к чеку);

- логистика – развитые ПВЗ (Ozon: +8 раз в РБ за год).[4][6];
- быстрый рост продаж – для новых продавцов чек может вырасти на 10-15% за месяц благодаря акциям.

Основные риски и недостатки:

- конкуренция – 100+ похожих товаров в каждой нише;
- зависимость – алгоритмы и штрафы (до 50 тыс. руб.) непредсказуемы;
- качество сервиса – в FBO продавец не контролирует упаковку и доставку;
- подделки – 32% покупателей сталкивались с фейками.[11].

Перспективы развития. Российские площадки укрепляют позиции в Беларуси, вытесняя локальных игроков. Регуляторы обещают поддержку отечественных производителей через приоритетное размещение и снижение комиссий. E-commerce продолжит рост (прогноз РБ: +25% в 2026), но требует баланса между глобализацией и защитой рынка.[13][1]

В будущем e-commerce в Беларуси вырастет еще на 25% к 2026 году, площадки вроде Ozon и Wildberries добавят больше ПВЗ в регионах. Появятся новые правила: приоритет для белорусских товаров и снижение комиссий до 10-12%. В противном случае крупные операторы платформ усилят тенденцию к монополизации рынка, усугубив асимметрию конкурентных позиций

Список использованных источников:

11. Devby.io. Российские маркетплейсы контролируют почти половину рынка электронной торговли Беларуси [Электронный ресурс] // Devby.io. – 2025. – Режим доступа: https://devby.io/news/rossiiskie-marketpleisy-kontroliruut-pochti-polovinu-rynka-elektronnoi-torgovli-belarusi.

12. Neg.by. Объем электронной торговли в Беларуси вырос более чем в 5 раз за 5 лет [Электронный ресурс] // Neg.by. – 2025. – Режим доступа: https://neg.by/novosti/otkrytj/obem-elektronnoy-torgovli-v-belarusi-vyros-bolee-chem-v-5-raz-za-5-let/.

13. Forbes.ru. Рост рынка e-commerce в России замедлился в 2024 году [Электронный ресурс] // Forbes.ru. – 2025. – Режим доступа: https://www.forbes.ru/tekhnologii/537469-rost-rynka-e-commerce-v-rossii-zamedlilsa-v-2024-godu.

14. Neg.by. На рынке e-commerce растут продажи и конкуренция [Электронный ресурс] // Neg.by. – Режим доступа: https://neg.by/novosti/otkrytj/na-rynke-e-commerce-rastut-prodazhi-i-konkurentsiya/.

15. Officelife.media. Wildberries и Ozon контролируют более 40% рынка электронной торговли в Беларуси [Электронный ресурс] // Officelife.media. – 2025. – Режим доступа: https://officelife.media/news/63326-wildberries-i-ozon-kontroliruyut-bolee-40-rynka-elektronnoy-torgovli-v-belarusi/.

16. Vedomosti.ru. Маркетплейсы стали новым центром маркетинга в России [Электронный ресурс] // Vedomosti.ru. – 2025. – Режим доступа: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/11/25/marketpleisi-stali-novim-tsentrom-marketinga-v-rossii.

17. 4tololo.ru. Особенности магазинов на маркетплейсах: Wildberries, Ozon и Яндекс.Маркет [Электронный ресурс] // 4tololo.ru. – 2026. – Режим доступа: https://4tololo.ru/osobennosti-magazinov-na-marketpleysakh-wildberries-ozon-i-yandeks-market.

18. Smartseller.me. Яндекс.Маркет, Ozon и Wildberries — что лучше для начинающего продавца [Электронный ресурс] // Smartseller.me. – 2026. – Режим доступа: https://smartseller.me/blog/yandeks-market-ozon-i-wildberries-chto-luchshe-dlya-nachinayushhego-prodavcza/.

19. Ffstats.ru. Wildberries, Ozon или Яндекс.Маркет: Гид по выбору площадки [Электронный ресурс] // Ffstats.ru. – 2025. – Режим доступа: https://ffstats.ru/news/0ijzdd6f21-wildberries-ozon-ili-yandeksmarket-gid-p.

20. Vedomosti.ru. Как маркетплейсы превращают Россию в лабораторию цифровой торговли [Электронный ресурс] // Vedomosti.ru. – 2025. – Режим доступа: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/10/17/kak-marketpleisi-prevraschayut-rossiyu-v-laboratoriyu-tsifrovoi-torgovli-v-ramkah-platformennoi-ekonomiki.

21. Neg.by. Как в Беларуси пытаются повлиять на бизнес маркетплейсов [Электронный ресурс] // Neg.by. – 2025. – Режим доступа: https://neg.by/novosti/otkrytj/kak-v-belarusi-pytayutsya-povliyat-na-biznes-marketpleysov/.

22. МойСклад. Аналитика маркетплейсов: 24 сервиса анализа продаж [Электронный ресурс] // МойСклад. – Режим доступа: https://www.moysklad.ru/poleznoe/marketplejsy/analitika-marketpleysov/.

13. Belretail.by. Как товары из Беларуси завоевывают российский рынок на платформе Ozon [Электронный ресурс] // Belretail.by. – 2025. – Режим доступа: https://belretail.by/news/kak-tovaryi-iz-belarusi-zavoevyivayut-rossiyskiy-ryinok-na-platforme-ozon.

УДК 005.96 : 519.852

133. МЕТОД ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ IT-ПРЕДПРИЯТИЙ

Курганская П.Д., студент гр.272303

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Липницкая Н.И. – старший преподаватель, Каф.ЭИ

Аннотация. В работе рассматривается проблема оптимизации планирования работы персонала в сфере информационных технологий. Автором предложен гибридный подход, сочетающий метод целочисленного линейного программирования (ILP) и экспертные системы. Описана математическая модель минимизации затрат на оплату труда с учетом квалификации и временных ограничений. Приведены результаты апробации модели в среде MATLAB и сценарий её интеграции в современное веб-приложение.

Ключевые слова. Планирование трудовых ресурсов, целочисленное линейное программирование, IT-предприятие, оптимизация процессов, экспертные системы, распределение задач, математическое моделирование, алгоритмы управления, эффективность персонала, гибридные методы.

В условиях современной цифровой экономики человеческий капитал является основным активом IT-организаций. Эффективность деятельности предприятия напрямую зависит от качества планирования и распределения задач между специалистами. Традиционные методы управления, основанные на эмпирическом опыте руководителей, часто ведут к дисбалансу нагрузки: перегрузке одних сотрудников при недоиспользовании потенциала других. Это влечет за собой финансовые потери, срывы сроков и снижение мотивации персонала. Автоматизация данного процесса требует применения строгих экономико-математических методов, способных находить глобальный оптимум в условиях множества ограничений.

Для формализации процесса распределения ресурсов предлагается использовать модель целочисленного линейного программирования. Рассмотрим множество сотрудников $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ и множество задач $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$.

Каждая задача t_j характеризуется трудоемкостью h_j, сроком d_jи требуемым уровнем квалификации q_j. Каждый сотрудник e_i обладает фондом рабочего времени W_i, уровнем компетенций k_i и стоимостью часа работы c_i.

Целевая функция минимизации суммарных затрат на реализацию пула задач формулируется следующим образом:

$$\min \mathrm{Z} = \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{m}} \sum_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{n}} (\mathrm{c_i h_j}) \mathrm{x_{ij}} \quad (1),$$

где $\mathrm{x_{ij}}$ – бинарная переменная ($\mathrm{x_{ij}} = 1$, если задача j назначена сотруднику i, иначе 0).

Модель функционирует при соблюдении следующих условий:

1 Условие полноты: $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1$ для каждой задачи j.

2 Ограничение по времени: $\sum_{j=1}^{n} h_j x_{ij} \leq W_i$ для каждого сотрудника i.

3 Соответствие квалификации: $\mathrm{x_{ij}} = 1$ только если $k_i \leq q_j$.

Чисто математический подход может приводить к решениям, не учитывающим специфику IT-производства (например, чрезмерное дробление задач или частая смена контекста). Для адаптации модели к реальным бизнес-процессам в алгоритм вводится модуль экспертных правил (эвристик):

1 Правило непрерывности: минимизация переключений сотрудника между проектами.

2 Командное взаимодействие: учет опыта совместной работы участников.

3 Правило развития: контролируемое назначение сложных задач менее опытным кадрам для целей менторства.

Такое сочетание строгих вычислений и гибких логических условий позволяет трансформировать теоретический оптимум в практически применимый план, учитывающий человеческий фактор и сложившуюся культуру разработки.

Для проверки работоспособности предложенного метода был проведен контрольный эксперимент в среде MATLAB R2023b. В качестве объекта исследования был выбран условный отдел разработки, состоящий из 5 сотрудников с различными компетенциями и стоимостью часа работ. Пул задач на плановый период (неделю) включал 8 активностей с разными приоритетами и требованиями к квалификации. Исходные параметры ресурсов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пример используемых данных

Сотрудник	Доступное время, ч (Wi)	Квалификация (ki)	Стоимость часа, у.е. (ci)
Иванов	40	8	25
Петрова	36	7	22
Сидоров	40	6	20
Кузнецова	32	9	30
Николаев	40	5	18

Задача сводится к бинарному программированию. Целевая функция – минимизация затрат. Ограничения: каждую задачу выполняет ровно один сотрудник; загрузка сотрудника не превышает его фонд времени; квалификация исполнителя не ниже требуемой. Приоритеты учтём путём раздельной оптимизации: сначала назначаем задачи с приоритетом 3, затем 2, затем 1, с учётом оставшихся ресурсов.

```
% Данные сотрудников
W = [40; 36; 40; 32; 40]; % доступное время
k = [8; 7; 6; 9; 5];      % квалификация
c = [25; 22; 20; 30; 18]; % стоимость часа
% Данные задач
h = [16; 24; 12; 20; 8; 18; 10; 14]; % трудоемкость
q = [7; 5; 6; 8; 4; 7; 5; 6];        % требуемая квалификация
p = [3; 2; 2; 3; 1; 2; 1; 3];        % приоритет
m = length(W); % число сотрудников
n = length(h); % число задач
% Целевая функция: минимизация суммарной стоимости
f = [];
for i = 1:m
   for j = 1:n
      f = [f; c(i) * h(j)]; % стоимость выполнения задачи j сотрудником i
   end
end
% Ограничение: каждая задача выполняется одним сотрудником
Aeq = zeros(n, m*n);
beq = ones(n, 1);
for j = 1:n
   Aeq(j, (j-1)*m+1 : j*m) = 1;
end
% Ограничение: загрузка сотрудника не превышает доступного времени
A = zeros(m, m*n);
b = W;
for i = 1:m
   for j = 1:n
      A(i, (j-1)*m + i) = h(j);
   end
end
% Ограничение на квалификацию (через bounds)
lb = zeros(m*n, 1);
ub = ones(m*n, 1);
for i = 1:m
   for j = 1:n
      idx = (j-1)*m + i;
      if k(i) < q(j)
         ub(idx) = 0; % запрещаем назначение, если квалификация недостаточна
      end
   end
end
% Решаем задачу бинарного линейного программирования
intcon = 1:m*n; % все переменные целочисленные (бинарные)
[x, fval, exitflag] = intlinprog(f, intcon, A, b, Aeq, beq, lb, ub);
% Формируем матрицу назначений
```

```
assignments = reshape(x, [m, n]);
```

Применение встроенного решателя intlinprog позволило найти математически оптимальное распределение со значением целевой функции 1580 у.е. Однако первичный расчет выявил критическую проблему: самый «дешевый» сотрудник (Николаев) оказался перегружен сверх фонда рабочего времени, так как только он соответствовал ряду низкоприоритетных задач по критерию стоимости.

Для корректировки результата был задействован модуль экспертных правил, ограничивающий максимальную загрузку и перераспределяющий задачи с учетом резерва времени более квалифицированных сотрудников. Итоговая матрица назначений, полученная после интеграции экспертных правок, представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Результирующая матрица распределения задач (1 — назначено)

Сотрудник \ Задача	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8
Иванов	0	0	0	1	0	0	0	0
Петрова	1	0	0	0	0	1	0	0
Сидоров	0	0	1	0	0	0	0	1
Кузнецова	0	0	0	0	0	0	0	0
Николаев	0	1	0	0	1	0	1	0

Итоговая стоимость реализации пула задач составила 1620 у.е. Несмотря на незначительный рост затрат (+2.5%), данное решение является практически применимым, так как полностью исключает переработки и учитывает экспертные ограничения.

Визуализация результатов с помощью диаграммы Ганта (рисунок 1) позволила подтвердить равномерность распределения нагрузки. Эксперимент показал, что автоматизированный подход позволяет сократить время на составление графика в 5–7 раз по сравнению с ручным распределением, минимизируя при этом риск возникновения конфликтных ситуаций в коллективе из-за несправедливой нагрузки.

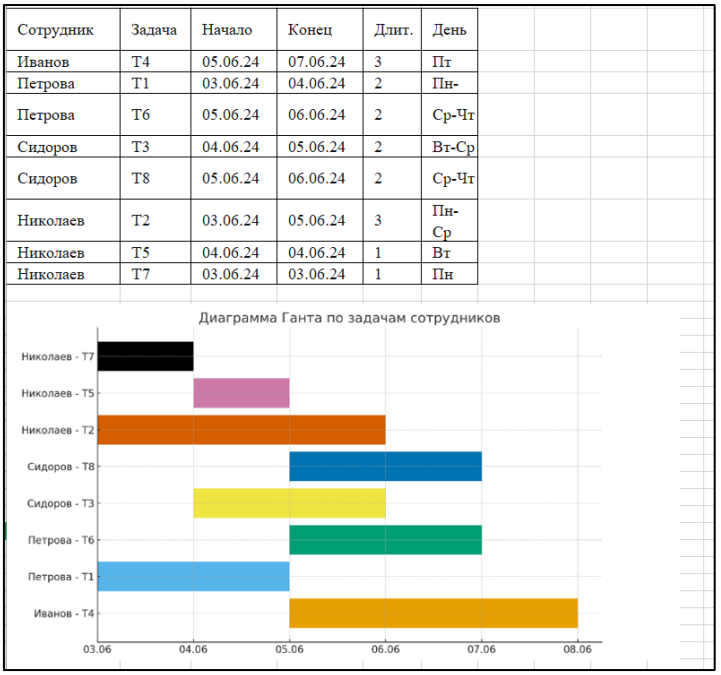


Рисунок 1 – Результат Excel

Результаты математического моделирования послужили основой для разработки модуля оптимизации в веб-приложении на стеке Spring Boot и React. Процесс взаимодействия пользователя с системой включает: загрузку данных о ресурсах из СУБД MySQL, выполнение API-запроса к серверному компоненту для запуска расчетов, визуализацию результата через интерактивные дашборды и диаграммы Ганта.

Применение методов целочисленного линейного программирования в сочетании с экспертными правилами позволяет перевести процесс планирования в IT-организациях на новый уровень. Разработанный алгоритм обеспечивает не только математическую точность распределения ресурсов, но и практическую применимость планов, учитывая человеческий фактор и нормы трудового права. Интеграция подобных моделей в современные информационные системы планирования является необходимым условием для повышения рентабельности и прозрачности управления IT-проектами.

Список использованных источников:

1. Таха, Х. А. Введение в исследование операций / Х. А. Таха. – М.: Вильямс, 2016. – 912 с.

2. State of Agile. 17th Annual State of Agile Report [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stateofagile.com/ – Дата доступа: 28.03.2026.

3. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М.: Высшее образование, 2005. – 479 с.

4. TAdviser. ИТ-рынок России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ-рынок_России – Дата доступа: 24.03.2026.

5. Habr. Математическая оптимизация в планировании ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/515432/ – Дата доступа: 20.03.2026.

UDC 005.96 : 519.852

INTEGER LINEAR PROGRAMMING METHOD IN AUTOMATED HUMAN RESOURCE ALLOCATION FOR IT ENTERPRISES

Kurganskaya P.D.[1]

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1]*, Minsk, Republic of Belarus*

Lipnitskaya N.I. – Senior Lecturer, Department of EI

Annotation. The article considers the problem of optimizing personnel planning in the field of information technology. The author proposes a hybrid approach that combines the integer linear programming (ILP) method and expert systems. A mathematical model for minimizing labor costs is described, taking into account qualification and time constraints. The results of testing the model in the MATLAB environment and a scenario for its integration into a modern web application are presented.

Keywords. Resource planning, integer linear programming, IT enterprise, process optimization, expert systems, task allocation, mathematical modeling, management algorithms, personnel efficiency, hybrid methods.

134. ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА В БАНКОВСКИХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Поведайко Н.В., студент гр.578102, Лукашевич А. Э., студентка гр.376741

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. – старший преподаватель кафедры ЭИ, магистр

Аннотация. Исследуется влияние цифровой архитектуры мобильных банковских приложений на финальные решения пользователя в контексте поведенческой экономики.

В условиях стремительной диджитализации мировой экономики банковский сектор активно переходит к парадигме «Mobile First», где мобильное приложение окончательно перестало быть простой витриной финансовых услуг, трансформировавшись в активного архитектора выбора. Формируется сложный симбиоз технологий и психологии, в котором алгоритмы и пользовательские интерфейсы становятся полноправными соавторами экономических действий человека. Основное противоречие цифровой трансформации заключается в том, что современная среда не только делает управление капиталом беспрецедентно удобным, но и создает идеальные условия для целенаправленной эксплуатации когнитивных искажений клиентов, ставя под угрозу их экономический суверенитет. Цель данного исследования заключается в комплексном анализе влияния цифровой архитектуры выбора на процесс принятия финансовых решений, а также в оценке этической допустимости использования механизмов поведенческой экономики банковскими структурами.

Теоретическим фундаментом проблемы выступает концепция ограниченной рациональности и теория дуальной системы мышления Д. Канемана. Современные мобильные интерфейсы целенаправленно конструируются таким образом, чтобы апеллировать к интуитивной, быстрой и автоматической «Системе 1». За счет радикального снижения когнитивной нагрузки интерфейсы практически не оставляют времени и пространства для включения аналитической «Системы 2», которая могла бы объективно оценить скрытые условия и риски[1]. Сама специфика мобильной среды выступает мощнейшим катализатором поведенческих эффектов. Абстрактность безналичных расчетов и бесшовность транзакций, например по биометрии, критически снижают психологическую «боль от оплаты», провоцируя бездумное потребление. Одновременно с этим доступность кредитных продуктов 24/7 стимулирует финансовую нетерпеливость и импульсивность, а физические ограничения экрана смартфона позволяют банкам эффективно управлять ограниченным вниманием пользователя[2].

В рамках сформированной архитектуры выбора активно применяются как этичные подходы, так и деструктивные манипуляции. С позиций либертарианского патернализма интерфейсы могут осуществлять «подталкивание во благо», мягко направляя клиента к финансовому благополучию без ограничения свободы воли. Это реализуется через автоматизацию накоплений (использование опций по умолчанию), внедрение ментальной бухгалтерии с помощью визуальных субсчетов и предоставление своевременной обратной связи. Однако в погоне за коммерческими метриками банки часто прибегают к «темным паттернам»— уловкам, цинично эксплуатирующим когнитивные искажения[3]. К таким манипуляциям относятся ловушки подписок, искусственное усложнение отказа от услуг, маскировка скрытых затрат и пристыжение клиента при отказе от навязанного продукта[4]. Повсеместное применение этих агрессивных практик несет системные угрозы для пользователей, среди которых неконтролируемое стимулирование закредитованности, эрозия сберегательных привычек под давлением «экономики внимания» и хроническая когнитивная перегрузка. Пользователи негативно относятся к применению «темных паттернов» и перестают пользоваться приложением при их обнаружении. Рисунок 1 показывает какое количество аудитории теряет компания при использовании «темных паттернов»[5].

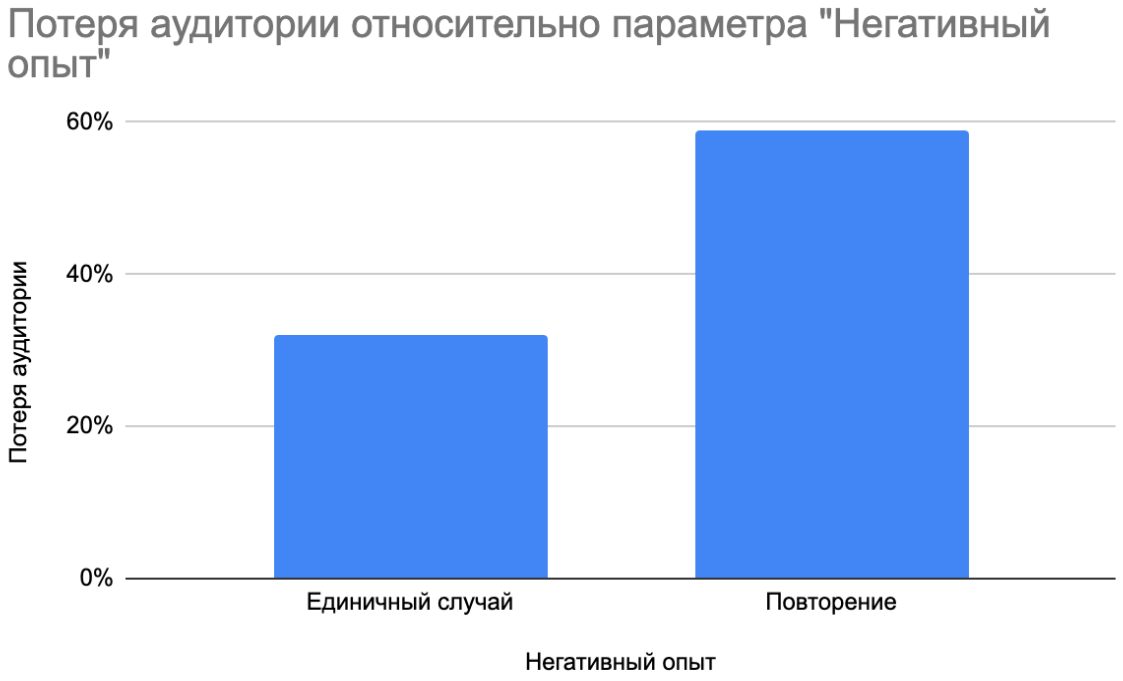


Рисунок 1 – Потеря аудитории относительно параметра «Негативный опыт» при использовании «темных паттернов»

Таким образом, в современной экономике мобильный банк представляет собой сложнопрограммируемое онтологическое пространство, где этически нейтрального дизайна не существует. Для минимизации рисков и обеспечения устойчивого развития цифрового банкинга требуется немедленный переход к парадигме ответственного банкинга и этичному проектированию. В первую очередь необходимо законодательное закрепление принципа визуальной симметрии интерфейсов, делающего кнопки согласия и отказа равнозначными, а также строгий запрет на использование скрытых дефолтов. Проектировщикам интерфейсов рекомендуется проактивно применять механизмы «полезного трения», такие как предупреждения о кассовых разрывах, чтобы помогать клиентам преодолевать когнитивные барьеры. Важнейшим шагом должно стать обеспечение алгоритмической прозрачности рекомендательных систем, чтобы исключить риск цифрового детерминизма. Наконец, банковскому бизнесу необходимо отказаться от краткосрочной сверхприбыли, получаемой за счет темных паттернов, переориентировав свои метрики на модель Win-Win, формирование долгосрочного доверия и рост показателя пожизненной ценности клиента (LTV).

Список использованных источников:

1. Когнитивные искажения в поведении непрофессионального инвестора [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/376981447_KOGNITIVNYE_ISKAZENIA_V_POVEDENII_NEPROFESSIONALNOGO_INVESTORA (дата обращения: 30.03.2026).

2. Поведенческая экономика в диджитал-среде: как алгоритмы формируют наши экономические решения [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/povedencheskaya-ekonomika-v-didzhital-srede-kak-algoritmy-formiruyut-nashi-ekonomicheskie-resheniya/viewer (дата обращения: 30.03.2026).

3. Темные паттерны vs техники подталкивания в UX: как этично повлиять на поведение пользователей [Электронный ресурс]. – URL: https://www.uprock.ru/articles/temnye-patterny-vs-tehniki-podtalkivaniya-v-ux-kak-etichno-povliyat-na-povedenie-polzovateley (дата обращения: 30.03.2026).

4. 9 видов темных паттернов и как они манипулируют пользователями [Электронный ресурс]. – URL: https://skillsetter.io/blog/9-dark-patterns (дата обращения: 30.03.2026).

5. Темные паттерны в интерфейсах: отменить, изменить, удалить [Электронный ресурс]. – URL: https://skillbox.ru/media/design/dark-patterns-in-products/ (дата обращения: 30.03.2026).

УДК 004.9:330.43:658.7

135. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОНТЕКСТЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАКУПКАХ В B2B-СЕГМЕНТЕ

Чаюк Я.С., студент гр.272303

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сторожев Д.А. – магистр экон.наук, старший преподаватель кафедры ЭИ

Аннотация. В статье рассматривается применение эконометрического моделирования для выявления ключевых факторов, определяющих динамику успешных сделок в закупочной деятельности B2B-сегмента. Построена регрессионная модель, позволяющая количественно оценить влияние товарной структуры заказов и логистических параметров на результативность закупок. Обоснована возможность интеграции полученной модели в программное средство комплексной автоматизации закупочной деятельности и поддержки принятия решений при комплексных закупках. Показана связь предложенного подхода с актуальными тенденциями цифровой трансформации закупочных систем, в том числе в контексте развития рынка государственных и коммерческих закупок в рамках ЕАЭС

Ключевые слова. Закупочная деятельность; B2B-сегмент; эконометрическое моделирование; поддержка принятия решений; автоматизация закупок; комплексные закупки; регрессионный анализ.

Современная практика организации закупочной деятельности в B2B-сегменте характеризуется нарастающей сложностью, обусловленной расширением номенклатуры товарных категорий, увеличением числа контрагентов и ужесточением требований к срокам и качеству поставок. Как отмечает А. В. Запольский, рациональная организация функционирования рынка закупок является одним из ведущих направлений повышения эффективности экономики – как на уровне государственных нужд, так и в коммерческом секторе [1]. Рынки государственных закупок в странах ЕАЭС составляют от 5 до 15 % ВВП, выступая при этом базовым элементом обеспечения нормальной работы как государственных, так и частных экономических структур [1, 2].

Общепризнанным является тот факт, что совершенствование систем закупок направлено на развитие справедливой конкуренции, снижение затрат и повышение эффективности обеспечения потребностей заказчиков качественными товарами, работами и услугами [2]. При этом эффективность закупочного процесса зависит от целого ряда факторов: нормативно-правового регулирования, рациональной организации рыночной инфраструктуры, квалификации участников, а также от степени цифровизации операционной деятельности [1, 3]. В условиях цифровой трансформации экономик, протекающей в рамках интеграционных процессов ЕАЭС, перевод закупок в электронный формат предусматривает автоматизацию принятия решений с учетом повышения качества и полноты сведений, что непосредственно касается и коммерческого B2B-сегмента [1, 4].

Целью настоящей работы является построение и анализ эконометрической модели, выявляющей факторы, влияющие на ежемесячное изменение количества успешных закупочных сделок, а также обоснование возможности применения данной модели в качестве аналитического компонента программного средства комплексной автоматизации закупочной деятельности в B2B-сегменте.

Информационной базой исследования послужили агрегированные помесячные данные о закупочных операциях, осуществлявшихся в рамках B2B-взаимодействия за период с января 2024 г. по декабрь 2025 г. (24 наблюдения). Каждая транзакция характеризовалась статусом исполнения (успешная доставка – STATUS_1 = 1), принадлежностью к одной из пяти товарных категорий (Electronics, Furniture, Office Supplies, Raw Materials, Clothing), средним временем доставки в днях (DELIVERY_DAYS) и итоговой стоимостью заключенной сделки. Следует отметить, что ограниченный объем выборки может снижать устойчивость оценок модели, что требует дальнейшего расширения базы данных в будущих исследованиях.

Для целей моделирования в качестве зависимой переменной было выбрано ежемесячное изменение количества успешно доставленных заказов – D(STATUS_1), рассчитанное как первая

разность соответствующего временного ряда. Использование первой разности зависимой переменной позволяет анализировать динамику изменения эффективности закупок, а не их абсолютный уровень. Такой подход обусловлен необходимостью обеспечения стационарности ряда, что является стандартным требованием регрессионного анализа временных рядов [5].

В качестве независимых переменных использовались первые разности количества заказов по каждой из товарных категорий – D(ITEM_0) ... D(ITEM_4), а также лагированное на один период (месяц) среднее время доставки DELIVERY_DAYS(−1). Включение лагированного значения времени доставки основано на гипотезе о том, что логистические задержки предшествующего периода оказывают отложенное негативное влияние на результативность закупок в текущем периоде. Аналогичный подход к анализу временных характеристик закупочного бизнес-процесса и их влияния на эффективность системы применялся в работе А. В. Запольского при разработке методики оценки эффективности системы государственных закупок в Республике Беларусь [3, 5].

Для проверки стационарности панельных данных был использован расширенный тест Дики–Фуллера (ADF) на основе критерия Фишера (ADF-Fisher) и тест Чой (Choi Z-stat). В спецификацию теста были включены индивидуальные эффекты и индивидуальные линейные тренды для каждой из шести переменных, выбор оптимальной длины лага осуществлялся на основе информационного критерия Шварца (SIC). Полученные значения ADF-Fisher (111,914) и Choi Z-stat (–9,081) статистически значимы на уровне 1% ($p < 0,001$), что позволяет отвергнуть нулевую гипотезу о наличии единичного корня. Таким образом, все рассматриваемые ряды являются стационарными в уровнях, что обосновывает возможность их использования в эконометрическом моделировании без предварительного перехода к разностям. Результаты теста представлены на рисунке 1.

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
Automatic selection of maximum lags
Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 1
Total number of observations: 129
Cross-sections included: 6

Method	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	111.914	0.0000
ADF - Choi Z-stat	-9.08079	0.0000

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Intermediate ADF test results D(UNTITLED)

Series	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
D(ITEM_0)	0.0010	1	4	21
D(ITEM_1)	0.0003	0	4	22
D(ITEM_2)	0.0000	0	4	22
D(ITEM_3)	0.0000	0	4	22
D(ITEM_4)	0.0002	1	4	21
D(DELIVERY_...	0.0006	1	4	21

Рисунок 1 – Результаты теста Дики–Фуллера (ADF) для выбранных временных рядов

Модель оценивалась методом наименьших квадратов (МНК) с последующей верификацией по комплексу диагностических тестов: проверка нормальности распределения остатков (критерий Жарка – Бера), тест на гетероскедастичность (тест Бройша – Пагана – Годфри), тест на автокорреляцию остатков (тест Бройша – Годфри), а также анализ мультиколлинеарности (показатели VIF).

Результаты оценки построенной регрессионной модели представлены на рисунке 2 и свидетельствуют о ее высоком качестве. Коэффициент детерминации R^2 составил 0,981, что означает: модель объясняет 98,1 % дисперсии зависимой переменной. F-статистика модели равна 135,4 при p-value < 0,000001, что подтверждает ее общую статистическую значимость. Все включенные регрессоры являются индивидуально значимыми на уровне $\alpha = 0,05$.

Таким образом, получим формулу для полученной эконометрической модели, которую можем использовать в программном средстве для прогнозирования спешности закупочных процедур, а также поддержки принятия решений:

$$\Delta y_t = 11{,}91 + 0{,}91\Delta x_{1_t} + 0{,}74\Delta x_{2_t} + 0{,}68\Delta x_{3_t} + 0{,}88\Delta x_{4_t} + 0{,}38\Delta x_{5_t} - 0{,}47 x_{6_{t-1}}, \quad (1)$$

где y – число успешных доставок в текущем месяце, x_1 – заказы по категории Electronics, x_2 – заказы по категории MRO, x_3 – заказы по категории Office Supplies, x_4 – заказы по категории Packaging, x_5 – заказы по категории Raw Materials, x_6 – среднее время доставки DELIVERY_DAYS(−1).

Dependent Variable: D(STATUS_1)
Method: Least Squares
Date: 11/11/25 Time: 19:55
Sample (adjusted): 2022M02 2023M12
Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.90625	4.230365	2.814472	0.0125
D(ITEM_0)	0.911540	0.076524	11.91189	0.0000
D(ITEM_1)	0.738200	0.127572	5.786543	0.0000
D(ITEM_2)	0.678128	0.081627	8.307670	0.0000
D(ITEM_3)	0.883408	0.117838	7.496821	0.0000
D(ITEM_4)	0.378631	0.072993	5.187220	0.0001
DELIVERY_DAYS(-1)	-0.472179	0.167405	-2.820577	0.0123

R-squared	0.980685	Mean dependent var	-0.173913
Adjusted R-squared	0.973442	S.D. dependent var	8.032050
S.E. of regression	1.308955	Akaike info criterion	3.622125
Sum squared resid	27.41381	Schwarz criterion	3.967710
Log likelihood	-34.65444	Hannan-Quinn criter.	3.709039
F-statistic	135.3956	Durbin-Watson stat	2.880237
Prob(F-statistic)	0.000000		

Рисунок 2 – Результаты оценки построенной модели

Интерпретация полученных коэффициентов позволяет сделать ряд содержательных выводов о структуре закупочного процесса. Наибольшее положительное влияние на прирост числа успешных доставок оказывает увеличение заказов по категории Electronics (коэффициент 0,912): прирост числа заказов электроники на единицу сопровождается приростом успешных доставок на 0,91 единицы при прочих равных условиях. Значительное влияние также оказывают категории Furniture (0,883) и Office Supplies (0,738). Категория Clothing демонстрирует коэффициент 0,678, а наименьший вклад вносит категория Raw Materials (0,379). Такая дифференциация может быть обусловлена различиями в логистических цепочках, надежности поставщиков и стандартизированности продукции в различных товарных сегментах.

Принципиально важным результатом является статистически значимое отрицательное влияние лагированного времени доставки (коэффициент −0,472, p = 0,012): увеличение среднего срока доставки в предыдущем месяце на один день приводит к снижению прироста успешных доставок в текущем периоде на 0,47 единицы. Данный вывод согласуется с концепцией оценки эффективности закупочного процесса, предложенной А. В. Запольским, где временные характеристики бизнес-процесса рассматриваются как существенный фактор качества системы [3]. Аналогично, в исследованиях рынков государственных закупок стран ЕАЭС отмечается, что операционная эффективность процедур, включая временные параметры, является критическим фактором результативности закупочных систем [1, 2, 4].

Результаты анализа остатков приведены на рисунке 3.

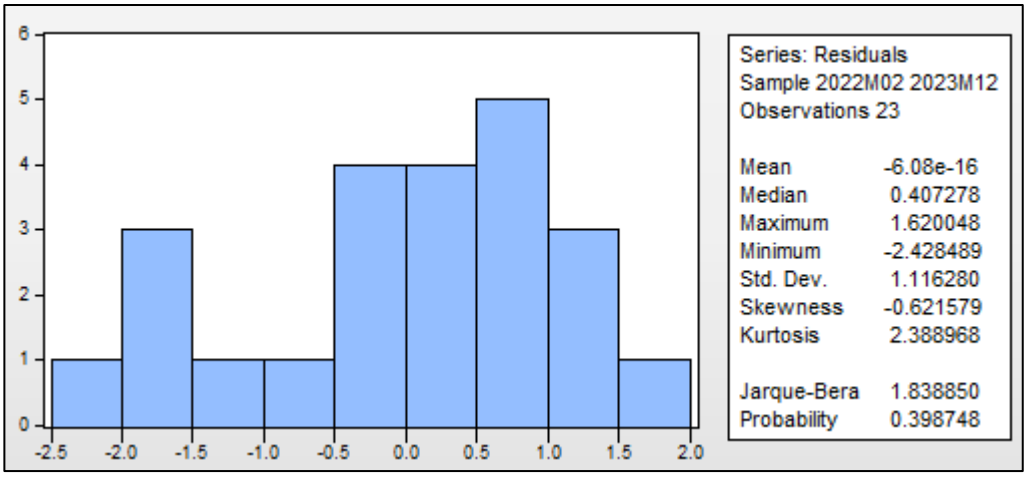


Рисунок 3 – Результаты оценки остатков построенной модели

Значения факторов инфляции дисперсии (VIF) для всех переменных находятся в диапазоне 1,39–1,89, что существенно ниже критического порога 5-10 и свидетельствует об отсутствии мультиколлинеарности. Нормальность распределения остатков подтверждена тестом Жарка – Бера (статистика 1,84, p = 0,40). Результаты VIF приведены на рисунке 4.

Included observations: 23

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	17.89599	240.2338	NA
D(ITEM_0)	0.005856	1.500394	1.496680
D(ITEM_1)	0.016275	1.595767	1.589159
D(ITEM_2)	0.006663	1.718847	1.718847
D(ITEM_3)	0.013886	1.888319	1.885148
D(ITEM_4)	0.005328	1.390018	1.389883
DELIVERY_DAYS(-1)	0.028024	239.5919	1.502722

Рисунок 4 – Результаты VIF построенной модели

Тест Бройша – Годфри на автокорреляцию остатков дает результат по критерию χ^2 (p = 0,028), по F-критерию (p = 0,074) гипотеза об отсутствии автокорреляции не отвергается на уровне значимости 5 %, что говорит об отсутствии автокорреляции. Результаты теста Бройша – Годфри приведены на рисунке 5.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	3.162858	Prob. F(2,14)	0.0735
Obs*R-squared	7.158000	Prob. Chi-Square(2)	0.0279

Рисунок 5 – Результаты теста Бройша – Годфри построенной модели

Диагностика модели подтверждает выполнение ключевых предпосылок МНК. Тест Бройша – Пагана – Годфри не выявил гетероскедастичности (F-statistic = 0,647, p = 0,692). Результаты теста Бройша – Пагана – Годфри приведены на рисунке 6.

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
F-statistic	0.647206	Prob. F(6,16)	0.6919
Obs*R-squared	4.491945	Prob. Chi-Square(6)	0.6104
Scaled explained SS	1.509667	Prob. Chi-Square(6)	0.9588

Рисунок 6 – Результаты теста Бройша – Пагана – Годфри построенной модели

Прогнозная сила модели оценивается как высокая: средняя абсолютная процентная ошибка прогноза (MAPE) составляет приблизительно 12,7 %. Декомпозиция ошибки по Тейлу демонстрирует практически идеальную структуру: систематическая ошибка (bias proportion) составляет менее 0,1 %, а несмещенная случайная составляющая (covariance proportion) – 99,5 %, что свидетельствует об отсутствии систематического смещения прогноза. График прогноза и его результаты представлены на рисунке 7.

Полученные результаты эконометрического моделирования имеют непосредственное прикладное значение для разработки программного средства комплексной автоматизации закупочной деятельности и поддержки принятия решений при комплексных закупках в B2B-сегменте. Интеграция предложенной модели в архитектуру такого программного средства может быть реализована по нескольким направлениям.

Во-первых, модель может использоваться в подсистеме прогнозирования для оценки ожидаемого числа успешных доставок на предстоящий период в зависимости от планируемой товарной структуры заказов. Это позволяет менеджерам по закупкам заблаговременно корректировать объемы заказов по отдельным товарным категориям, ориентируясь на прогнозируемую результативность [6].

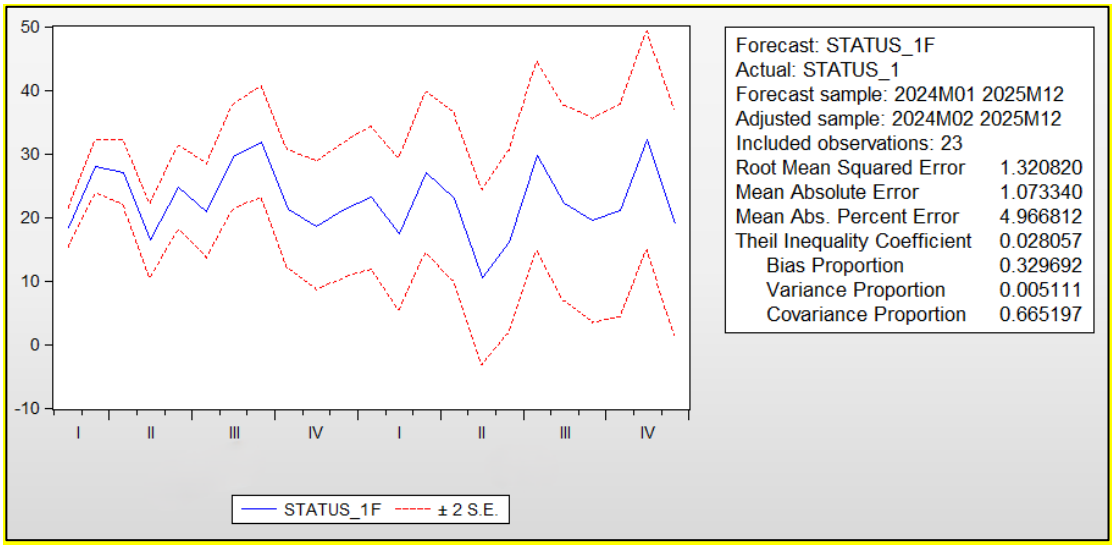


Рисунок 7 – Результаты прогноза построенной модели

Во-вторых, выявленная значимость лагированного времени доставки как предиктора успешности закупок обосновывает необходимость включения в программное средство модуля мониторинга логистических показателей с автоматическим формированием предупреждений (алертов) при превышении пороговых значений сроков доставки. Такой модуль обеспечивает превентивное реагирование на потенциальное снижение доли успешных сделок.

В-третьих, дифференциация коэффициентов влияния по товарным категориям позволяет реализовать в программном средстве функцию приоритизации закупок: система может ранжировать товарные категории по степени их вклада в общую результативность и рекомендовать оптимальное распределение закупочного бюджета [7].

Следует подчеркнуть, что предложенный подход соответствует общему тренду цифровизации закупочных процессов, который, как отмечается в работах [1, 2], предусматривает решение комплекса проблем по упрощению операционной деятельности участников закупочного процесса на основе автоматизации принятия решений с учетом повышения качества и полноты сведений. Методика оценки эффективности системы государственных закупок, предложенная А. В. Запольским [3, 6], также базируется на принципе формирования комплексного интегрального показателя на основе измеряемых параметров закупочного процесса, что концептуально согласуется с нашим подходом, при котором

измеряемые характеристики (товарная структура, время доставки) преобразуются в прогнозный показатель результативности.

При этом, в отличие от методик оценки эффективности государственных закупок, оперирующих преимущественно ретроспективными данными и экспертными весовыми коэффициентами [3, 7, 8], предлагаемая эконометрическая модель обладает прогнозной функцией и позволяет осуществлять сценарный анализ – ключевое свойство для системы поддержки принятия решений, что повышает обоснованность управленческих решений в условиях неопределенности.

В работе разработана эконометрическая модель, позволяющая оценивать влияние ключевых факторов на результативность закупочной деятельности. Включение авторегрессионного компонента и использование стационарных рядов обеспечивают корректность модели.

Полученные результаты подтверждают возможность применения эконометрических методов в системах поддержки принятия решений и их интеграции в современные программные средства автоматизации закупочной деятельности.

Список использованных источников:

1 Запольский, А. В. Трансформация рынков государственных закупок в рамках ЕАЭС / А. В. Запольский // Белорусский экономический журнал. – 2021. – С. 14–24.

2 Запольский, А. В. Особенности формирования рынка государственных закупок в Республике Беларусь в рамках реализации интеграционной модели ЕАЭС / А. В. Запольский // Материалы науч.-практ. конф. – Минск : БГЭУ, 2020. – С. 101–102.

3 Запольский, А. В. Оценка эффективности системы государственных закупок в Республике Беларусь / А. В. Запольский // Белорусский экономический журнал. – 2022. – С. 22–31.

4 Договор о Евразийском экономическом союзе [Электронный ресурс] : Астана, 29 мая 2014 г. – Режим доступа: http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depSNG/agreement-eurasian-economic-union. – Дата доступа: 20.02.2026.

5 Эконометрика : учебник / под ред. И. И. Елисеевой. – М. : Проспект, 2020. – 288 с.

6 Магина, П. Ключевые показатели эффективности государственных закупок / П. Магина // Доклад. – 10-я Платформа ОЭСР по обмену знаниями в области государственных закупок. – Стамбул, 26 мая 2014 г. – 13 с.

7 Короленок, Г. А. Принципы формирования государственных закупок в ЕС / Г. А. Короленок, А. В. Запольский // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. – 2019. – № 6. – С. 5–12.

8 Гущин, А. Ю. Определение эффективности и способы ее оценки в системе государственного заказа / А. Ю. Гущин // Фундам. исслед. – 2012. – № 9-1. – С. 204–208.

UDC 004.9:330.43:658.7

AN ECONOMETRIC APPROACH TO ASSESSING PROCUREMENT PERFORMANCE IN THE CONTEXT OF AUTOMATED DECISION SUPPORT FOR COMPLEX B2B TRANSACTIONS

Chayuk Y.S., student of group 272303

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

D.A. Storozhev, Master of Economic Sciences

Abstract. The article examines the application of econometric modeling to identify the key factors determining the dynamics of successful transactions in B2B procurement activities. A regression model is developed that enables a quantitative assessment of the impact of the product structure of orders and logistics parameters on procurement performance. The feasibility of integrating the obtained model into a software tool for comprehensive automation of procurement activities and decision support in complex purchasing is substantiated. The connection of the proposed approach with current trends in the digital transformation of procurement systems is demonstrated, including in the context of the development of public and commercial procurement markets within the EAEU.

Keywords. Procurement activities; B2B segment; econometric modeling; decision support; procurement automation; complex procurement; regression analysis.

УДК 004.8

136. ТЕСТ ТЬЮРИНГА: КОНЦЕПЦИЯ, ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ, АНАЛОГИ И КЛЮЧЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Яровская И.А., студент гр.578103, Лукашевич А.Э., студент гр.376741
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. – ст. преподаватель каф. ЭИ, магистр

Аннотация. Работа посвящена анализу теста Тьюринга как фундаментального критерия оценки искусственного интеллекта. Рассматривается история создания концепции «игры в имитацию», её эволюция от первых программ ELIZA и PARRY до современных языковых моделей GPT-4 и Gemini. Особое внимание уделяется критике подхода, включая мысленный эксперимент «китайская комната» Джона Сёрла, и анализу современных альтернатив: схеме Винограда и тесту Ады Лавлейс. В статье исследуются этические аспекты имитации человеческого поведения и перспективы перехода к комплексным методам оценки когнитивных способностей машин.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, тест Тьюринга, игра в имитацию, машинное мышление, обработка естественного языка, большие языковые модели, когнитивные способности, имитация человека, глубокое обучение, критерии интеллекта.

Вопрос о способности машин мыслить долгое время оставался абстрактной философской проблемой. В 1950 году Алан Тьюринг предложил превратить его в практическую задачу, сформулировав критерий интеллекта, основанный на способности машины имитировать человека в диалоге [1]. Этот тест определил развитие искусственного интеллекта на десятилетия вперед.

Актуальность изучения теста Тьюринга обусловлена стремительным развитием систем искусственного интеллекта. Современные большие языковые модели — GPT-4, Claude, Gemini — демонстрируют способности к генерации текста и поддержанию диалога, которые ставят под вопрос традиционные критерии оценки машинного интеллекта. В 2014 году программа Eugene Goostman убедила 33% судей в своей «человечности», а современные чатботы регулярно вводят пользователей в заблуждение относительно своей природы. Эти достижения требуют переосмысления подходов Тьюринга и анализа того, действительно ли прохождение теста свидетельствует о наличии интеллекта или лишь о совершенстве имитации.

Тьюринг предполагал, что способность вести осмысленный диалог является достаточным критерием интеллекта, однако критики указывают на ограниченность этого подхода: тест не оценивает понимание физического мира, способность к обучению, творчество, здравый смысл. Более того, современные системы могут проходить тест, используя статистические методы и сопоставление шаблонов, не обладая подлинным пониманием.

В октябре 1950 года в философском журнале Mind была опубликована статья Тьюринга «Computing Machinery and Intelligence» («Вычислительные машины и разум»). В этой работе ученый поставил вопрос: «Могут ли машины мыслить?» и предложил заменить его более операциональным: «Могут ли машины делать то, что можем делать мы (как мыслящие существа)?»

Тьюринг осознавал, что прямой ответ на вопрос о способности машин мыслить требует определения самого понятия «мышление», что представляет собой философскую проблему. Вместо этого он предложил практический тест, основанный на способности машины имитировать человеческое поведение в диалоге.

Тьюринг описал процедуру, которую назвал «игрой в имитацию». Первоначально эта игра включала трех участников: мужчину (A), женщину (B) и судью (C), который должен был определить пол собеседников, задавая им вопросы в письменной форме. Задача мужчины — ввести судью в заблуждение, а женщины — помочь судье сделать правильный выбор [1].

Затем Тьюринг предложил заменить одного из участников машиной и поставил вопрос: «Что произойдет, если в этой игре роль A будет играть машина?» Если судья не сможет надежно отличить машину от человека, это будет свидетельствовать о наличии у машины интеллекта, сравнимого с человеческим.

Тьюринг предсказал, что к 2000 году машины смогут обманывать среднего судью в течение пяти минут примерно в 30% случаев [1]. Это предсказание стимулировало исследователей к созданию программ, способных вести осмысленный диалог с человеком.

В современной интерпретации тест Тьюринга проводится следующим образом: человек-судья взаимодействует через текстовый интерфейс с двумя собеседниками — человеком и компьютерной программой. Судья не знает, кто из них является машиной, и его задача — определить это, задавая любые вопросы. Если после серии вопросов судья не может с уверенностью идентифицировать машину, или если его выбор не превышает случайного угадывания, машина считается прошедшей тест.

Важно отметить, что тест проводится в текстовом формате, что исключает необходимость в физическом воплощении машины и позволяет сосредоточиться на интеллектуальных способностях системы.

Одной из первых программ, продемонстрировавших возможность имитации человеческого диалога, стала ELIZA, созданная Джозефом Вейценбаумом в Массачусетском технологическом институте в 1966 году. В основе программы лежала имитация работы психотерапевта, использующего клиент-центрированный подход Карла Роджерса.

ELIZA использовала простой алгоритм сопоставления шаблонов: она искала в высказываниях пользователя ключевые слова и формировала ответы на основе заранее заданных правил. Например, если пользователь упоминал слово «мать», программа могла ответить: «Расскажите мне больше о вашей семье».

Несмотря на примитивность алгоритма, ELIZA произвела сильное впечатление на пользователей. Многие люди, включая секретаря Вейценбаума, приписывали программе понимание и эмпатию, хотя она лишь манипулировала текстовыми шаблонами. Данный феномен, обозначенный как «эффект ELIZA», выявил свойственную человеку склонность наделять компьютерные системы антропоморфными качествами.

Сам Вейценбаум был обеспокоен тем, что люди воспринимают ELIZA как нечто большее, чем простую программу, и впоследствии стал критиком искусственного интеллекта, предупреждая об опасности чрезмерного доверия к машинам.

В 1972 году психиатр Кеннет Колби из Стэнфордского университета создал программу PARRY, которая моделировала поведение человека с параноидальной шизофренией. В отличие от ELIZA, PARRY обладала более сложной внутренней моделью эмоциональных состояний и убеждений.

Для оценки реалистичности PARRY был проведен эксперимент: группе опытных психиатров предложили проанализировать транскрипты разговоров и определить, какие из них велись с реальными пациентами, а какие — с программой. Психиатры не смогли надежно различить PARRY и реальных пациентов, что стало важным достижением в области искусственного интеллекта.

Интересно, что в 1973 году был организован «диалог» между ELIZA и PARRY через сеть ARPANET (предшественник интернета), что стало одним из первых примеров сетевого взаимодействия программ искусственного интеллекта.

В 1990 году американский изобретатель Хью Лёбнер учредил ежегодный конкурс, в котором программы-чатботы соревнуются в прохождении теста Тьюринга. Конкурс предусматривает денежный приз в размере 100 000 долларов США для первой программы, которая пройдет полноценный тест Тьюринга, включая способность обрабатывать аудио и видео.

Хотя ни одна программа не выиграла главный приз, конкурс Лёбнера стимулировал развитие технологий обработки естественного языка и привлек внимание к проблемам создания диалоговых систем. Критики конкурса, включая Марвина Минского, утверждали, что он поощряет создание программ, ориентированных на обман, а не на подлинное понимание.

В июне 2014 года на мероприятии в Королевском обществе в Лондоне, посвященном 60-летию со дня смерти Алана Тьюринга, программа-чатбот Eugene Goostman убедила 33% судей в том, что она является человеком [3]. Программа имитировала 13-летнего мальчика из Украины, что, по мнению создателей, объясняло возможные ошибки в грамматике и ограниченность знаний.

Это событие вызвало широкую дискуссию в научном сообществе. Многие исследователи, включая Гэри Маркуса из Нью-Йоркского университета, критиковали заявления о прохождении теста, указывая на то, что программа использовала уловки и что критерий в 30% не является общепринятым стандартом. Кроме того, выбор образа подростка-иностранца был воспринят как попытка снизить ожидания судей.

Тем не менее, Eugene Goostman продемонстрировал прогресс в области создания диалоговых систем и показал, что современные технологии приближаются к порогу, установленному Тьюрингом.

Развитие глубокого обучения и архитектур трансформеров привело к созданию больших языковых моделей, таких как GPT (Generative Pre-trained Transformer), BERT, и других систем,

способных генерировать связный и контекстуально релевантный текст. Эти модели обучаются на огромных массивах текстовых данных и демонстрируют впечатляющие способности в понимании и генерации естественного языка.

Исследования показывают, что современные языковые модели могут успешно выполнять многие задачи, связанные с обработкой текста, включая ответы на вопросы, перевод, резюмирование и даже написание программного кода. Однако вопрос о том, обладают ли эти системы подлинным пониманием или лишь имитируют его, остается предметом дебатов.

Одна из наиболее влиятельных критик теста Тьюринга была представлена философом Джоном Сёрлом в 1980 году в виде мысленного эксперимента «китайская комната» [2]. Сёрл предложил представить человека, не знающего китайского языка, который находится в закрытой комнате с набором правил на английском языке для манипуляции китайскими символами.

Когда в комнату передают вопросы на китайском языке, человек использует правила для формирования ответов, которые выглядят осмысленными для носителей китайского языка. С точки зрения внешнего наблюдателя, система (комната с человеком) понимает китайский язык и проходит тест Тьюринга. Однако человек внутри комнаты не понимает ни слова по-китайски — он лишь манипулирует символами согласно формальным правилам.

Сёрл использовал этот аргумент, чтобы показать, что синтаксическая обработка символов (которую выполняют компьютеры) не эквивалентна пониманию смысла. Следовательно, прохождение теста Тьюринга не доказывает наличие сознания или подлинного понимания у машины.

Этот аргумент вызвал обширную дискуссию в философии сознания и искусственного интеллекта, породив множество ответов и контраргументов, включая «системный ответ» (понимание присуще всей системе, а не отдельному человеку) и «робот-ответ» (система, взаимодействующая с физическим миром, может обладать пониманием).

Критики указывают, что тест Тьюринга оценивает способность машины имитировать человека, а не наличие интеллекта как такового.

Французский исследователь искусственного интеллекта Жан-Габриэль Ганасси отмечает, что самолет не летает, махая крыльями, как птица, но это не делает его менее способным к полету. Аналогично, машинный интеллект может отличаться от человеческого, но при этом быть подлинным и эффективным.

Тест Тьюринга фокусируется исключительно на лингвистических способностях и не оценивает другие аспекты интеллекта, такие как восприятие, моторные навыки, эмоциональный интеллект или способность к физическому взаимодействию с миром. Это ограничивает его применимость для оценки полноценного искусственного интеллекта.

Кроме того, тест не проверяет способность к обучению, адаптации и творчеству — качества, которые многие исследователи считают важными компонентами интеллекта.

Рассел и Норвиг предложили концепцию «полного теста Тьюринга» (Total Turing Test), который включает видеосигнал, позволяющий судье оценивать способности системы к восприятию объектов, а также возможность передавать физические объекты через «люк». Для прохождения такого теста компьютер должен обладать:

- Компьютерным зрением для восприятия объектов
- Робототехникой для манипуляции объектами и перемещения

Этот расширенный тест охватывает более широкий спектр когнитивных и физических способностей, приближаясь к комплексной оценке искусственного интеллекта.

В 2011 году Гектор Левеск предложил альтернативу тесту Тьюринга, известную как Winograd Schema Challenge [4]. Этот тест состоит из вопросов, требующих понимания контекста для разрешения неоднозначности местоимений в предложениях.

Пример схемы Винограда: «Городской совет отказал демонстрантам в разрешении, потому что они опасались насилия. Кто опасался насилия?»

Ответ зависит от понимания причинно-следственных связей и знания о том, как обычно функционируют социальные институты. Изменение одного слова в предложении может изменить правильный ответ, что делает невозможным использование статистических методов без подлинного понимания.

Преимущество схем Винограда заключается в объективности оценки (ответ либо правильный, либо нет) и в том, что они труднее поддаются обману через простое сопоставление шаблонов.

Марк Ридл и его коллеги предложили тест, названный в честь Ады Лавлейс, который оценивает творческие способности искусственного интеллекта. Согласно этому тесту, система должна создать оригинальное произведение (рассказ, стихотворение, изображение), причем сама система должна быть способна объяснить процесс создания.

Ключевое требование заключается в том, что создатели системы не должны быть способны объяснить, как именно система создала конкретное произведение, что свидетельствует о подлинной креативности, а не о воспроизведении заложенных алгоритмов.

Гэри Маркус, критикуя поверхностность теста Тьюринга, предложил оценивать глубину понимания через способность системы читать и понимать сложные тексты, отвечать на вопросы о причинах и следствиях, а также демонстрировать гибкость мышления.

Маркус подчеркивает, что современные системы часто полагаются на статистические корреляции в данных, не обладая подлинным пониманием концепций и причинно-следственных связей, что ограничивает их способность к обобщению и адаптации к новым ситуациям.

Тест Тьюринга оказал глубокое влияние на развитие искусственного интеллекта как научной дисциплины. Он предоставил конкретный, измеримый критерий для оценки прогресса и стимулировал исследования в области обработки естественного языка, представления знаний и машинного обучения.

Многие современные технологии, включая виртуальных ассистентов, чатботов и системы автоматического перевода, являются прямыми потомками исследований, вдохновленных тестом Тьюринга. Даже если эти системы не стремятся пройти тест в его классической форме, они используют принципы и методы, разработанные в процессе работы над этой задачей.

По мере того, как системы искусственного интеллекта становятся все более способными к имитации человеческого поведения, возникают важные этические вопросы. Если машина может убедительно имитировать человека, как это влияет на наше понимание идентичности, ответственности и прав?

Существует опасность, что люди могут быть обмануты системами ИИ, что поднимает вопросы о необходимости прозрачности и раскрытия информации о природе собеседника. Некоторые юрисдикции уже вводят требования о том, чтобы боты идентифицировали себя как таковые при взаимодействии с людьми.

Современные исследователи все чаще признают, что единого универсального теста на интеллект не существует. Вместо этого предлагается использовать набор специализированных тестов, оценивающих различные аспекты когнитивных способностей: рассуждение, обучение, восприятие, творчество, социальное взаимодействие и т.д.

Франсуа Шолле, исследователь из Google, предложил концепцию оценки интеллекта через способность к обобщению и эффективность обучения, а не через выполнение конкретных задач [5]. Этот подход фокусируется на измерении того, насколько быстро и с каким количеством примеров система может освоить новые навыки.

Тест Тьюринга, предложенный более семидесяти лет назад, остается одной из самых влиятельных идей в истории искусственного интеллекта. Несмотря на многочисленную критику и появление альтернативных подходов, он продолжает служить отправной точкой для дискуссий о природе интеллекта и критериях его оценки.

Анализ ключевых исследований — от ELIZA и PARRY до современных языковых моделей — демонстрирует значительный прогресс в создании систем, способных к убедительной имитации человеческого диалога. Однако философские вопросы, поднятые Сёрлом и другими, остаются открытыми, напоминая, что технический прогресс в имитации диалога не тождествен решению проблемы подлинного понимания и сознания.

Список использованных источников:

1. Turing, A. M. Computing Machinery and Intelligence / A. M. Turing // Mind. – 1950. – Vol. 59, № 236. – P. 433-460.

2. Searle, J. R. Minds, brains, and programs / J. R. Searle // Behavioral and Brain Sciences. – 1980. – Vol. 3, № 3. – P. 417-424.

3. Bohannon, Eugene Goostman chatbot passes Turing test / J. Bohannon // Science. – 2014. – Vol. 344, № 6189. – P. 1230-1231.

4. Levesque, H. J. The Winograd Schema Challenge / H. J. Levesque, E. Davis, L. Morgenstern // Principles of Knowledge Representation and Reasoning. – 2012. – P. 552-561.

5. Chollet, F. On the Measure of Intelligence / F. Chollet // arXiv preprint arXiv:1911.01547. – 2019.

UDC 004.8

TURING TEST: CONCEPT, HISTORY OF CREATION, ANALOGS AND KEY RESEARCH IN THE FIELD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Yarovskaya I.A., student gr.578103, Lukashevich H.E., student gr.376741

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Petrovich Y.Y. – senior lecturer, master's degree

Annotation. The article is devoted to the analysis of the Turing test as a fundamental criterion for evaluating artificial intelligence. It examines the history of the "imitation game" concept and its evolution from the first programs, such as ELIZA and PARRY, to modern language models like GPT-4 and Gemini. Particular attention is paid to the critique of this approach, including John Searle's "Chinese Room" thought experiment, and the analysis of modern alternatives: the Winograd Schema and the Ada Lovelace Test. The article explores the ethical aspects of simulating human behavior and the prospects for transitioning to comprehensive methods for assessing the cognitive abilities of machines.

Keywords. Artificial intelligence, Turing test, imitation game, machine thinking, natural language processing, large language models, cognitive abilities, human imitation, deep learning, intelligence criteria.

137. СМАРТ-КОНТРАКТ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО РУБЛЯ

Войтов Т.С. студент гр. 578102

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук,

Аннотация. В работе рассматривается роль смарт-контрактов в системе цифрового рубля. Анализируется, как программный код позволяет автоматически выполнять и контролировать финансовые операции и обеспечивать целевое использование средств. Цель работы – показать место смарт-контрактов в платформе цифрового рубля и их использование для целевого расходования средств и повышения прозрачности расчётов. Для этого применяются методы анализа архитектуры распределённых реестров и сопоставления требований регулятора с техническими возможностями смарт-контрактов. Объект исследования – платформа цифрового рубля в государственной финансовой системе. Предмет исследования – программные механизмы смарт-контрактов, обеспечивающие автоматизацию и контроль исполнения финансовых обязательств.

Архитектура системы и программная среда исполнения

Платформа цифрового рубля строится как сеть с централизованным управлением, в которой ключевую роль играет центральный банк. Смарт-контракты работают на прикладном уровне этой платформы и представляют собой программы, автоматически выполняющие заранее заданные условия сделки [1]. Код смарт-контракта выполняется в специальной виртуальной машине, то есть в изолированной программной среде, что ограничивает доступ к внутренним ресурсам и снижает риск сбоев и несанкционированных действий [2]. Жизненный цикл смарт-контракта включает разработку кода, преобразование его в байт-код, регистрацию в реестре и запуск при наступлении заданного события. Важная особенность состоит в том, что после размещения в системе код смарт-контракта нельзя изменить, что не позволяет одной из сторон переписать условия сделки и повышает доверие к системе. Кроме того, смарт-контракт обеспечивает атомарность операций: либо все условия выполняются, и транзакция проходит полностью, либо операция отменяется, и балансы участников остаются неизменными [3].

Алгоритмическое управление ликвидностью и целевое «окрашивание»

Одной из востребованных функций смарт-контракта является маркирование (окрашивание) денежных единиц, позволяющее программировать назначение платежей. В метаданные цифрового рубля закладывается логическая проверка, при которой смарт-контракт сверяет реквизиты получателя и параметры операции с разрешённым списком. В контексте цифрового рубля можно предложить условную классификацию смарт-контрактов по назначению целевого «окрашивания» средств: контракты социального назначения (пенсии, пособия, адресная помощь), ограничивающие круг товаров и услуг; контракты бюджетного финансирования (госзаказы, субсидии предприятиям), контролирующие соответствие расходов утверждённым статьям; контракты регуляторного характера (налоги и сборы), обеспечивающие корректное распределение платежей по уровням бюджетной системы. На рисунке 1 схематично показаны различия типов смарт-контрактов цифрового рубля по двум ключевым параметрам: жёсткости контроля и потребности в отчётности.

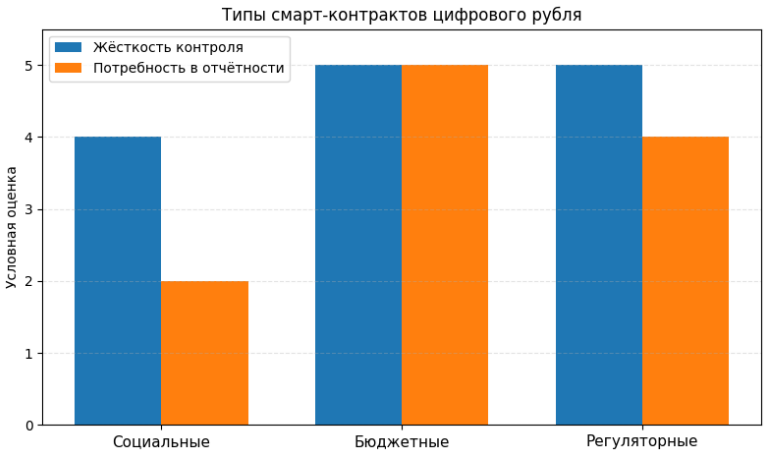


Рисунок 1 – Типы смарт-контрактов цифрового рубля по жёсткости контроля и потребности в отчётности

Для контрактов социального назначения приоритетом является защита интересов конечного получателя и простота пользовательских сценариев, тогда как для бюджетных контрактов важнее детальная отчётность и интеграция с системами казначейства. Это требует различной глубины проверки параметров операции и разного уровня жёсткости ограничений при расходовании средств. Средства, выделенные на социальные выплаты, технически не могут быть потрачены на товары, не входящие в утверждённый перечень, что переводит финансовый аудит из режима проверки по факту в режим превентивного контроля на этапе проведения операции [1].

Технология оракулов и интеграция с внешними системами

По своей природе платформа на основе распределённого реестра является закрытой: она не обращается напрямую к внешним сайтам и базам данных [2]. Для получения сведений о выполнении поставки товара, статусе услуги и других внешних событиях используются оракулы – программные компоненты, которые получают информацию из внешних источников и передают её в систему цифрового рубля в удобном для смарт-контрактов виде.

Оракул выполняет роль связующего звена между реальными событиями и цифровой платформой. Для повышения надёжности система может опираться на несколько независимых источников данных, причём смарт-контракт срабатывает только тогда, когда сведения от разных оракулов совпадают. Практическое внедрение оракулов предполагает поиск баланса между децентрализацией и управляемостью, поэтому на уровне архитектуры целесообразно заранее определять набор критичных источников и критерии их замены. Это позволяет снизить операционные риски и обеспечить предсказуемость работы системы [3].

Обеспечение информационной безопасности и верификация

Поскольку платформа цифрового рубля относится к государственной финансовой инфраструктуре, к надёжности и предсказуемости работы смарт-контрактов предъявляются повышенные требования. Ошибки в коде могут приводить к блокировке средств, нарушению обязательств или созданию уязвимостей. Для снижения таких рисков используются методы формальной верификации, то есть математической проверки корректности программ, а также типовые шаблоны для распространённых сценариев, что облегчает разработку и повышает совместимость решений разных участников. Дополнительно необходимо учитывать специфические риски, связанные с качеством данных, поступающих через оракулы, и жёсткостью правил расходования при целевом «окрашивании» средств: многоисточниковая архитектура оракулов уменьшает влияние недостоверных данных, а гибкая настройка параметров целевого использования средств позволяет смягчать излишнюю жёсткость ограничений. Все операции в рамках смарт-контрактов защищены современными криптографическими средствами и подтверждаются электронными подписями, что обеспечивает их юридическую значимость и позволяет включать смарт-контракты в действующую правовую систему [4].

Заключение

Смарт-контракты являются важным элементом платформы цифрового рубля. Они позволяют автоматизировать выполнение условий сделок, обеспечить целевое расходование средств и усилить контроль за финансовыми операциями в режиме, близком к реальному времени. Выделение этапов жизненного цикла смарт-контрактов и их классификация по назначению демонстрируют, как единые

технические механизмы могут адаптироваться под различные группы пользователей и задач государственной финансовой системы.

Использование изолированной среды исполнения, оракулов и механизмов «окрашивания» денег повышает прозрачность расчётов и создаёт новые возможности для реализации государственных программ. Для ИТ-специалистов развитие этой технологии означает необходимость углублённых знаний в области информационной безопасности, проверки корректности программ и интеграции платёжных решений с внешними ИТ-системами. В перспективе цифровой рубль со смарт-контрактами может стать важным шагом в обновлении финансовой ИТ-инфраструктуры и более тесной связи платёжных операций с реальными бизнес-процессами.

Список использованных источников:

1. Лаврухина, И. А. Смарт-контракты в банковской деятельности: технологические вызовы и правовые риски в Республике Беларусь / И. А. Лаврухина // Банковский вестник. — 2025. — № 4. — С. 12–19.

2. Селицкая, А. В. Использование технологии распределенных реестров в платежной системе Республики Беларусь / А. В. Селицкая // Цифровая трансформация. — 2024. — № 2. — С. 34–41.

3. Смарт-контракты как инструмент автоматизации исполнения обязательств в цифровой экономике / под ред. Д. В. Гололобова. — Минск: Издательский центр БГУ, 2024. — 156 с.

4. Тихиня, В. Г. Цифровое право в Республике Беларусь: состояние и перспективы развития / В. Г. Тихиня // Вестник Академии МВД Республики Беларусь. — 2025. — № 1. — С. 88–95.

УДК 004.9:364:005.3

138. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЦЕНТРА СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Иванов Е.А., студент гр.272301

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]

г. Минск, Республика Беларусь

Сторожев Д.А. – магистр экон. наук

Аннотация. В статье рассматривается разработка программного средства для автоматизации процессов центра социального обслуживания населения в условиях цифровой трансформации. Предложена архитектура веб-ориентированной информационной системы, обеспечивающей автоматизацию обработки обращений, управление оказанием социальных услуг и аналитическую поддержку принятия решений. В отличие от существующих решений, ориентированных преимущественно на учетные функции, предложен подход к формализации процессов обработки обращений и оценки нагрузки на сотрудников. Представлены UML-модели, структура базы данных и алгоритмы обработки заявок. Разработанное решение направлено на повышение эффективности работы учреждения, снижение времени обработки обращений и улучшение качества предоставляемых услуг.

Ключевые слова. Социальное обслуживание, автоматизация, информационная система, цифровая трансформация, веб-приложение, анализ данных, управление услугами.

В условиях цифровой трансформации государственные учреждения социальной сферы сталкиваются с необходимостью повышения эффективности управления процессами оказания услуг. Центры социального обслуживания населения выполняют ключевую роль в поддержке уязвимых категорий граждан, что сопровождается ростом объема обращений, усложнением процедур обработки заявок и повышением требований к оперативности принятия решений.

Традиционные подходы, основанные на ручной обработке данных и фрагментированных информационных системах, не обеспечивают необходимого уровня прозрачности и эффективности. Это приводит к увеличению времени обработки заявок, росту нагрузки на сотрудников и снижению качества обслуживания.

Современные тенденции развития социальной сферы связаны с переходом к цифровым платформам, интеграцией информационных систем и использованием аналитических инструментов для поддержки управленческих решений. На рисунке 1 представлена динамика численности получателей социальных услуг за 2021–2025 гг.

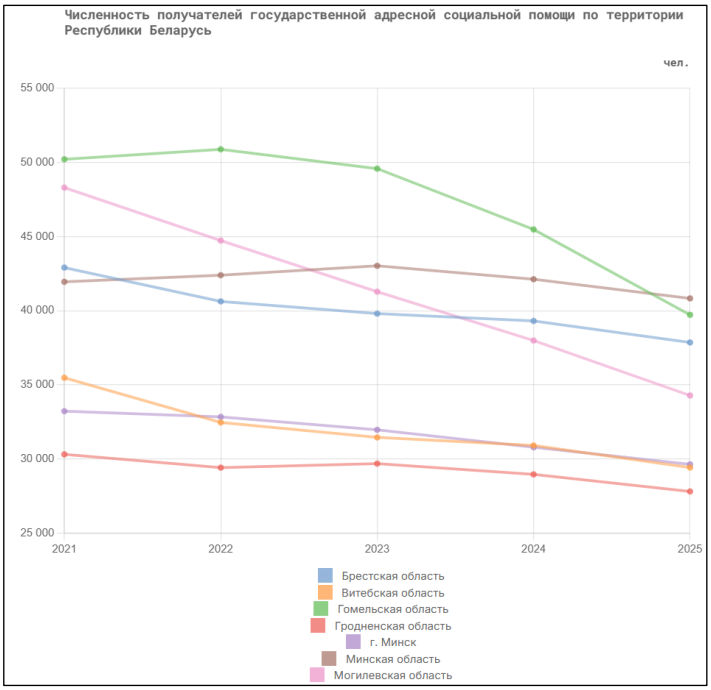


Рисунок 1 – Динамика численности получателей социальных услуг за 2021–2025 гг.

Объектом исследования является деятельность центра социального обслуживания населения как комплекс организационных, управленческих и информационных процессов, направленных на предоставление социальной помощи гражданам. Предмет исследования составляют методы, подходы и инструментальные средства автоматизации процессов в социальной сфере, обеспечивающие повышение эффективности работы специалистов, оптимизацию документооборота и улучшение качества предоставляемых услуг.

Целью является повышение эффективности процессов оказания услуг и формирования отчётности путём разработки программного средства автоматизации. Реализация такого решения позволит сократить трудозатраты сотрудников, повысить оперативность обработки обращений, обеспечить прозрачность и контролируемость процессов, а также создать условия для дальнейшего внедрения аналитических и интеллектуальных технологий в деятельность учреждения.

Научная новизна:

– предложена модель формализации процесса обработки обращений граждан;

– разработан алгоритм приоритизации заявок на основе их характеристик;

– предложен подход к количественной оценке нагрузки сотрудников.

Модель обработки обращений и оценки нагрузки. Для повышения эффективности управления процессами предлагается формализовать обработку обращений. Каждое обращение характеризуется набором параметров:

– тип услуги;

– срочность;

– категория заявителя;

– трудоемкость обработки.

Интегральный приоритет заявки определяется по формуле (1):

$$Priority_i = w_1 S_i + w_2 U_i + w_3 C_i, \quad (1)$$

где Si – социальная значимость обращения;

Ui – уровень срочности;

Ci – категория заявителя;

wi – весовые коэффициенты.

Для оценки нагрузки сотрудников используется показатель, который рассчитывается по формуле (2):

$$Load = \frac{Nrequests}{Nemployees}, \quad (2)$$

где $N_{requests}$ – количество активных заявок;

$N_{employees}$ – количество сотрудников.

Среднее время обработки определяется по формуле (3):

$$T_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{n}, \quad (3)$$

Предложенные показатели позволяют оценивать эффективность работы, балансировать нагрузку, оптимизировать распределение задач.

Современные программные решения в сфере социального обслуживания представляют собой комплекс взаимосвязанных модулей, каждый из которых обеспечивает выполнение определённых функций и формирует единую цифровую экосистему центра социального обслуживания населения. В условиях роста требований к оперативности, прозрачности и качеству предоставления услуг такие системы должны обладать высокой степенью автоматизации, надёжностью и удобством использования.

Ключевые компоненты разрабатываемого программного средства включают:

– личные кабинеты пользователей, обеспечивающие доступ к персонализированным данным, заявкам, услугам и инструментам взаимодействия;

– модуль регистрации и обработки обращений, автоматизирующий приём, проверку и регистрацию заявок граждан;

– модуль социального сопровождения, обеспечивающий формирование индивидуальных программ, учёт оказанных услуг, фиксацию результатов и отслеживание динамики состояния клиента;

– система мониторинга и аналитики, позволяющая отслеживать ключевые показатели эффективности, формировать визуальные отчёты, графики и дашборды, а также проводить анализ демографических и социальных тенденций;

– система коммуникаций, представленная встроенным чатом, обеспечивающая оперативное взаимодействие между клиентами и социальными работниками;

– модуль безопасности и управления доступом;

– инструменты отчётности.

Программное средство будет реализовано как веб-ориентированное клиент-серверное приложение, что обеспечивает доступность, масштабируемость и удобство эксплуатации в условиях территориальных центров социального обслуживания населения.

Серверная часть будет построена на основе Spring Boot (Java), что соответствует требованиям к надёжности, безопасности и расширяемости [3]:

– высокая производительность и масштабируемость;

– развитая экосистема безопасности (Spring Security, JWT);

– удобная работа с базами данных через Spring Data JPA.

В качестве системы управления базами данных (СУБД) планируется использовать MySQL, обеспечивающую:

– высокую производительность при средних объёмах данных;

– отсутствие лицензионных затрат;

– надёжность и широкую распространённость в государственных учреждениях.

Клиентская часть будет реализована с использованием Vue.js 3 [4], что обеспечит:

– высокую интерактивность интерфейса;

– реактивность и плавную работу с большими объёмами данных;

– компонентный подход, упрощающий поддержку и расширение системы.

Для стилизации интерфейса планируется применятся Tailwind CSS, позволяющий быстро создавать адаптивный дизайн без необходимости написания большого количества собственных стилей. Дополнительно будет использоваться библиотека Element Plus, предоставляющая готовые UI-компоненты (формы, таблицы, модальные окна, элементы навигации), что ускорит разработку административных интерфейсов и обеспечит единообразие визуального оформления.

Такой технологический стек обеспечивает:

– масштабируемость;

– стабильность и отказоустойчивость;

– высокую скорость разработки;

– удобство сопровождения и расширения системы.

На рисунке 2 изображена диаграмма вариантов использования конечной системы. Актёрами на данном диаграмме являются, администратор, сотрудник и пользователь.

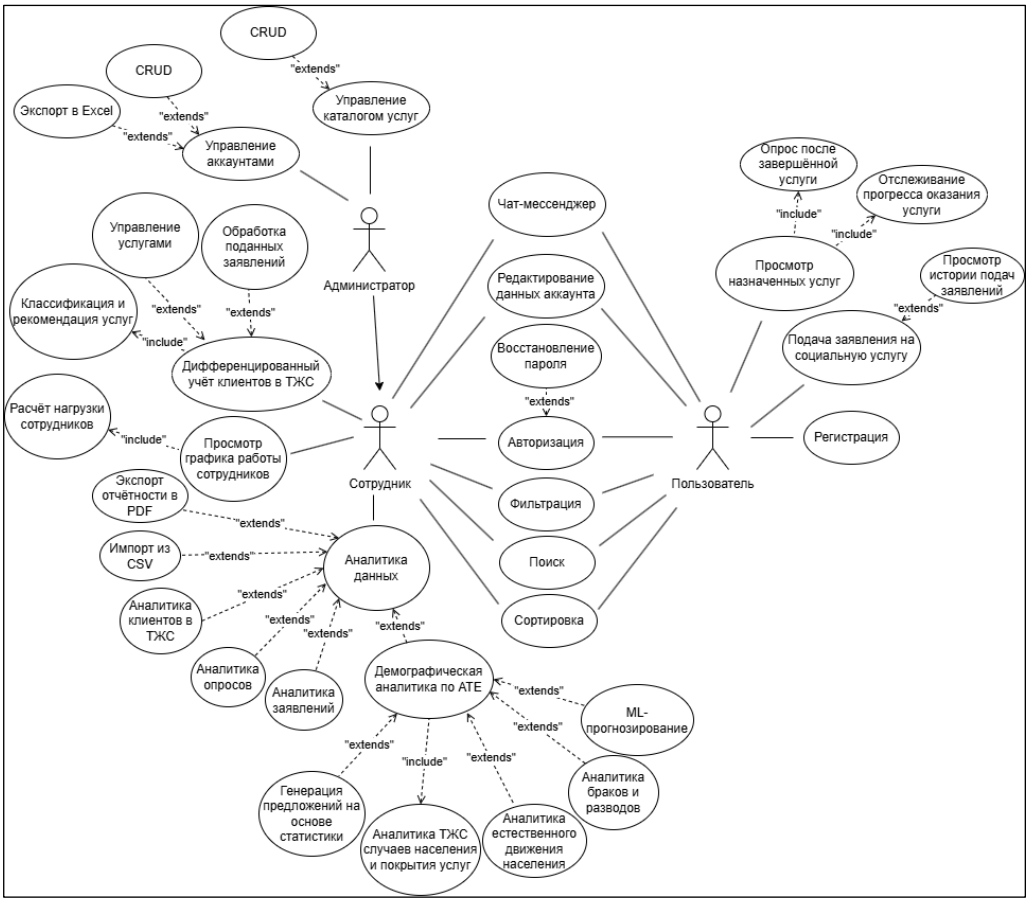


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования

Система обеспечивает подачу и обработку заявок, управление услугами, мониторинг показателей, аналитическую обработку данных.

Пользователь взаимодействует с системой на уровне получения социальных услуг. Ему доступны операции регистрации и авторизации, подача заявления на социальную услугу, отслеживание статуса его обработки, просмотр назначенных услуг и истории обращений. После завершения услуги пользователь может пройти опрос, а также редактировать свои учётные данные.

Сотрудник работает с обращениями граждан и обеспечивает выполнение социальных услуг. Ему доступны функции обработки заявлений, назначения услуг, использование инструментов поиска, фильтрации и сортировки, взаимодействие через чат, формирование отчётности, а также доступ к аналитическим модулям, позволяющим оценивать динамику обращений, демографические показатели и эффективность предоставления услуг.

Администратор осуществляет управление параметрами системы и отвечает за корректную работу платформы. В его компетенцию входит управление учётными записями, настройка каталога услуг, выполнение операций CRUD, а также контроль доступа и конфигурации системы.

В процессе проектирования проведена оценка требований к масштабируемости и устойчивости системы при увеличении количества пользователей и объёма данных. Особое внимание уделено обеспечению стабильной работы при одновременной обработке большого числа обращений, формировании отчётности и выполнении аналитических запросов. Рассмотрены варианты оптимизации, включая использование индексации, нормализацию данных и распределение нагрузки между компонентами приложения. Такой подход позволил сформировать архитектуру, способную эффективно функционировать в условиях реальной эксплуатации территориальных центров социального обслуживания.

На основании разработанной диаграммы вариантов использования, определяющей ключевые сценарии взаимодействия пользователей с системой, были выделены основные функциональные компоненты приложения. Эти компоненты легли в основу проектирования логической структуры данных, необходимой для обеспечения стабильной и эффективной работы системы.

Для хранения и управления данными было принято решение спроектировать реляционную модель базы данных, которая позволит точно описать связи между сущностями, обеспечить целостность данных и поддержку сложных запросов, необходимых для реализации бизнес-логики приложения. На рисунке 3 изображена схема базы данных.

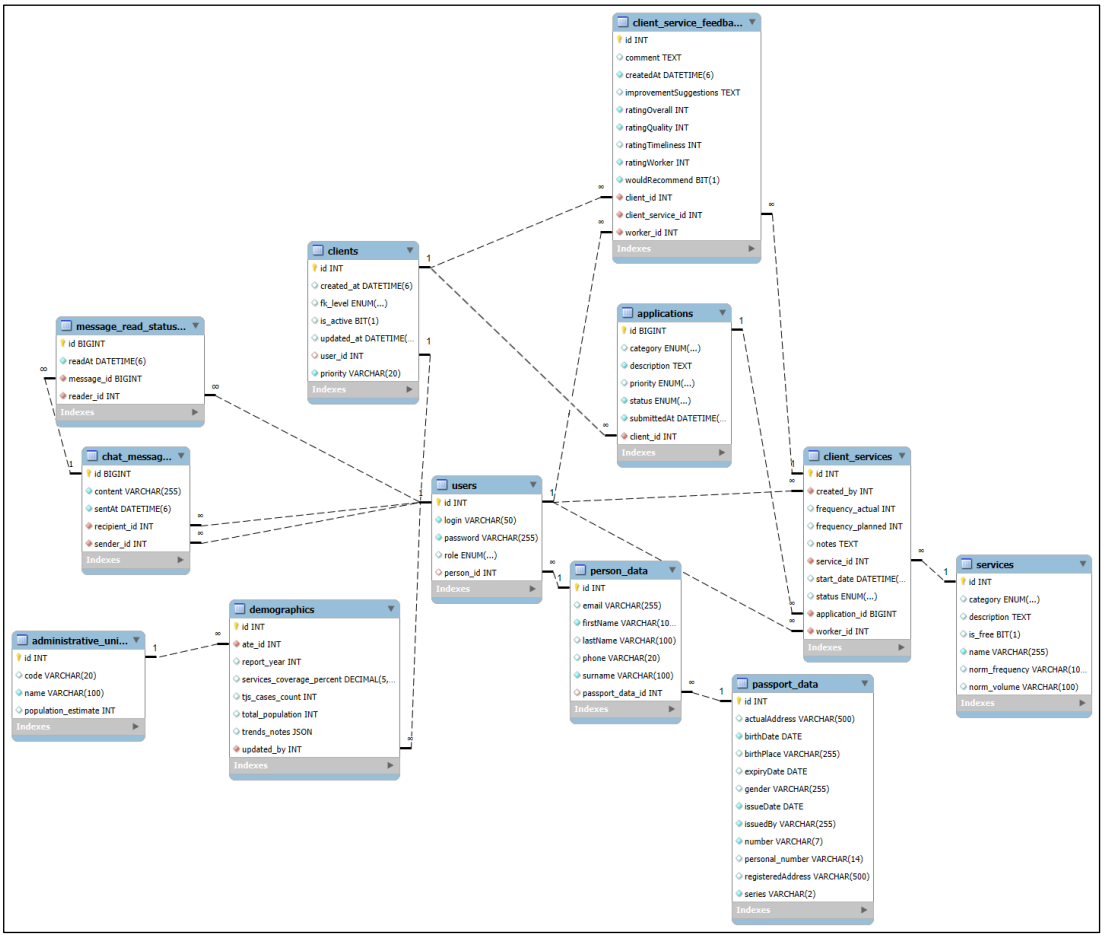


Рисунок 3 – Схема базы данных

Дополнительно на этапе проектирования была проведена детализация сущностей, участвующих в процессах обработки обращений, предоставления услуг и формирования отчётности. Особое внимание уделено структуре данных, так как корректная организация хранилища напрямую влияет на производительность системы, скорость выборок и возможность масштабирования. Для обеспечения целостности информации и поддержки сложных аналитических запросов была сформирована реляционная модель, включающая сущности пользователей, заявлений, услуг, сотрудников, аналитических показателей и вспомогательных справочников. Логические связи между таблицами отражают реальные бизнес-процессы центра и обеспечивают согласованность данных при выполнении операций чтения, обновления и формирования отчётов.

Представленная схема базы данных легла в основу при определении требований к инфраструктурным компонентам системы. С учётом характера связей между сущностями, предполагаемой нагрузки и необходимости масштабирования были сформулированы ключевые архитектурные решения.

В их числе – разделение логики приложения и хранения данных, что позволило обеспечить независимое развёртывание и масштабирование каждого из компонентов. Для серверной части предусмотрена возможность горизонтального масштабирования с использованием балансировки нагрузки, что обеспечивает отказоустойчивость и стабильную работу системы при увеличении числа пользователей.

Выбор технологического стека, архитектура системы, формовании вариантов использования, разработка модели базы данных, выбор СУБД стали основой для формирования диаграммы развёртывания. Данная диаграмма демонстрирует, каким образом взаимодействуют между собой различные модули приложения, включая:

– клиентскую часть;

– серверную часть, обрабатывающую бизнес-логику и API-запросы;

– базу данных MySQL.

Данная конфигурация компонентов позволяет организовать взаимодействие между пользователями, бизнес-логикой и хранилищем данных в соответствии с принципами клиент-серверной архитектуры. Клиентская часть направляет HTTP-запросы к серверному приложению, которое, в свою очередь, выполняет обработку данных, применяет бизнес-правила и при необходимости обращается к базе данных MySQL. Такой подход обеспечивает чёткое разделение ответственности между компонентами и упрощает последующее сопровождение системы.

Реализация диаграммы развёртывания представлена на рисунке 4.

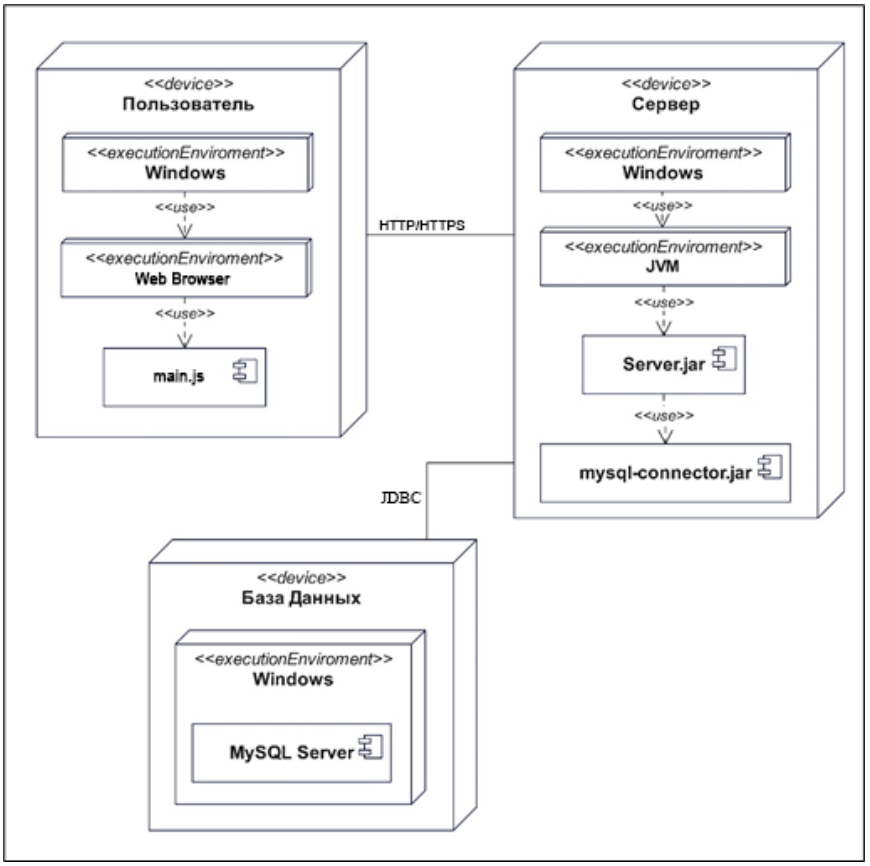


Рисунок 4 – Диаграмма развёртывания

В результате проведенного исследования разработано программное средство автоматизации процессов центра социального обслуживания населения, ориентированное на повышение эффективности управления и качества предоставляемых услуг.

В ходе работы была выполнена комплексная проработка предметной области, позволившая выявить ключевые проблемы функционирования учреждений социальной сферы, связанные с высокой нагрузкой на сотрудников, увеличением объема обращений и недостаточной степенью автоматизации процессов. На основе проведенного анализа сформулированы требования к системе и разработана архитектура, обеспечивающая надежную и масштабируемую работу в условиях реальной эксплуатации.

Предложенная модель обработки обращений и оценки нагрузки сотрудников позволяет перейти от интуитивного распределения задач к формализованному управлению процессами. Использование количественных показателей обеспечивает возможность объективной оценки эффективности работы и оптимизации ресурсов учреждения.

Разработанное программное средство обеспечивает автоматизацию процессов регистрации и обработки заявок, управления оказанием услуг и формирования отчетности. Внедрение системы позволяет сократить время обработки обращений, повысить прозрачность деятельности и улучшить качество взаимодействия между гражданами и сотрудниками.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанного решения в деятельности центров социального обслуживания населения, а также его адаптации для других государственных учреждений.

Перспективы дальнейших исследований связаны с внедрением методов машинного обучения для прогнозирования нагрузки, расширением аналитических возможностей системы и интеграцией с государственными информационными ресурсами.

Таким образом, разработанное программное средство представляет собой эффективный инструмент цифровизации социальной сферы и может служить основой для дальнейшего развития интеллектуальных систем управления государственными услугами.

Список использованных источников:

1. Закон Республики Беларусь от 22 мая 2000 года № 395-З «О социальном обслуживании» (в ред. от 13 декабря 2023 г. № 318-З) // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2000. – № 50.

2. Белстат. Демографический ежегодник Республики Беларусь 2025: статистический сборник. – Минск: Белстат, 2025. – 184 с.

3. Spring Boot Reference Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.spring.io/spring-boot/docs/current/reference/htmlsingle/. – Дата доступа: 24.03.2026.

4. Vue.js 3 Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vuejs.org/guide/introduction.html. – Дата доступа: 24.03.2026.

5. Государственная программа «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2025 г. № 793. – Минск, 2026.

UDC 004.9:364:005.3

SOFTWARE AUTOMATION TOOL PROCESSES OF THE CENTER FOR SOCIAL SERVICES IN A DIGITAL ENVIRONMENT TRANSFORMATIONS

Ivanov Y.A., student of group 272301

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

D.A. Storozhev, Master of Economic Sciences

Annotation. This article examines the development of a software tool for automating processes at a social service center in the context of digital transformation. The architecture of a web-based information system is proposed, enabling automated request processing, social service management, and analytical decision support. Unlike existing solutions, which focus primarily on accounting functions, this approach formalizes request processing and employee workload assessment. UML models, database structure, and request processing algorithms are presented. The developed solution aims to improve the institution's efficiency, reduce request processing time, and improve the quality of services provided.

Keywords. Social services, automation, information system, digital transformation, web application, data analysis, service management.

УДК 004.9:658.7:005.334

139. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫМИ РИСКАМИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОСТАВКАХ

Рушлевич И.С., студент гр. 273602
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сторожев Д.А. – магистр экон. наук, старший преподаватель кафедры ЭИ

Аннотация. В статье предложен подход к построению программного средства для мониторинга и управления операционными рисками в международных поставках, основанный на интеграции качественной и количественной оценки рисков. В отличие от существующих решений, ориентированных преимущественно на описательные методы анализа, разработанная система реализует формализованную модель расчёта интегрального показателя риска и алгоритм оценки убытков, учитывающий вероятность возникновения событий и их финансовые последствия. Рассмотрены архитектура системы, модель базы данных, диаграммы вариантов использования и развертывания, а также алгоритм анализа убытков. Предложенное решение позволяет повысить точность оценки рисков и эффективность принятия управленческих решений.

Ключевые слова. Операционные риски, международные поставки, мониторинг, управление рисками, база данных, MySQL, Java, Spring, UML, анализ убытков, JDBC, логистика.

Рост глобальных цепочек поставок и усложнение логистических процессов обуславливают увеличение уровня неопределенности и числа операционных рисков. В условиях трансграничной торговли такие риски могут приводить к значительным финансовым потерям, снижению надежности поставок и нарушению договорных обязательств.

К числу основных операционных рисков относятся: сбои в поставках, ошибки учета, нарушение сроков доставки, несоответствие качества продукции, информационные сбои. Несмотря на наличие систем управления рисками, в большинстве организаций преобладают качественные методы оценки, что ограничивает возможности автоматизации и прогнозирования.

На рисунке 1 представлены результаты анализа распределения ответственности за управление операционными рисками и применяемых методов их оценки.

Рисунок 1 – Распределение ответственности за управление операционными рисками и методы их оценки

Анализ показывает, что в 54% организаций управление централизовано, в 46% – распределено между участниками процессов, в 60% случаев используются качественные методы оценки. Это свидетельствует о недостаточной формализации процессов управления рисками.

Объект исследования – процессы управления операционными рисками в международных поставках.

Предмет – методы и программные средства анализа и мониторинга рисков.

Цель работы – разработка программного средства, обеспечивающего количественную оценку операционных рисков и анализ убытков на основе интеграции разнородных данных.

Научная новизна:

1) Предложена интегральная модель оценки операционного риска, учитывающая вероятность возникновения события и величину ущерба.

2) Разработан алгоритм анализа убытков, основанный на агрегации данных о поставках, ошибках и финансовых показателях.

3) Реализована архитектура системы, обеспечивающая автоматизированный мониторинг и анализ рисков в режиме, близком к реальному времени.

Модель оценки операционных рисков. Для количественной оценки риска предлагается использовать интегральный показатель, который рассчитывается по формуле (1):

$$R_i = P_i \cdot L_i, \quad (1)$$

где Ri – уровень риска i-го события;

Pi – вероятность возникновения события;

Li – величина потенциальных потерь.

Для совокупности рисков вводится агрегированный показатель, который рассчитывается по формуле (2):

$$R_{total} = \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot R_i, \quad (2)$$

где wi – весовой коэффициент значимости риска.

Такая модель позволяет:

– учитывать неоднородность рисков;

– ранжировать риски по степени критичности;

– использовать данные в аналитических системах.

Архитектура программного средства. Разрабатываемая система реализована как клиент-серверное приложение:

– серверная часть – обработка бизнес-логики;

– клиентская часть – веб-интерфейс;

– взаимодействие – по протоколу HTTP.

На рисунке 2 представлена диаграмма развертывания системы.

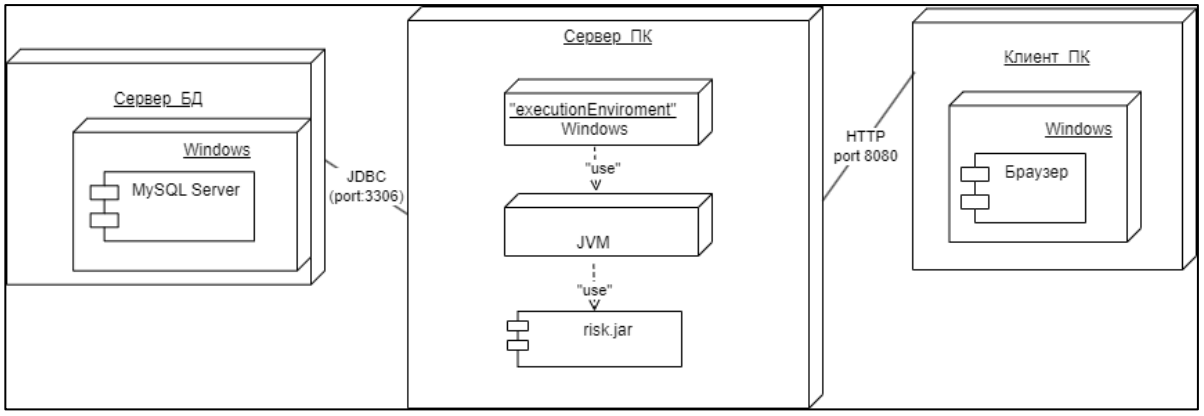


Рисунок 2 – Диаграмма развертывания программного средства

Архитектура включает: модуль сбора данных, модуль анализа рисков, модуль расчета убытков, подсистему отчетности, систему управления доступом.

Сервер базы данных функционирует под управлением СУБД MySQL, обеспечивая надежное хранение и обработку данных. Сервер приложений работает под управлением операционной системы Windows, в среде Java Virtual Machine исполняется приложение, которое обрабатывает бизнес-логику и предоставляет API-интерфейс. Клиентские рабочие станции с операционной системой Windows и установленным браузером обеспечивают доступ пользователей к функциональным возможностям системы.

Для хранения и управления данными было принято решение спроектировать реляционную модель базы данных, которая позволит точно описать связи между сущностями, обеспечить целостность данных и поддержку сложных запросов, необходимых для реализации бизнес-логики приложения. На рисунке 3 изображена схема базы данных.

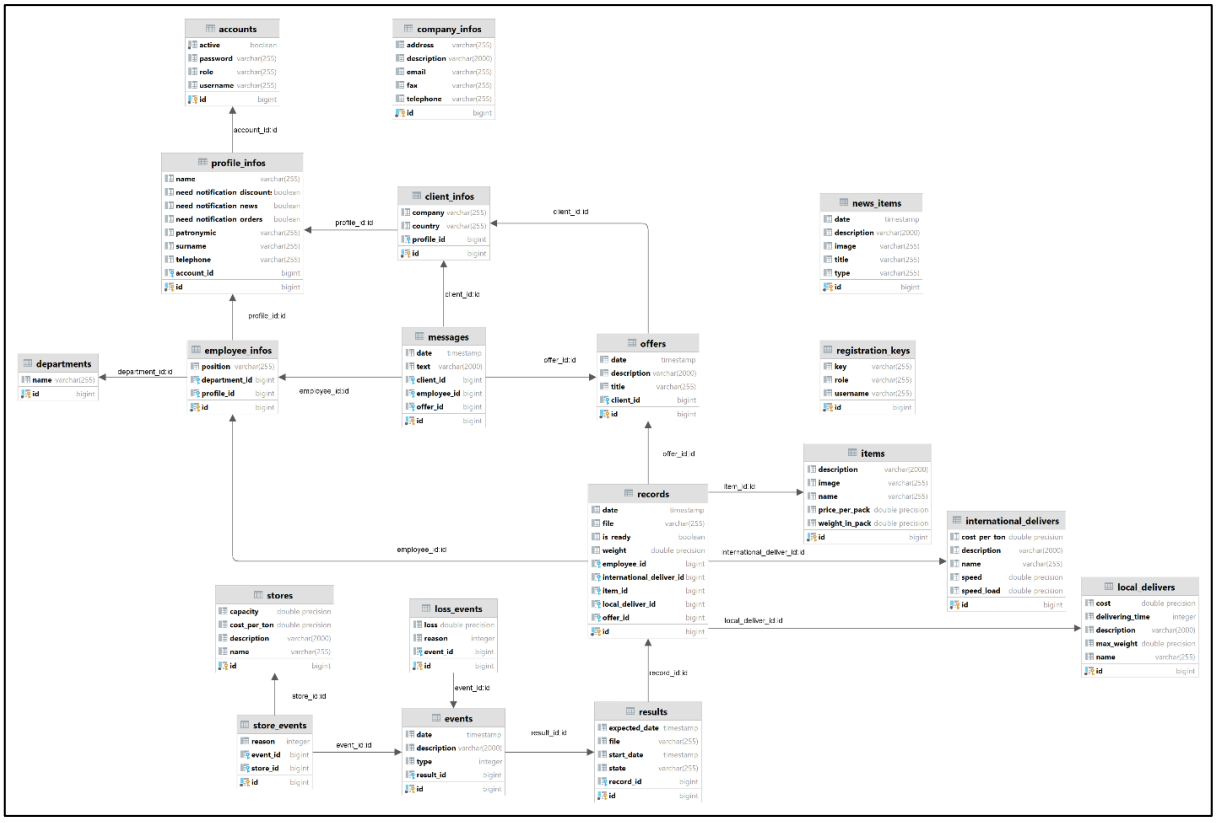


Рисунок 3 – Схема базы данных

В отличие от универсальных моделей, структура ориентирована именно на задачи анализа рисков и включает ключевые сущности:

– поставки;
– события риска;
– ошибки;
– финансовые показатели;
– пользователи и роли.

Связи между сущностями реализованы через внешние ключи, что обеспечивает целостность данных и возможность сложных аналитических запросов.

Алгоритм анализа убытков. Ключевым элементом системы является алгоритм анализа убытков, представленный на рисунке 4.

Алгоритм включает следующие этапы:

1 Получение данных:

– данные о поставках;
– информация об ошибках;
– финансовые показатели.

2 Предобработка данных:

– фильтрация;
– агрегация;

– проверка полноты.

3 Расчет убытков. Осуществляется по формуле (3):

$$L_{oss} = \sum_{j=1}^{m} C_j \cdot N_j, \quad (3)$$

где Cj – стоимость ошибки j-го типа;
Nj – количество таких ошибок.

4 Оценка факторов риска:

– определение наиболее значимых источников потерь;
– ранжирование рисков.

5 Сохранение результатов и формирование отчетов.

Алгоритм также предусматривает обработку исключительных ситуаций и ведение журнала событий.

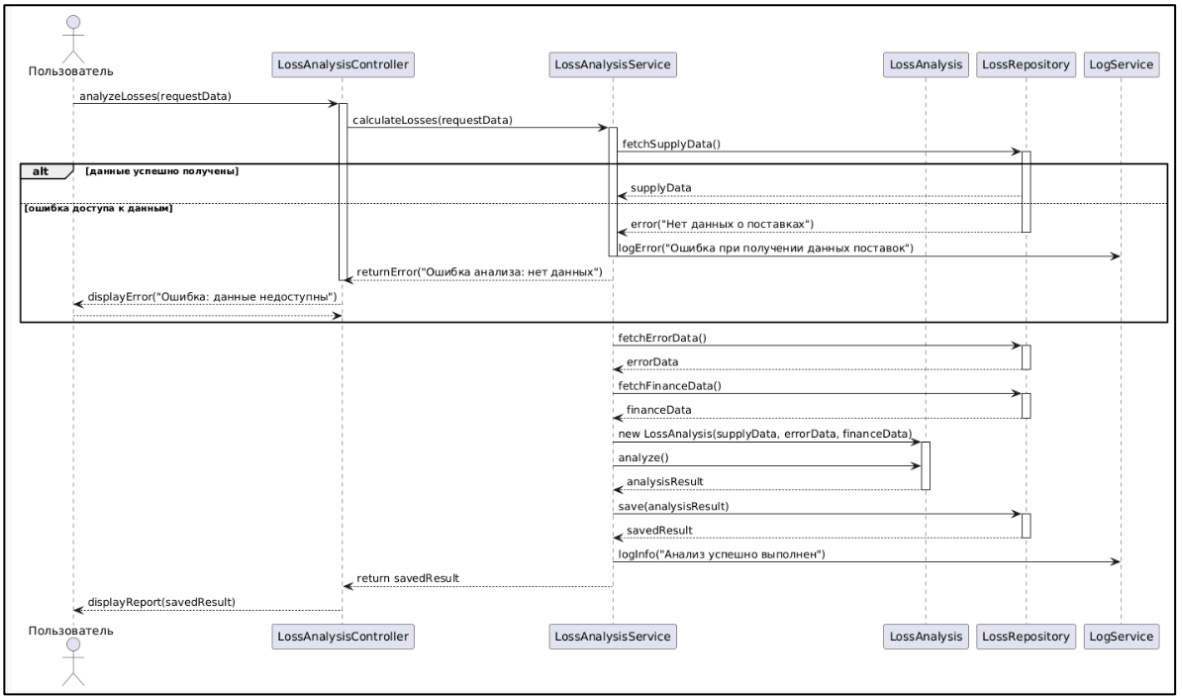


Рисунок 4 – Диаграмма последовательности процесса «Анализ затрат и потерь, связанных с ошибками управления поставками»

Алгоритм анализа убытков реализуется следующим образом. Пользователь инициирует операцию анализа убытков, передавая соответствующие данные запроса. Контроллер анализа убытков принимает запрос и обращается к сервису анализа убытков для выполнения бизнес-логики. Сервис последовательно получает данные из различных источников: данные о поставках из репозитория, данные об ошибках, а также финансовые данные. При успешном получении всех необходимых данных создается объект, который инкапсулирует информацию о поставках, ошибках и финансовых показателях. Выполняется метод анализа, производящий расчет убытков и идентификацию факторов риска. Результат анализа сохраняется, и в журнал логирования записывается информационное сообщение. Сохраненный результат возвращается пользователю. В случае возникновения ошибок при получении данных система реализует механизм обработки исключительных ситуаций. При отсутствии данных о поставках сервис возвращает ошибку, которая логируется. Контроллер обрабатывает ошибку, возвращая соответствующее сообщение, которое отображается пользователю. Детальная информация об ошибках записывается в журнал с указанием стека вызовов, что обеспечивает возможность последующей диагностики и устранения проблем.

В результате выполненного исследования разработано программное средство для мониторинга и управления операционными рисками в международных поставках.

В рамках работы получены следующие результаты:

– предложена формализованная модель оценки операционных рисков на основе интеграции вероятностных и стоимостных характеристик;

– разработан алгоритм анализа убытков, обеспечивающий количественную оценку последствий операционных сбоев;

– спроектирована архитектура программного средства и модель базы данных, ориентированные на задачи анализа рисков;

– реализован прототип системы, подтверждающий работоспособность предложенных решений.

Научная значимость работы заключается в переходе от преимущественно качественного анализа операционных рисков к количественно обоснованной модели, пригодной для автоматизации и использования в информационных системах управления.

Практическая значимость состоит в возможности применения разработанного программного средства для повышения прозрачности логистических процессов, снижения финансовых потерь и повышения обоснованности управленческих решений в сфере международных поставок.

Список использованных источников:

6. Шурпатов, И.Л. Основы логистики. Анализ операционных рисков в логистике / И.Л. Шурпатов. – Изд-во Качественная логистика, 2024. – 120 с.

7. Шилдт, Г. Java. Полное руководство, 10-е изд.: Пер. с англ. / Г. Шилдт. – СПб. ООО "Альфа-книга", 2024. – 1488 с.

8. Основы диаграммы последовательности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://uml.gitbook.io/uml-guide-book/use-case-diagrams, свободный – Дата доступа: 18.03.2026.

UDC 004.9:658.7:005.334

SOFTWARE TOOL FOR MONITORING AND MANAGEMENT OF OPERATIONAL RISKS IN INTERNATIONAL SUPPLIES

Rushlevich I.S., student of group 273602

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

D.A. Storozhev, Master of Economic Sciences

Annotation. The article substantiates the relevance of developing a software tool for monitoring and managing operational risks in international supplies. Given the growth of global supply chains, the increase in foreign trade operations, and the complexity of logistics processes, the need for automated tools for analysing and minimizing operational risks is increasing. The architecture of the software tool, database model, use case and deployment diagrams, as well as loss analysis algorithms that improve the efficiency of risk management are considered.

Keywords. Operational risks, international supplies, monitoring, risk management, database, MySQL, Java, Spring, UML, loss analysis, JDBC, logistics.

УДК 004.9:658.7:339.37

140. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА ТОВАРООБОРОТА И УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ТОРГОВОЙ СЕТИ ОПТОВО-РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

Семенович Е.И., студент гр.273602
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сторожев Д.А. – магистр экон. наук

Аннотация. В статье рассматривается разработка программного средства для мониторинга товарооборота и управления логистическими процессами в торговой сети. Предложена многомодульная архитектура системы на базе Spring Boot и React, обеспечивающая автоматизацию учета продаж, анализ логистических операций и визуализацию ключевых показателей эффективности (KPI). Представлены UML-модели, отражающие структуру взаимодействия компонентов системы и организацию хранения данных, оптимизированную для обработки больших объемов транзакционной информации. Разработанное решение направлено на повышение эффективности управления товарными потоками и снижение логистических издержек.

Ключевые слова. товарооборот, логистика, мониторинг продаж, Spring Boot, React, UML, PostgreSQL, Liquibase.

В условиях цифровой экономики системы мониторинга товарооборота становятся ключевым инструментом управления для крупных торговых сетей. Рост объемов транзакций и усложнение логистических цепочек затрудняют оперативный контроль товарных потоков и принятие управленческих решений.

Основные проблемы включают:

– дефицит товаров (Out-of-Stock);

– избыточные запасы;

– неэффективные логистические маршруты;

– задержки поставок.

Автоматизация анализа товарооборота позволяет повысить точность планирования, снизить издержки и улучшить уровень сервиса. Современные тенденции, включая развитие омниканальных продаж и интеграцию онлайн-сервисов, требуют обработки больших объемов данных в режиме, близком к реальному времени.

Цель работы – разработка программного средства для мониторинга товарооборота и управления логистическими процессами на основе анализа данных.

На начальном этапе проектирования используется UML-моделирование, позволяющее формализовать требования и декомпозировать бизнес-процессы.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования.

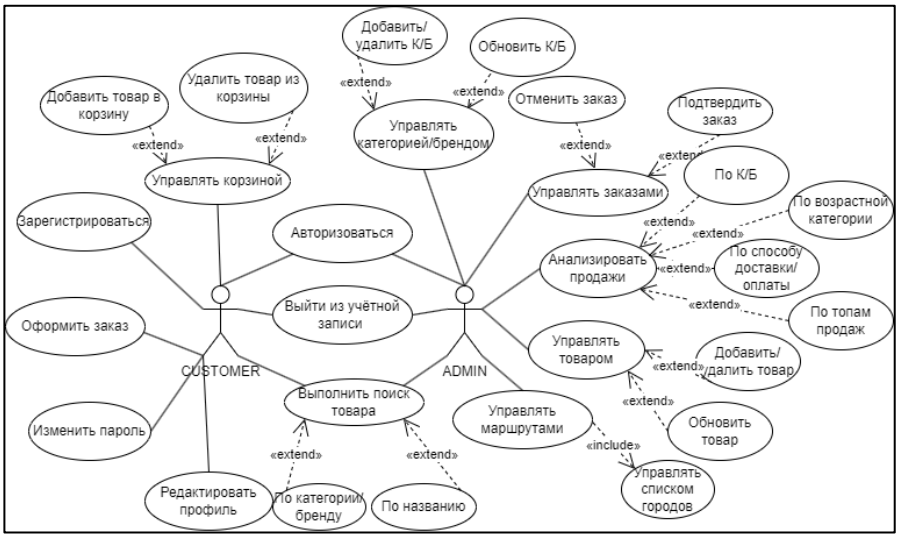


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

На основе представленной диаграммы вариантов использования и закрепленной в базе данных структуры отделов администрирования можно провести детальный анализ функциональных возможностей программного средства. Система реализует расширенную ролевую модель доступа, в которой возможности актера «Admin» логически декомпозированы в соответствии со спецификой внутренних департаментов предприятия для обеспечения прецизионного управления логистикой и товарооборотом. Архитектура приложения предполагает распределение административных функций между четырьмя ключевыми компонентами, каждый из которых отвечает за свой сегмент бизнес-логики.

Аналитический департамент (ANALYZE) выполняет сегментированный анализ продаж по категориям, брендам и группам покупателей, что позволяет оптимизировать ассортиментную матрицу и повышать эффективность товарных потоков. Отдел управления заказами (ORDER_MANAGE) контролирует жизненный цикл транзакций и логистические маршруты, используя интеграцию со справочником городов для точного расчета дистанций и транспортных издержек. Департаменты управления номенклатурой (PRODUCT_MANAGE) и пользователями (USER_MANAGE) обеспечивают актуальность данных о товарах для предотвращения дефицита, а также отвечают за информационную безопасность и изоляцию аналитической нагрузки от клиентских процессов для поддержания отказоустойчивости системы в пиковые периоды. Актер Customer взаимодействует с системой через интерфейс, ориентированный на операционную деятельность, включая поиск товаров по различным критериям, управление личной корзиной и финальное оформление заказа. Общие для всех роли варианты использования, такие как авторизация и выход из системы, обеспечивают базовую защиту данных пользователей. Разработанная диаграмма вариантов использования подтверждает статус программного средства как комплексного инструмента, обеспечивающего переход от простой фиксации фактов реализации к оперативному управлению логистикой на основе данных.

На основании проведенного функционального анализа и детализации ролевой модели в рамках диаграммы вариантов использования, становится возможным переход к проектированию физической структуры системы. Для реализации описанных сценариев взаимодействия, учитывающих специфику административных департаментов и операционную деятельность клиентов, была спроектирована архитектура развертывания, представленная на рисунке 2.

Данная диаграмма моделирует распределение программных артефактов по вычислительным узлам и определяет топологию системы в реальной среде эксплуатации. В соответствии с выявленной потребностью в изоляции аналитической нагрузки от транзакционных процессов, программный комплекс разделен на три ключевых сегмента: клиентский узел, сервер приложений и независимый сервер базы данных. Такая физическая конфигурация позволяет обеспечить высокую отказоустойчивость и масштабируемость, необходимые для стабильного функционирования инструмента мониторинга в условиях высокой интенсивности товарооборота.

Архитектура разработанного программного комплекса построена по многомодульному принципу, что обеспечивает четкое разделение ответственности, изоляцию бизнес-логики и упрощенное сопровождение системы. Физическая структура, представленная на диаграмме развертывания, включает три ключевых узла: клиентский сегмент, сервер приложений и сервер базы данных, взаимодействующие между собой по протоколам HTTP и JDBC.

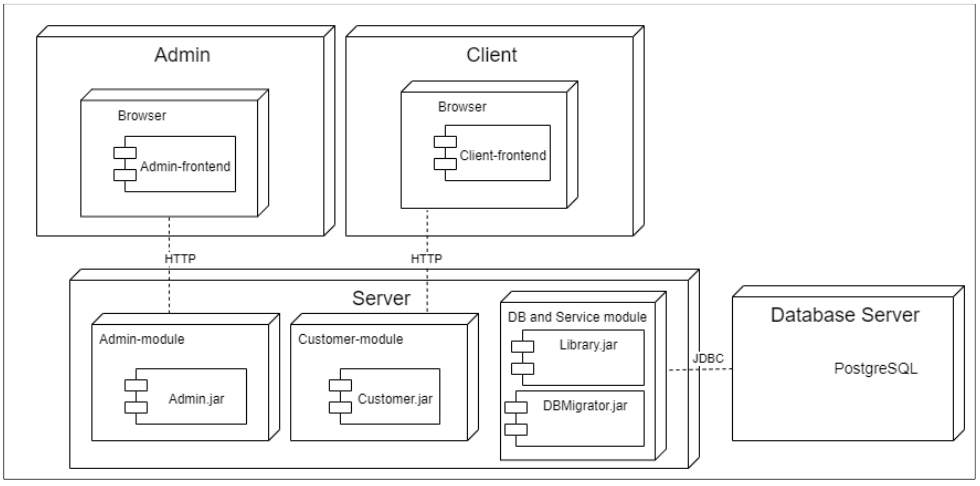


Рисунок 2 – Диаграмма развертывания компонентов системы

Центральное место в логике взаимодействия с конечным потребителем занимает модуль Customer, реализованный в виде исполняемого файла customer.jar. Данный компонент инкапсулирует в себе функциональность, связанную с клиентским опытом: регистрацию пользователей, управление личной корзиной, навигацию по товарному каталогу и проведение платежных операций. Модуль обрабатывает входящие запросы от веб-интерфейса, обеспечивая поиск товаров, выбор способов доставки и итоговое оформление заказов, предоставляя клиенту актуальную информацию о статусе выполнения его заявок в режиме реального времени.

Для обеспечения аналитической деятельности и контроля бизнес-процессов используется модуль Admin (admin.jar). Он предоставляет менеджерам и аналитикам предприятия доступ к расширенному инструментарию мониторинга товарооборота. Модуль отвечает за управление всей товарной номенклатурой, настройку прав доступа пользователей, формирование динамических отчетов по выручке и оценку эффективности логистических маршрутов. Через административный интерфейс осуществляется оперативное управление складскими запасами и корректировка бизнес-правил торговой сети.

Фундаментом программного средства выступает модуль Library, представленный библиотекой library.jar. Это ядро системы, которое содержит общедоступный служебный слой, используемый модулями Customer и Admin совместно. В него вынесены общие объекты передачи данных (DTO), интерфейсы репозиториев для доступа к базе данных, доменные сущности и базовые сервисы бизнес-логики. Такая архитектура позволяет полностью исключить дублирование программного кода, консолидировать правила предметной области в одном месте и обеспечить единообразие обработки информации во всей системе [2].

На одном логическом уровне с общими библиотеками функционирует специализированный модуль DBMigrator на базе инструмента Liquibase. Он отвечает за автоматическое управление схемой базы данных PostgreSQL. Модуль гарантирует версионный контроль структуры таблиц, ограничений целостности при развертывании приложения. Использование database-migrator.jar обеспечивает согласованность состояния данных в различных окружениях, что критически важно для надежной работы аналитической системы в условиях постоянного обновления торговой информации.

Для обеспечения эффективной работы программного средства была спроектирована и реализована реляционная база данных на базе СУБД PostgreSQL. Информационная модель предметной области включает более 20 нормализованных сущностей, распределенных по функциональным блокам, что позволяет минимизировать избыточность данных и гарантировать их целостность (рисунок 3).

Для ведения версионного контроля схемы и автоматизации процесса миграций в системе используется инструмент Liquibase. Взаимодействие прикладного кода с базой данных осуществляется через технологию Spring Data JPA, обеспечивающую прозрачное отображение объектов Java на таблицы PostgreSQL и поддержку сложных аналитических запросов без потери производительности системы.

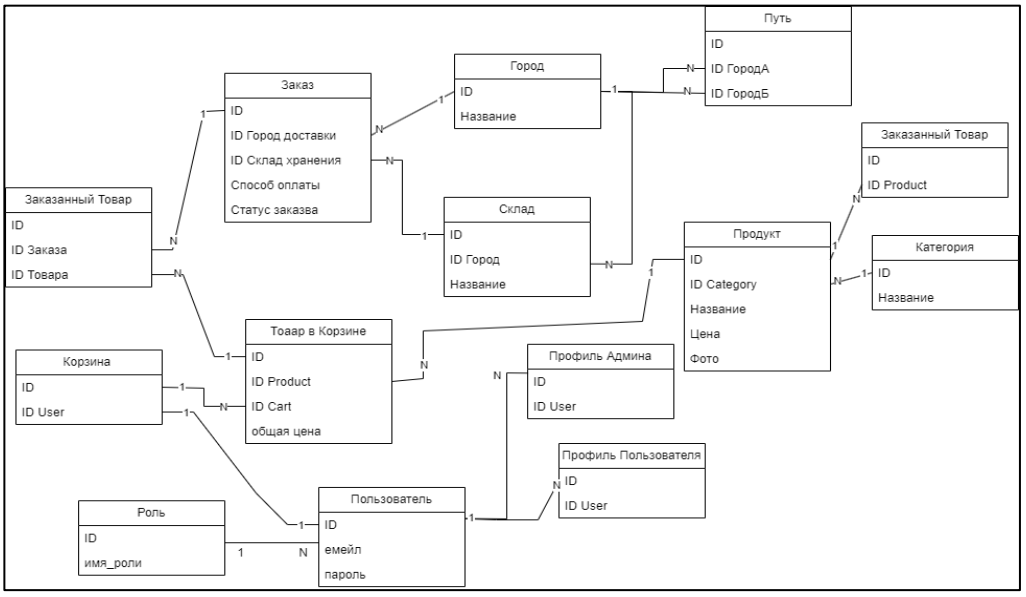


Рисунок 3 – Инфологическая модель базы данных

Логическая архитектура данных разделена на три взаимосвязанных сегмента, где центральной сущностью управления доступом является «Пользователь», связанная с ролевой моделью для разграничения прав между администраторами, менеджерами и клиентами. Профили администраторов и клиентов вынесены в отдельные таблицы для хранения специфических метаданных, таких как отдел сотрудника или адрес доставки пользователя. Ядром товарной номенклатуры выступает сущность «Продукт», дополненная категориями и брендами для удобства фильтрации и глубокого анализа. Информационная модель поддерживает надежное хранение цен, описаний, изображений и актуальных остатков на складах. Ключевая сущность «Заказ» аккумулирует информацию о транзакциях, статусах исполнения и финансовых показателях, а связь между заказами и товарами реализуется через промежуточную таблицу «Заказанный товар», что позволяет детально анализировать структуру каждой продажи.

Особое внимание в даталогической модели уделено поддержке логистических процессов, где сущности «Город» и «Склад» формируют географическую привязку товарных потоков, позволяя отслеживать распределение запасов по региональным хабам. Внедрение таблиц «Путь» и «Дистанция» позволяет системе хранить информацию о маршрутах между населенными пунктами, что служит базой для автоматизации транспортной логистики и оптимизации графиков поставок. Иерархическая структура связей позволяет рассчитывать такие ключевые показатели, как время оборачиваемости запасов в разрезе конкретных складов и общую эффективность маршрутов доставки [3].

В рамках работы была проведена системная проработка предметной области, включающая анализ особенностей функционирования современных торговых сетей, их логистической инфраструктуры и процессов управления товарооборотом. На основе полученных результатов сформулированы функциональные и нефункциональные требования к разрабатываемому программному средству, обеспечивающие его применимость в условиях высокой нагрузки и масштабируемости.

Разработанная архитектура системы основана на многомодульном принципе, обеспечивающем разделение ответственности между компонентами, изоляцию бизнес-логики и возможность гибкого развития программного комплекса. Реализация трехуровневой архитектуры с выделением клиентского уровня, сервера приложений и сервера базы данных позволяет повысить отказоустойчивость системы и обеспечить стабильную работу при интенсивной обработке данных. Использование современных технологий и инструментов разработки обеспечивает адаптивность системы к изменяющимся требованиям предметной области.

Особое внимание в работе уделено проектированию модели данных, ориентированной на обработку больших массивов транзакционной информации и поддержку логистических процессов. Предложенная структура базы данных обеспечивает целостность, согласованность и эффективный доступ к данным, необходимым для анализа товарооборота, управления запасами и оптимизации маршрутов доставки. Реализация механизмов версионного контроля схемы базы данных способствует повышению надежности и воспроизводимости развертывания системы в различных средах.

Разработанное программное средство обеспечивает автоматизацию ключевых бизнес-процессов, связанных с учетом продаж, анализом товарных потоков и управлением логистикой. Внедрение системы позволяет повысить точность анализа данных, сократить время формирования управленческой отчетности и обеспечить более обоснованное принятие решений на основе актуальной информации. Кроме того, использование инструментов визуализации ключевых показателей эффективности способствует повышению прозрачности процессов и улучшению контроля за деятельностью предприятия.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанного решения в реальных условиях функционирования торговых организаций для повышения эффективности управления товарооборотом и логистическими процессами. Система может быть интегрирована в существующую ИТ-инфраструктуру предприятия и адаптирована под различные масштабы и особенности бизнеса.

Перспективы дальнейшего развития работы связаны с расширением функциональности системы за счет внедрения методов предиктивной аналитики и машинного обучения для прогнозирования спроса и оптимизации запасов, а также с интеграцией внешних источников данных, включая данные о рыночной конъюнктуре и транспортной инфраструктуре. Дополнительным направлением развития является совершенствование алгоритмов оптимизации логистических маршрутов и расширение возможностей аналитической обработки данных в режиме реального времени.

Таким образом, разработанное программное средство представляет собой эффективный инструмент цифровизации процессов управления товарооборотом и логистикой, способствующий повышению конкурентоспособности торговых предприятий в условиях современной экономики.

Список использованных источников:

9. Основы диаграммы вариантов использования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://uml.gitbook.io/uml-guide-book/use-case-diagrams, свободный – Дата доступа: 30.03.2026.

10. Spring Boot [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-java-spring-boot/. – Дата доступа:29.03.2026.

11. ИНФОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ: ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ER-ДИАГРАММЫ [Электронный ресурс] .– https://eduherald.ru/article/view?id=20048, свободный – Дата доступа: 30.03.2026.

UDC 004.9:658.7:339.37

SOFTWARE TOOL FOR MONITORING TURNOVER AND MANAGING LOGISTICS PROCESSES IN A WHOLESALE AND RETAIL TRADE NETWORK

Semenovich E.I., student of group 273602

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

D.A. Storozhev, Master of Economic Sciences

Abstract. The article discusses the development of a software tool for turnover monitoring and logistics process management in a retail and wholesale trade network. A modular system architecture based on Spring Boot and React is proposed, providing automation of sales accounting, analysis of logistics operations, and visualization of key performance indicators (KPI). UML models are presented, reflecting the structure of component interaction and the organization of data storage optimized for processing large volumes of transactional data. The developed solution is aimed at improving the efficiency of goods flow management and reducing logistics costs.

Keywords. Turnover, logistics, sales monitoring, Spring Boot, React, UML, PostgreSQL, Liquibase.

УДК 004.89:339.13

141. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ НА РЫНКЕ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Янковская Я.А., студент гр. 272302
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сторожев Д.А. – магистр экон. наук, старший преподаватель кафедры ЭИ

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка веб-ориентированного программного средства для автоматизированного анализа конкурентной среды на рынке бытовой техники и электроники. Описаны ключевые этапы работы системы, включая интеллектуальный сбор данных, оценку тональности клиентских отзывов с помощью нейросетевых архитектур семейства Transformer, плотностную кластеризацию текстов и прогнозирование динамики цен. Представлена распределенная микросервисная архитектура приложения, реализованного с использованием фреймворков Django и FastAPI, а также даталогическая модель базы данных PostgreSQL. Подробно рассмотрены функциональные возможности системы и логика взаимодействия её компонентов для поддержки принятия управленческих решений.

Ключевые слова. Анализ конкурентной среды, машинное обучение, парсинг данных, обработка естественного языка, прогнозирование, микросервисная архитектура, база данных, Python, Django, FastAPI, PostgreSQL.

В условиях стремительного развития цифровой экономики и возрастающей конкуренции компании розничной торговли сталкиваются с необходимостью оперативно реагировать на изменения внешней среды. Объем информации, доступной о конкурентах, постоянно растет: новостные публикации, отзывы пользователей, частое обновление цен, изменения продуктовых линеек и маркетинговая активность формируют сложную, динамичную и слабо структурированную информационную среду.

Традиционно для оценки конкурентной среды применялись экспертные методы и ручной мониторинг, включающие периодический обход сайтов конкурентов, ведение сводных электронных таблиц и классический SWOT-анализ на основе агрегированных статистических данных [1]. Оценка репутации и потребительской лояльности базировалась на выборочных социологических опросах, фокус-группах или ручном чтении отзывов аналитиками. Однако специфика предметной области – рынка бытовой техники и электроники – существенно усугубляет проблему информационной перегруженности и делает подобные подходы нежизнеспособными.

В условиях гиперконкуренции цены на продукцию на транснациональных маркетплейсах подвергаются корректировкам алгоритмами динамического ценообразования по несколько раз в сутки. Одновременно с этим, текстовые отзывы на площадках омниканальных сетей генерируются в огромных объемах, содержа тысячи скрытых инсайтов о слабых местах конкурентов. Ручной сбор данных характеризуется высокой ресурсоемкостью, низкой оперативностью и сильным влиянием человеческого фактора (ошибки ввода, субъективность в оценке тональности текста).

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения качества и скорости принятия решений путем перехода от устаревших экспертных оценок к автоматизированным data-driven подходам. Применение современных алгоритмов машинного обучения, в частности определение тональности публикаций с помощью архитектуры трансформеров [2], векторизация текстов [3], автоматическое выявление тематических кластеров [4], а также оценка динамики цен и построение прогнозов [5], позволяет бизнесу своевременно реагировать на рыночные угрозы. Интеграция ML-моделей с веб-архитектурой обеспечивает масштабируемость и оптимизацию рутинных аналитических процессов.

Объектом исследования являются информационные и бизнес-процессы сбора, структурирования и анализа данных о конкурентной среде на рынке бытовой техники и электроники. Предметом исследования выступают методы, алгоритмы и программные средства машинного обучения, применяемые для парсинга данных, анализа естественного языка, кластеризации текстов и прогнозирования рыночных показателей.

Таким образом, целью работы является разработка веб-ориентированного программного средства для совершенствования процесса анализа конкурентной среды с использованием методов машинного обучения, обеспечивающего эффективный сбор, обработку, кластеризацию и прогнозирование рыночных данных.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: анализ предметной области и существующих подходов к оценке конкурентной среды на рынке бытовой техники и электроники, разработка архитектура веб-ориентированного программного средства с использованием микросервисного подхода, реализация методов автоматизированного сбора и предварительной обработки данных о конкурентах, включая парсинг веб-ресурсов, разработка и интеграция алгоритмов машинного обучения для анализа текстовой информации (оценка тональности, кластеризация) и прогнозирования динамики цен, проектирование реляционной базы данных для хранения и обработки структурированных и неструктурированных данных, интеграция компонентов системы в единый программный комплекс для поддержки принятия управленческих решений, проведение проверки работоспособности и оценка применимости программного средства в задачах анализа конкурентной среды.

Научная новизна работы заключается в интеграции Transformer-моделей, кластеризации и прогнозирования в единую систему, разработке микросервисной архитектуры для конкурентного анализа, формализации процесса анализа конкурентной среды как ML-задачи.

Практическая значимость проекта заключается в создании готового инструментального комплекса, который может применяться предприятиями электронной коммерции для регулярного мониторинга рынка. Использование данной системы обеспечивает формирование аналитических дашбордов, ранжирование угроз на основе тональности отзывов и прогнозирование ключевых метрик, что минимизирует влияние человеческого фактора и сокращает время на анализ конкурентной среды.

Разрабатываемое программное средство представляет собой комплексную веб-ориентированную систему анализа конкурентной среды. Назначение системы заключается в повышении качества и эффективности процесса оценки рынка с применением алгоритмов машинного обучения для автоматического сбора, классификации, кластеризации и прогнозирования параметров рыночной активности.

Для реализации математического аппарата и алгоритмов интеллектуальной обработки применяются передовые инструменты экосистемы Python:

- scikit-learn – для реализации классических моделей машинного обучения и базовой кластеризации;
- PyTorch – в качестве основного фреймворка для построения и инференса глубоких нейронных сетей и архитектур семейства Transformer;
- pandas и numpy – для векторизации, быстрой предобработки и матричных вычислений при анализе больших массивов данных.

В качестве основного веб-каркаса системы используется фреймворк Django, обеспечивающий маршрутизацию и контроль доступа, в то время как ресурсоемкие задачи скрапинга и ML-вычислений инкапсулированы в независимые асинхронные микросервисы на базе FastAPI.

Для формализации функциональных требований и описания логики взаимодействия конечных пользователей с программным комплексом была спроектирована диаграмма вариантов использования, представленная на рисунке 1. Данная диаграмма отражает внешнее поведение системы и фиксирует зоны ответственности каждой категории пользователей.

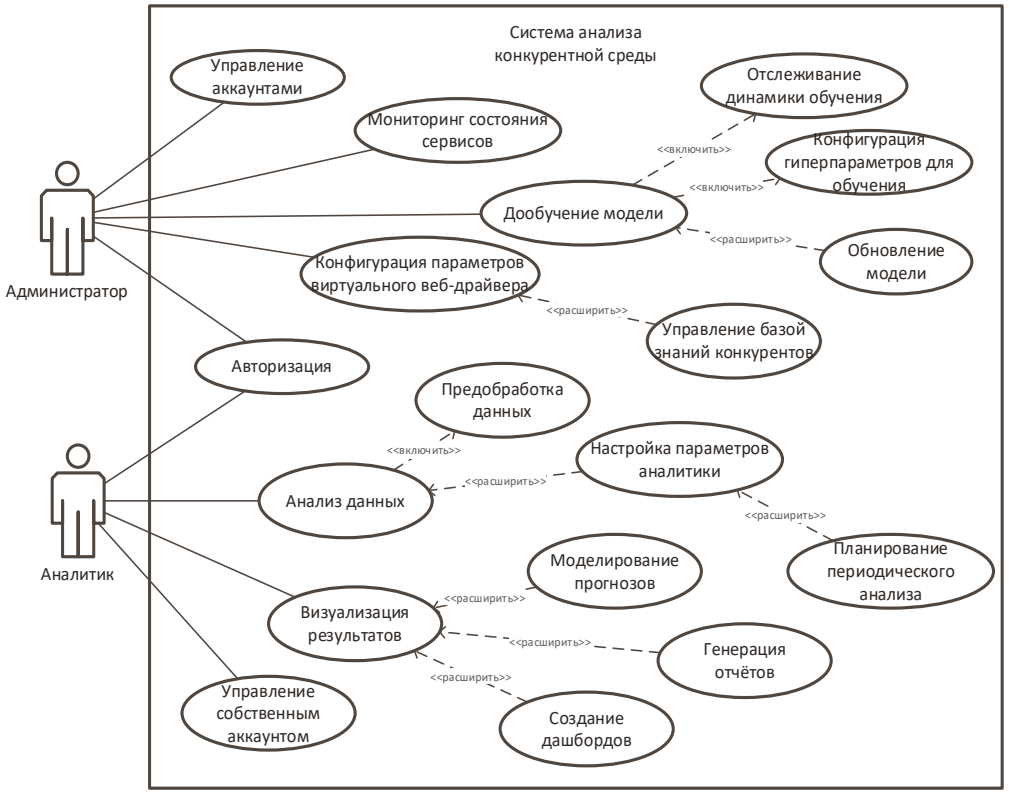


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования программного средства

В системе реализована ролевая модель управления доступом, предусматривающая два типа пользователей: администратора и аналитика, работающих в защищенном контуре с обязательной авторизацией.

Администратор обеспечивает техническое сопровождение системы, включая управление учетными записями, мониторинг состояния сервисов, настройку параметров сбора данных и управление контуром машинного обучения (дообучение и обновление моделей).

Аналитик является основным пользователем системы и выполняет задачи анализа данных: инициирует обработку информации, настраивает параметры аналитики и осуществляет визуализацию результатов в виде отчетов и интерактивных дашбордов для поддержки принятия решений.

Таким образом, определенные функциональные требования и сценарии использования образуют надежный фундамент для последующей программной реализации, обеспечивая разделение бизнес-логики и технических настроек платформы.

В качестве системы управления базами данных выбрана PostgreSQL, обеспечивающая надежное хранение данных за счет поддержки ACID-транзакций, ссылочной целостности и масштабируемости. Данные, включая результаты парсинга, интеллектуальной обработки и системные логи, организованы в реляционной структуре, нормализованной до третьей нормальной формы.

Разработана даталогическая модель (рисунок 2), включающая таблицы с определением ключей и связей. Центральным элементом является таблица компаний-конкурентов, связанная с каталогом товаров и историей изменения цен (отношения «один-ко-многим»), что позволяет формировать временные ряды.

Текстовые данные хранятся в таблицах отзывов и упоминаний, а результаты машинного обучения – в специализированных таблицах прогнозов и аналитики. Административный контур объединяет пользователей, настройки и отчеты.

Для предотвращения дублирования реализованы ограничения уникальности, обеспечивающие корректное обновление данных при автоматическом сборе. Разработанная структура является масштабируемой основой для интеграции с модулями анализа и прогнозирования.

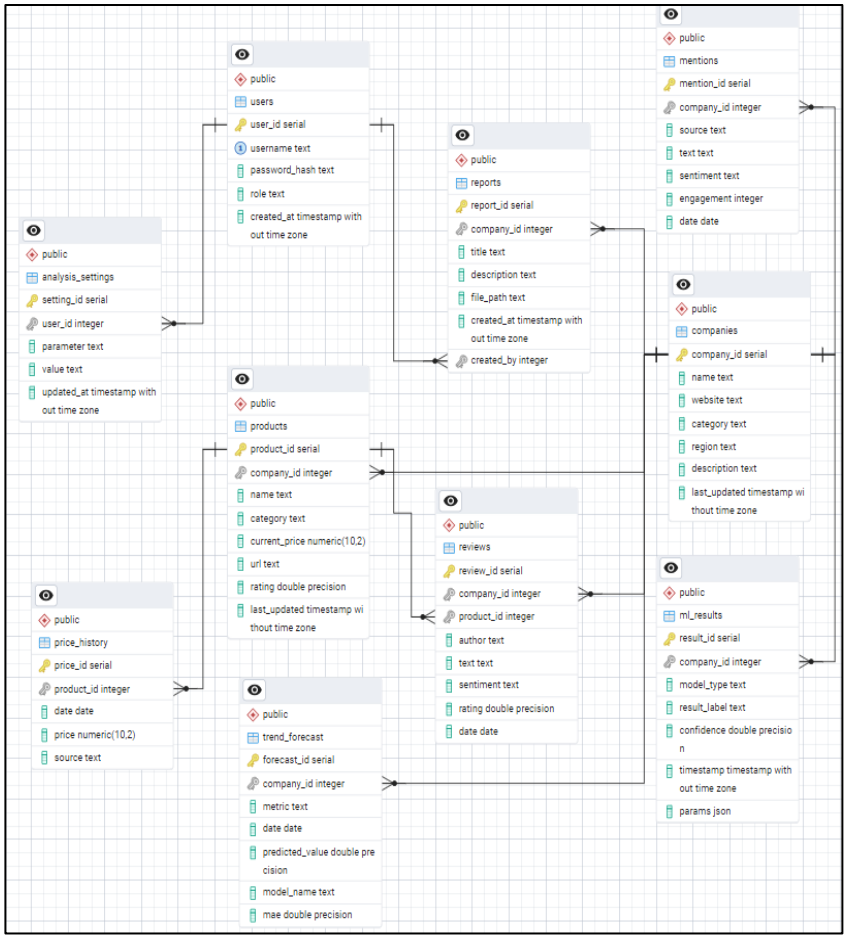


Рисунок 2 – Даталогическая модель базы данных

Разработанная система имеет распределенную многокомпонентную архитектуру, физическая структура которой представлена на диаграмме развертывания (рисунок 3).

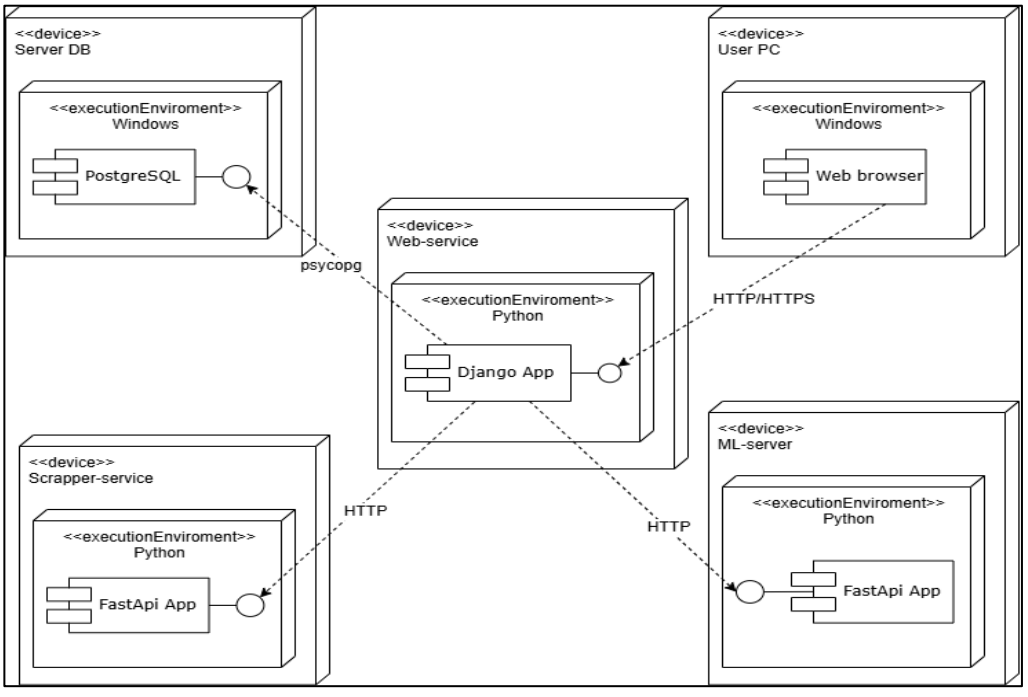


Рисунок 3 – Диаграмма развёртывания

В модели выделяются независимые узлы, включающие клиентский компьютер пользователя, сервер веб-приложения, сервер базы данных, специализированный ML-сервер и сервис сбора данных. Каждое устройство содержит соответствующую среду выполнения для программных артефактов. Обмен данными между узлами осуществляется посредством сетевых протоколов передачи гипертекста, а взаимодействие с базой данных обеспечивается выделенным драйвером. Подобная модель демонстрирует распределенность архитектуры и независимость отдельных подсистем, каждая из которых разворачивается и работает автономно.

Центральным связующим звеном выступает основной веб-сервис, к которому подключаются модули дообучения, машинного обучения, парсинга, скрапинга и подсистема базы данных. Архитектура отличается слабой связанностью подсистем, где взаимодействие осуществляется через явные программные интерфейсы. Подобное архитектурное решение упрощает замену или доработку отдельных модулей без внесения изменений в работу остальной системы.

Динамические аспекты функционирования проектируемой системы, а также изменение состояний ключевых объектов в процессе выполнения анализа конкурентной среды формализованы с использованием диаграммы последовательности (рисунок 4). Данная модель отражает взаимодействие между основными компонентами системы и позволяет проследить полный цикл обработки пользовательского запроса, начиная с его инициации и заканчивая представлением результатов анализа.

Процесс анализа конкурентной среды реализуется в виде последовательности взаимосвязанных этапов. На первом этапе аналитик формирует запрос через пользовательский интерфейс веб-приложения, задавая параметры анализа, такие как перечень конкурентов, временной интервал и тип исследуемых данных. После получения запроса основной веб-сервис инициирует процесс сбора информации, передавая задачу специализированному модулю скрапинга, функционирующему как независимый микросервис.

Модуль сбора данных осуществляет автоматизированный парсинг внешних источников, включая веб-сайты конкурентов и платформы с пользовательскими отзывами, после чего агрегированные данные передаются в контур интеллектуальной обработки. На следующем этапе ML-сервис выполняет комплексную предобработку данных, включающую очистку, нормализацию и векторизацию текстовой информации. Далее применяются алгоритмы машинного обучения для решения аналитических задач: оценка тональности отзывов, кластеризация текстов с целью выявления тематических групп, а также прогнозирование динамики цен и других рыночных показателей.

Полученные результаты передаются обратно в веб-сервис, где осуществляется их сохранение в базе данных с обеспечением целостности и структурированности. На заключительном этапе обработанная информация визуализируется в пользовательском интерфейсе в виде интерактивных дашбордов, графиков и отчетов, обеспечивая аналитика инструментами для интерпретации данных и принятия обоснованных управленческих решений.

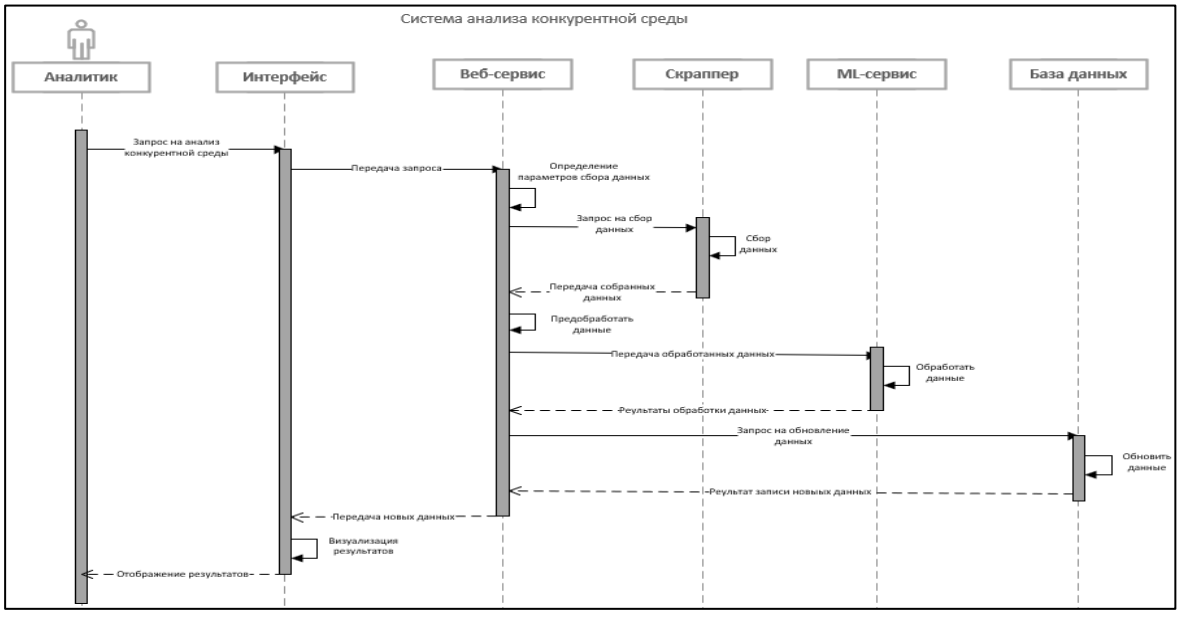


Рисунок 4 – Диаграмма последовательности

Таким образом, представленная диаграмма последовательности демонстрирует согласованное взаимодействие распределенных компонентов системы и подтверждает эффективность выбранной архитектуры для реализации задач анализа конкурентной среды в условиях обработки больших объемов данных.

В результате, было разработано веб-ориентированное программное средство для совершенствования процесса анализа конкурентной среды, направленное на повышение качества и оперативности принятия управленческих решений. В процессе работы была создана устойчивая распределенная микросервисная архитектура, спроектирована и реализована нормализованная реляционная база данных, а также сформирована надежная инфраструктура взаимодействия между модулями сбора информации, основным веб-сервисом и контуром предиктивной аналитики. Интеграция современных алгоритмов машинного обучения позволила успешно автоматизировать ресурсоемкие задачи оценки тональности клиентских отзывов, кластеризации слабоструктурированных текстов и прогнозирования динамики цен. Разработанная система показала стабильную работу при обработке больших массивов данных, что подтверждает её готовность к практическому применению предприятиями электронной коммерции для комплексного мониторинга рынка.

Список использованных источников:

1. Методы конкурентного анализа в розничной торговле [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.cfin.ru/management/strategy/competit/analysis.shtml. – Дата доступа: 25.03.2026.

2. XLM-T: Multilingual Language Models in Twitter for Sentiment Analysis [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://huggingface.co/cardiffnlp/twitter-xlm-roberta-base-sentiment. – Дата доступа: 25.03.2026.

3. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/1908.10084. – Дата доступа: 26.03.2026.

4. UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://umap-learn.readthedocs.io/en/latest/. – Дата доступа: 27.03.2026.

5. Forecasting at Scale with Prophet [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://facebook.github.io/prophet/. – Дата доступа: 28.03.2026.

UDC 004.89:339.13

SOFTWARE TOOL FOR IMPLEMENTING A SOLUTION BASED ON MACHINE LEARNING METHODS FOR COMPETITIVE ANALYSIS IN THE HOUSEHOLD APPLIANCES AND ELECTRONICS MARKET

Yankouskaya Y.A., student of group 272302

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

D.A. Storozhev, Master of Economic Sciences

Annotation. This article discusses the development of a web-oriented software tool for automated competitive analysis in the household appliances and electronics market. The key stages of the system's operation are described, including intelligent data collection, sentiment analysis of customer reviews using Transformer neural network architectures, density-based text clustering, and price dynamics forecasting. The distributed microservice architecture of the application, implemented using Django and FastAPI frameworks, as well as the PostgreSQL database datalogical model, are presented. The functionality of the system and the interaction logic of its components to support managerial decision-making are considered in detail.

Keywords. Competitive analysis, machine learning, data parsing, natural language processing, forecasting, microservice architecture, database, Python, Django, FastAPI, PostgreSQL.

УДК 004.774:339.138-048.35

142. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ: АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Костюкевич А.Ю., Васильева В.А., студенты гр.377901
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – Старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В статье рассматриваются информационные системы дистанционного банковского обслуживания в Республике Беларусь, а также основные этапы их развития в условиях цифровизации финансово-банковской сферы. Основное внимание уделено анализу инфраструктурных и организационных факторов развития дистанционного банковского обслуживания, включая использование Единого расчетного и информационного пространства, межбанковской системы идентификации, системы мгновенных платежей, открытых банковских API и проекта цифрового белорусского рубля. Показано, что дистанционное банковское обслуживание в Беларуси прошло путь от вспомогательного банковского сервиса до одного из ключевых элементов национальной платежной инфраструктуры. Сделан вывод о том, что дальнейшие перспективы развития дистанционного банковского обслуживания связаны с углублением межсистемной интеграции, повышением доступности и скорости платежных услуг, расширением платформенного подхода и усилением информационной безопасности.

Ключевые слова. дистанционное банковское обслуживание, банковские информационные системы, цифровизация банковского сектора, Республика Беларусь, платежные системы, Единое расчетное и информационное пространство, межбанковская система идентификации, система мгновенных платежей, открытые банковские API, цифровой белорусский рубль, платежная инфраструктура, безналичные расчеты, финансовые технологии, информационная безопасность.

Информационные системы дистанционного банковского обслуживания (далее – ДБО) в Республике Беларусь за последние годы превратились из дополнительного банковского сервиса в один из ключевых элементов функционирования финансово-банковской системы. Если ранее использование систем ДБО в основном ограничивалось просмотром остатков по счетам, формированием выписок и проведением отдельных платежей через интернет-банкинг, то на современном этапе оно стало важнейшим механизмом удаленного взаимодействия клиента с банком и всей платежной инфраструктурой страны. Такая трансформация происходила на фоне общего курса на цифровизацию банковского сектора и платежного рынка, закрепленного в Законе Республики Беларусь «О платежных системах и платежных услугах» [1] и в Концепции развития платежного рынка и цифровизации банковского сектора на 2023–2025 годы [2].

Анализ развития ДБО в Беларуси показывает, что его эволюция проходила поэтапно. На первом этапе дистанционное обслуживание выполняло в основном вспомогательные функции и лишь дублировало часть традиционных операций, ранее осуществлявшихся в отделениях банков. На втором этапе банки начали активно расширять функциональность мобильных приложений и интернет-банкинга, включая переводы, оплату услуг, управление платежными картами, шаблонами операций и отдельными банковскими продуктами. На современном этапе ДБО развивается уже не как набор самостоятельных онлайн-сервисов, а как часть единой цифровой среды, в которой взаимодействуют банки, государственные информационные системы и национальные платежные платформы. Именно переход от отдельных удаленных операций к цифровой экосистеме и составляет главное содержание развития ДБО в Беларуси [2].

Особенность белорусской модели состоит в том, что развитие ДБО происходило не только через совершенствование интерфейсов конкретных банков, но и через создание общесистемной инфраструктуры. Существенную роль в этом сыграло единое расчетное и информационное пространство (ЕРИП), которое обеспечивает выполнение широкого круга платежей через дистанционные каналы. Благодаря этому дистанционное обслуживание в Беларуси стало опираться не только на внутренние сервисы банков, но и на общенациональную систему, позволяющую проводить массовые платежи в стандартизированном формате. Это повысило доступность финансовых операций для населения и организаций и стало важным фактором расширения практики повседневного использования ДБО [2], [4].

Ключевым этапом в развитии дистанционного банковского обслуживания стало внедрение межбанковской системы идентификации. Национальный банк определяет МСИ как информационную систему для сбора, обработки, хранения и предоставления данных о клиентах и их представителях в целях идентификации, в том числе дистанционно. Значение этой системы заключается в том, что она создала условия для получения ряда банковских услуг без обязательного личного посещения отделения. Иначе говоря, МСИ обеспечила переход от модели дистанционного доступа к уже существующему счету к модели полноценного удаленного взаимодействия с банковским продуктом. Именно этот шаг сделал возможным дальнейшее расширение ДБО в сторону более сложных и комплексных услуг [3].

Следующим важным направлением развития стала система мгновенных платежей. По данным Национального банка, система мгновенных платежей для юридических лиц действует в Беларуси с 1 июля 2019 года, а ее развитие сопровождалось внедрением методологии ISO 20022 и расширением состава участников; по состоянию на 1 сентября 2025 года участниками системы являлись Национальный банк и 21 банк. Функционирование такой системы в режиме 24/7/365 означает переход к новой логике банковского обслуживания, при которой клиент ожидает не просто удаленного доступа к услуге, а практически мгновенного результата в любое время суток. С точки зрения влияния на развитие систем ДБО это особенно важно, поскольку показывает, что конкурентоспособность цифрового банкинга определяется уже не только удобством интерфейса, но и скоростью, непрерывностью и надежностью расчетной инфраструктуры [5].

Рост использования систем ДБО подтверждается и количественными показателями. Согласно данным Национального банка, в январе–августе 2025 года в системе мгновенных платежей было проведено 427 430 тыс. платежей против 362 931 тыс. за аналогичный период 2024 года, что соответствует росту на 17,77 процента. По сумме платежей рост составил 41,32 процента: с 7 108,35 млн белорусских рублей до 10 045,35 млн белорусских рублей. Эти цифры свидетельствуют о том, что дистанционные платежные сервисы используются не только чаще, но и для проведения более значимого объема операций. Следовательно, ДБО в Беларуси развивается не формально, а как реально востребованный канал повседневного финансового взаимодействия [6].

Не менее важным аспектом анализа развития ДБО является устойчивость цифровой инфраструктуры. По данным Национального банка, на 1 января 2024 года коэффициент доступности платежных услуг, оказываемых поставщиками платежных услуг, составил 99,93 процента фонда рабочего времени при нормативе не ниже 99,8 процента. Это показывает, что в условиях цифровизации качество банковского обслуживания напрямую зависит от бесперебойной работы автоматизированных систем, каналов связи и механизмов резервирования. Таким образом, развитие ДБО означает не только расширение перечня онлайн-услуг, но и превращение цифровой инфраструктуры в критически важную основу функционирования всего платежного рынка [10].

Вместе с тем развитие дистанционного банковского обслуживания сопровождается и рядом проблем. Прежде всего это рост требований к информационной безопасности, защите данных клиентов и противодействию мошенничеству. Чем активнее используются удаленные каналы и мгновенные операции, тем выше риски социальной инженерии, несанкционированного доступа и злоупотреблений в цифровой среде. Кроме того, расширение числа поставщиков платежных услуг и усложнение цифровой архитектуры требуют постоянного совершенствования регулирования, контроля и единых стандартов взаимодействия. Поэтому дальнейшее развитие ДБО невозможно без одновременного усиления технологической надежности и механизмов управления рисками [1], [2], [10].

Что касается перспектив, то в ближайшие годы развитие систем ДБО в Беларуси будет связано прежде всего с дальнейшим расширением мгновенных и бесшовных, то есть осуществляемых для клиента максимально непрерывно, без лишних промежуточных действий и технических барьеров, расчетов, ростом межбанковской совместимости и усилением платформенного подхода. Концепция развития платежного рынка на 2023–2025 годы была прямо ориентирована на повышение доступности платежных услуг, развитие цифровых платежных инструментов и снижение роли наличных денег. Это означает, что ДБО будет все глубже интегрироваться в повседневные цифровые процессы населения и бизнеса, а банковские операции будут восприниматься не как отдельные действия, а как естественная часть цифровой среды [2].

Важнейшей долгосрочной перспективой является развитие открытых банковских API. Под API понимаются стандартизированные программные интерфейсы, обеспечивающие автоматизированный обмен данными и функциональными возможностями между информационными системами банков и внешними цифровыми платформами. Использование API позволяет безопасно интегрировать банковские сервисы в сторонние приложения и тем самым расширять возможности дистанционного банковского обслуживания клиентов. Национальный банк рассматривает их как средство более

активного использования платежных, информационных и статистических сервисов банков государственными органами, организациями и физическими лицами. Практически это ведет к переходу от закрытой модели банковского приложения к модели встроенных финансовых услуг, когда банковские операции интегрируются во внешние цифровые платформы, учетные системы, маркетплейсы и государственные сервисы. Для развития систем ДБО это означает качественное изменение самой логики обслуживания: клиент получает доступ к финансовым функциям не только внутри банковского интерфейса, но и в рамках других цифровых процессов [7], [8].

Еще одной ключевой перспективой выступает проект цифрового белорусского рубля. Национальный банк определяет его как цифровую форму белорусского рубля, являющуюся законным платежным средством и прямым требованием к Национальному банку, а целями внедрения называет развитие национального платежного рынка и создание потенциала для трансграничных платежей. В стратегическом плане это означает, что будущее каналов ДБО в Беларуси связано не только с совершенствованием существующих сервисов интернет- и мобильного банкинга, но и с возможным переходом к новой форме цифровых денег — электронной форме национальной валюты, выпускаемой центральным банком и предназначенной для использования в цифровой среде, — которая способна изменить архитектуру расчетов и содержание удаленного финансового обслуживания [9].

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы. Во-первых, дистанционное банковское обслуживание в Республике Беларусь прошло последовательный путь развития от вспомогательного канала удаленного доступа к счету до одного из важнейших элементов национальной цифровой платежной инфраструктуры. Во-вторых, ключевую роль в развитии систем ДБО сыграли не только внутренние цифровые решения банков, но и общегосударственные инфраструктурные механизмы, включая ЕРИП, межбанковскую систему идентификации, систему мгновенных платежей, а также формирование стандартов открытого взаимодействия. В-третьих, рост масштабов использования ДБО подтверждает высокий уровень востребованности данных систем со стороны населения и бизнеса, а также свидетельствует о постепенном переходе банковского обслуживания в цифровую среду как в основной формат финансового взаимодействия.

Вместе с тем установлено, что дальнейшее развитие систем ДБО в Беларуси будет определяться необходимостью решения задач, связанных с повышением информационной безопасности, обеспечением надежности цифровой инфраструктуры, расширением межсистемной интеграции и внедрением новых цифровых финансовых инструментов. Наиболее значимыми перспективными направлениями выступают развитие открытых банковских API, дальнейшее совершенствование системы мгновенных платежей и реализация проекта цифрового белорусского рубля, который способен оказать существенное влияние на архитектуру расчетов и содержание дистанционного банковского обслуживания. Следовательно, модернизация финансово-банковской системы Республики Беларусь будет и далее связана с углублением цифровизации, расширением доступности дистанционных услуг и формированием более технологичной и интегрированной модели банковского обслуживания.

Список использованных источников:

9. Закон Республики Беларусь от 19 апреля 2022 г. № 164-З «О платежных системах и платежных услугах» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/legislation/documents/zakon_o_plat_sis.pdf. – Дата доступа: 27.03.2026.

10. Концепция развития платежного рынка Республики Беларусь и цифровизации банковского сектора на 2023–2025 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/payment/koncepcija-rasvitija-platioznogo-rinka_2023-2025.pdf. – Дата доступа: 27.03.2026.

11. Национальный банк Республики Беларусь. Межбанковская система идентификации (МСИ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/today/faq/msi.htm. – Дата доступа: 27.03.2026.

12. Национальный банк Республики Беларусь. Платежная система в ЕРИП. Общие сведения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/payment/erip/about.htm. – Дата доступа: 27.03.2026.

13. Отчет Национального банка за 2023 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/publications/report/report2023.pdf. – Дата доступа: 27.03.2026.

14. Национальный банк Республики Беларусь. Основные показатели работы системы мгновенных платежей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/payment/info_key_performance_indicators.htm. – Дата доступа: 27.03.2026.

15. Национальный банк Республики Беларусь. Развитие открытых интерфейсов программирования приложений (интерфейсов прикладного программирования, API) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/payment/vzaimodejstvie-s-konfederaciej-cifrovogo-biznesa/razvitie-otkrytyh-api.htm. – Дата доступа: 27.03.2026.

16. Национальный банк Республики Беларусь. Открытые банковские API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/payment/open_banking_APIs.htm. – Дата доступа: 27.03.2026.

17. Национальный банк Республики Беларусь. Проект по внедрению цифрового белорусского рубля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/payment/digital_ruble.htm. – Дата доступа: 27.03.2026.

18. Отчет Национального банка за 2023 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nb-rb.by/publications/report/report2023.pdf. – Дата доступа: 27.03.2026.

UDC 004.774:339.138-048.35

INFORMATION SYSTEMS OF REMOTE BANKING SERVICES: A STUDY OF THEIR DEVELOPMENT AND PROSPECTS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Kostyukevich A.Y, Vasilyeva V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nagulevich R.S. – PhD in Economics

Annotation. The article examines information systems of remote banking services in the Republic of Belarus and identifies the main stages of their development under the digital transformation of the financial and banking sector. Particular attention is paid to the analysis of infrastructural and organizational drivers of remote banking development, including the use of the Single Settlement and Information Space, the Interbank Identification System, the Instant Payment System, open banking APIs, and the digital Belarusian ruble project. The study shows that remote banking in Belarus has evolved from an auxiliary service into one of the key elements of the national payment infrastructure. It is concluded that the future development of remote banking services will depend on deeper system integration, greater accessibility and speed of payment services, broader platform-based interaction, and stronger information security.

Keywords. remote banking services, banking information systems, digitalization of the banking sector, Republic of Belarus, payment systems, SSIS, Interbank Identification System, instant payment system, open banking APIs, digital Belarusian ruble, payment infrastructure, cashless payments, financial technologies, information security.

143. АЛГОРИТМЫ СОРТИРОВКИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПРЕДЕЛ И РЕАЛЬНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Асташонок Д. А., Рагозик Е, Е., студенты гр.573903
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кириенко Н.А. – кандидат технических наук, доцент

Аннотация. Работа посвящена экспериментальному сравнению некоторых алгоритмов сортировки данных. Рассматриваются методы пузырька, вставок, Шелла и Хоара. Особое внимание уделяется исследованию временной сложности алгоритмов на массивах большой размерности. Делается вывод, что решающее значение для оптимизации процесса сортировки имеет выбор эффективного алгоритма независимо от мощности аппаратного обеспечения.

Сортировка – это процесс упорядочивания множества объектов по какому-либо признаку. С точки зрения теории алгоритмов, эффективность сортировки оценивается через вычислительную сложность**,** которая бывает временной (количество операций) и пространственной (затраты дополнительной памяти) [1].

Важными характеристиками процесса сортировки являются стабильность (способность сохранять исходный порядок равных элементов) и адаптивность (умение алгоритма ускоряться на частично упорядоченных данных). В рамках исследования рассматриваются четыре классических метода, каждый из которых обладает уникальными эксплуатационными характеристиками.

Сортировка методом пузырька (Bubble Sort) — это один из самых простых и интуитивно понятных алгоритмов сортировки. Он работает путем многократного прохода по массиву, сравнивая соседние элементы и меняя их местами, если они находятся в неправильном порядке. Сортировка вставками (Insertion Sort) работает по принципу создания отсортированной части массива, в которую поочередно добавляются элементы из неотсортированной части. Метод Шелла (Shell Sort) является обобщением сортировки вставками, которое позволяет обменивать элементы, находящиеся на большом расстоянии друг от друга. Метод Хоара (Quick Sort) использует принцип "разделяй и властвуй". Он выбирает опорный элемент и разделяет массив на две части: элементы меньше опорного и элементы больше опорного, после чего рекурсивно сортирует обе части. [2].

Практическая постановка задачи включает в себя динамическое распределение памяти под массив объемом до 200 000 целых чисел и использование генератора псевдослучайных последовательностей (srand, rand), с размерностью от 10 000 до 200 000 элементов. На каждом шаге исследования размерность случайной последовательности увеличивается на 10 000. На каждом этапе производится количественный замер времени сортировки с помощью функции clock(), а полученные данные систематизируются в массивах Puzyrek, Vstavka, Shell, Hoare.

Результаты сравнения быстродействия алгоритмов представлены на графике 1.

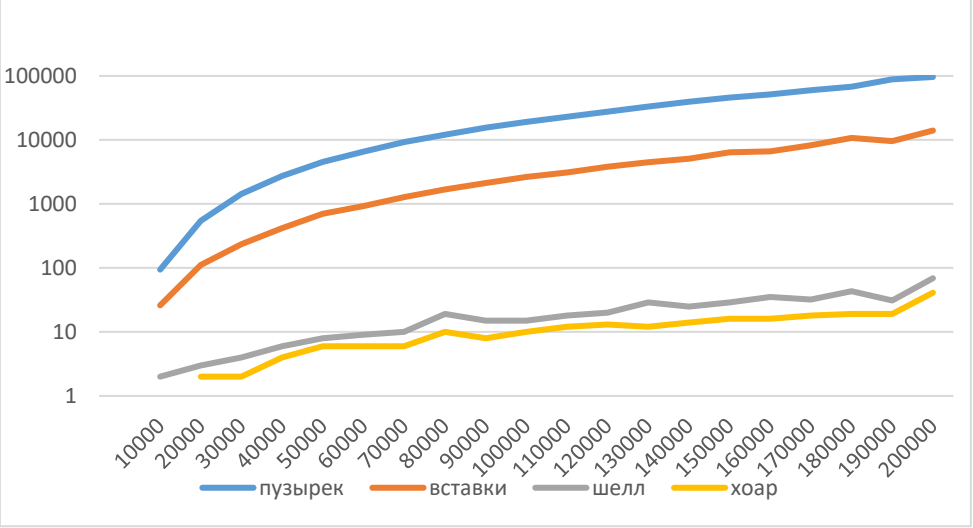


График 1– Результаты сравнения быстродействия алгоритмов

Данные наглядно показывают разницу в скорости работы выбранных алгоритмов. Если на малых объемах (10 000 элементов) разница во времени измеряется миллисекундами, то при достижении отметки в 200 000 элементов разрыв становится большим. Эти цифры подтверждают теоретические оценки: простые алгоритмы (пузырек и вставки) при росте объема данных постепенно снижают скорость и эффективность своей работы, в то время как продвинутые методы (Шелл и Хоар) сохраняют высокую скорость даже на больших массивах.

Чтобы убедиться, что выводы верны для любого устройства, было проведено исследование на другом вычислительном устройстве с иной архитектурной конфигурацией (1 устройство: Процессор: Intel Core i5-12450H, 2000 МГц, 8 ядер, 12 логических процессоров, ОС: Windows; 2 устройство: Процессор: Intel Core i3-7100U, 2,40 ГГц, 2 ядра (7-е поколение), оперативная память: 10,0 ГБ, ОС: Windows 10, архитектура: x64).Данный этап исследования позволяет выявить, как физические характеристики системы отражаются на реальном времени выполнения сортировок. Данные, полученные на вычислительном устройстве 1, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение времени выполнения сортировок методами пузырька, вставки, Шелла, Хоара на устройстве (быстродействие устройства).

Размер	Пузырек	Вставки	Шелл	Хоар
10000	94	26	2	0
30000	1426	234	4	2
50000	4554	704	8	6
70000	9220	1276	10	6
90000	15531	2111	15	8
110000	22844	3112	18	12
130000	33185	4460	29	12
150000	45573	6380	29	16
170000	59707	8256	32	18
190000	88748	9521	31	19

Сравнение данных, представленное в таблице 2, показало, что несмотря на изменение абсолютных значений поведение алгоритмов осталось неизменным. Исходя из этого, можно сделать вывод: мощность устройства может ускорить процесс, но она не способна изменить фундаментальную природу алгоритмической сложности**,** что наглядно демонстрируют представленные показатели со второго вычислительного устройства.

Таблица 2. Сравнение времени выполнения сортировок методами пузырька, вставки, Шелла, Хоара на устройстве (быстродействие устройства).

Размер	Пузырек	Вставки	Шелл	Хоар
10000	518	138	2	2
30000	4244	946	11	6
50000	11135	2790	20	10
70000	20408	4117	23	13
90000	31608	6705	31	18
110000	47333	10014	38	22
130000	70494	15907	47	24
150000	91323	19482	56	31
170000	117798	26067	72	34
190000	141362	30002	73	36

Заключение. Данные эксперимента показали, что выбор алгоритма становится решающим фактором для быстродействия. Мощность компьютера может немного ускорить процесс, но только эффективные методы (Хоара или Шелла) позволяют работать с большими массивами практически в реальном времени.

Список использованных источников

1.Сравнение алгоритмов сортировки: анализ эффективности / КиберЛенинка. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-algoritmov-sortirovki-analiz-effektivnosti (дата обращения: 14.03.2026).

2.Теоретический анализ и сравнение практической скорости алгоритмов сортировки методом Шелла / КиберЛенинка. — URL:https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskiy-analiz-i-sravnenie-prakticheskoy-skorosti-algoritmov-sortirovki-metodom-shella4 (дата обращения: 14.03,2026).

144. УЧАСТИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЦИФРОВОЙ РЕНТЫ: ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСА КАК ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ ПРИБЫЛИ ОНЛАЙН-РИТЕЙЛА

Кулебякина Е.А., студентка группы 578105

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. – старший преподаватель кафедры ЭИ, магистр

Аннотация. В данной научной работе исследуется взаимосвязь между качеством оптимизации веб-интерфейса и финансовой эффективностью предприятий в сфере онлайн-ритейла. В условиях глобальной цифровизации и растущей конкуренции на рынке электронной коммерции, пользовательский опыт (UX) и пользовательский интерфейс (UI) становятся ключевыми детерминантами потребительского поведения. В работе анализируются основные составляющие удобство использования, такие как навигационная структура, визуальное оформление и технические характеристики платформы. На основе анализа современных исследований (включая отчеты Baymard Institute и эмпирические данные маркетплейсов) обосновывается влияние интерфейсных решений на конверсию, удовлетворенность пользователей и формирование долгосрочной цифровой лояльности. Результаты работы подтверждают, что стратегический подход к дизайну интерфейса, ориентированный на устранение критических барьеров при оформлении заказа и поиске товаров, является необходимым условием для максимизации прибыли в современном онлайн-бизнесе.

В эпоху повсеместной цифровизации платформы электронной коммерции (e-commerce) выполняют роль критически важных транзакционных мостов между продавцами и покупателями, обеспечивая эффективность и доступность торговых операций [1]. Динамичное развитие онлайн-торговли привело к тому, что веб-сайт перестал быть просто витриной товаров, превратившись в сложный инструмент взаимодействия с потребителем. В условиях жесткой конкуренции, особенно в секторе B2C, онлайн-магазины вынуждены искать новые способы привлечения и удержания пользователей, где интерфейс играет роль главного связующего звена [2].

Актуальность исследования обусловлена тем, что современный потребитель предъявляет высокие требования не только к качеству товара и цене, но и к самому процессу взаимодействия с платформой. Плохо спроектированный UX/UI может привести к отказу от покупки и потере потенциальной прибыли. По данным Baymard Institute за 2025 год, около 80% сайтов электронной коммерции страдают от серьезных проблем в списках товаров и процессе оформления заказа (оформления заказа), что представляет собой значительную потерю потенциального дохода [6]. Таким образом, дизайн веб-интерфейса становится не просто эстетическим элементом, а мощным стратегическим инструментом экономической эффективности бизнеса.

Понятия User Interface (UI) и User Experience (UX) являются фундаментальными для понимания взаимодействия человека с цифровыми системами. UI фокусируется на визуальной составляющей — кнопках, иконках, цветовых схемах и типографике, тогда как UX охватывает весь спектр ощущений пользователя при работе с сайтом [3]. Основная цель качественного дизайна заключается в создании интуитивно понятного опыта, который сочетает в себе функциональность и эстетическую привлекательность [1].

Исследования в области удобство использования показывают, что удовлетворенность потребителя напрямую зависит от таких факторов, как простота поиска товаров, понятность навигации и эстетика сайта. Модель структурных уравнений (SEM) подтверждает значимую связь между дизайном, воспринимаемой безопасностью и намерением совершить повторную покупку [2]. Важно отметить, что восприятие дизайна тесно связано с чувством доверия к бренду. Как отмечают исследователи, визуальная составляющая и качество реализации интерфейса являются «входными воротами», которые либо стимулируют дальнейшее взаимодействие, либо вызывают отторжение [3, 5].

Для достижения бизнес-целей и увеличения прибыли онлайн-ритейлерам необходимо учитывать ряд критических факторов оптимизации:

1. Навигация и структура сайта. Эффективная навигация позволяет пользователю быстро найти нужный товар и совершить покупку с минимальными когнитивными усилиями. Согласно исследованию маркетплейсов (Shopee, Tokopedia, Lazada), показатель Mean Opinion Score (MOS) для навигационных интерфейсов достигает 4.08 из 5, что подчеркивает их критическую важность для удовлетворенности [1]. Ошибки в навигационной логике, напротив, вызывают фрустрацию и ведут к потере клиентов [3].

2. Оптимизация процесса оформления заказа (Checkout). Согласно дорожной карте на 2026 год, оптимизация оформления заказа является приоритетной областью для повышения конверсии [6].

Устранение лишних шагов, упрощение форм ввода и предоставление четкой информации о доставке напрямую снижают процент брошенных корзин.

3. Визуальное оформление и теория цвета. Привлекательный дизайн главной страницы и согласованность цветовой гаммы с брендингом компании играют важную роль в привлечении внимания. Использование принципов психологии цвета позволяет управлять вниманием пользователя и стимулировать эмоциональный отклик [1]. Эффективный UI-дизайн должен объединять визуальные, когнитивные и технологические компоненты для создания удобного интерфейса [3].

4. Техническая производительность и адаптивность. Скорость загрузки страниц и отсутствие технических сбоев критически важны для пользовательского опыта. Задержки в отклике системы более чем на несколько секунд негативно влияют на удовлетворенность потребителей [2]. Кроме того, адаптивность интерфейса под мобильные устройства становится обязательным требованием, так как мобильный сегмент продолжает доминировать в структуре трафика [3, 6].

Оптимизация интерфейса является стратегической инвестицией, которая окупается за счет улучшения ключевых бизнес-показателей:

— Повышение конверсии и среднего чека. Интуитивно понятный путь пользователя (customer journey) снижает количество барьеров. По данным Baymard, использование инструментов аудита UX позволяет компаниям приоритизировать исправления, имеющие наибольшее влияние на конверсию [6]. Исследования подтверждают, что высокий уровень удовлетворенности дизайном (например, MOS 3.93 у Tokopedia) коррелирует с ростом транзакционной активности [1].

— Снижение издержек на поддержку. Продуманный интерфейс самодокументирован, что позволяет пользователям самостоятельно находить нужную информацию. Это снижает нагрузку на колл-центры и службы клиентской поддержки, оптимизируя операционные расходы компании [5].

— Формирование цифровой лояльности. Удовлетворенность удобство использования сайта является фундаментом для построения долгосрочных отношений с клиентом. Цифровая лояльность (e-loyalty) формируется из сочетания удовлетворенности качеством сервиса, доверия и удобства интерфейса [4]. Эмпирические данные показывают, что лояльные пользователи совершают покупки чаще и имеют более высокий пожизненный доход (LTV) для компании.

Заключение. В результате проведенного анализа было установлено, что оптимизация веб-интерфейса является критическим фактором успеха в сфере онлайн-ритейла. Качественный UX/UI-дизайн позволяет не только удовлетворить текущие потребности пользователей, но и создать конкурентное преимущество, обеспечивающее устойчивый рост прибыли. Исследования 2025-2026 годов подчеркивают необходимость перехода от чисто визуального проектирования к аналитическому подходу, основанному на устранении барьеров в процессах поиска и покупки товаров. Инвестиции в улучшение навигации, оптимизацию оформления заказа и техническую производительность платформы напрямую влияют на удовлетворенность клиентов и их лояльность к бренду. Таким образом, дизайн веб-интерфейса должен рассматриваться как ключевой элемент маркетинговой стратегии и инструмент максимизации финансовой эффективности современного предприятия.

Список использованных источников.

1. *Hasan T. I., Silalahi C. I., Rumagit R. Y., Pratama G. D. UI/UX Design Impact on E-Commerce Attracting Users // [Электронный ресурс] // ScienceDirect — Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050924031442. – Дата доступа 25.03.2026.*

2. Марцулевич Д. В. Оценка влияния фактора юзабилити сайта (удобство использования) на потребительскую удовлетворенность интернет-магазином // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера. [Электронный ресурс] // Cyberleninka. — Режим доступа: https. https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-faktora-udobstva-ispolzovaniya-sayta-yuzabiliti-na-potrebitelskuyu-udovletvorennost-internet-magazinom/viewer. – Дата доступа 24.03.2026.

3. Тимофеев С. Б. Роль UX/UI-дизайна в формировании предпочтений пользователей онлайн-платформ [Электронный ресурс] // Cyberleninka. — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-ux-ui-dizayna-v-formirovanii-predpochteniy-polzovateley-onlayn-platform/viewer. – Дата доступа 24.03.2026.

4. Германчук А. Н., Коршунова Е. А. Цифровая лояльность потребителей при взаимодействии с брендом: методика оценки и перспективы роста // Практический маркетинг. — 2024. — № 10 (328). — С. 13–18.

5. Роль UX-дизайна в достижении бизнес-целей [Электронный ресурс] // Молодой ученый. — Режим доступа: https://moluch.ru/archive/555/122067/. – Дата доступа 25.03.2026.

6. Year in Review 2025 and 2026 Roadmap [Электронный ресурс] // Baymard Institute. — Режим доступа: https://baymard.com/blog/year-in-review-2025-and-2026-roadmap. – Дата доступа 25.03.2026.

145. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ ФОРМАТА ПРЕЗЕНТАЦИИ НА ПОКУПАТЕЛЬСКОЕ НАМЕРЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КНИГ

Ладкина М-И. И., магистрант гр.476701

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Хацкевич Г. А. – доктор экономических наук, профессор

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального исследования влияния формата презентации книги (аннотация и обложка) на покупательское намерение аудитории. Участники двух независимых групп оценивали 10 книг либо по развернутым аннотациям, либо по изображениям обложек. Статистически значимых различий между группами не выявлено ($p > 0.05$), однако наблюдается устойчивая тенденция к большему числу желаемых покупок в группе «Аннотации». Результаты интерпретируются в контексте теории двух систем мышления Д. Канемана и высокой вариативности индивидуальных читательских предпочтений.

В последние годы наблюдается снижение интереса к чтению книг, особенно среди молодежи. По данным Российской государственной библиотеки, 30% молодых людей не читают книг вовсе, а 50% предпочитают развлекательный контент. В условиях насыщенного рынка визуальные элементы книги, в первую очередь обложка, играют критически важную роль в принятии решения о покупке, выступая ключевым инструментом визуального мерчандайзинга. Исследования показывают, что профессионально выполненная обложка может существенно повышать продажи.

Влияние визуальных элементов на восприятие книги подтверждается рядом исследований в области потребительской психологии и маркетинга:

1. Reber, Winkielman и Schwarz в своей теория "беглости обработки" (processing fluency) показывают, что эстетически приятные и легко "считываемые" визуальные стимулы вызывают более положительные аффективные реакции и воспринимаются как более ценные [1].
2. Childers и Houston в работе о превосходстве образов установили, что визуальная информация запоминается и обрабатывается быстрее и легче, чем вербальная, что дает обложке преимущество в условиях быстрого принятия решений, например, при онлайн-скроллинге или в книжном магазине [2].
3. Исследование Gudinavicius и Suminas систематизирует, как конкретные элементы дизайна обложки (цветовая палитра, шрифт, иконография, фотография vs. иллюстрация) формируют жанровые ожидания и влияют на предварительную оценку сюжета и качества книги [3].
4. В контексте электронной коммерции работа Grewal подчеркивает, что качество визуального представления продукта является одним из ключевых драйверов доверия и намерения к покупке в онлайн-среде, где невозможен физический контакт с товаром. Для книг это делает обложку главным "цифровым витринным" элементом [4].

Теоретической основой исследования послужили концепции из поведенческой экономики и психологии восприятия, например теория «двух систем мышления» Д. Канемана [5].

Целью данного исследования являлась экспериментальная проверка гипотезы о том, что выбор книг на основе аннотаций («вслепую») приводит к большему количеству желаемых покупок по сравнению с выбором, основанным на визуальных элементах (обложка, название), за счет устранения возможных визуальных стереотипов и предубеждений.

Для проверки гипотезы был проведен онлайн-эксперимент с рандомизированным распределением участников в две независимые группы: «Аннотации» и «Обложки».

Выборку составили 152 студента бакалавриата и магистратуры (возраст 18–24 года, $M = 20.3$, $SD = 1.8$). Выборка была целенаправленной, отбор участников проводился на добровольной основе.

Для расчета мощности теста (post-hoc) с использованием G*Power для t-теста двух независимых выборок, с размером эффекта $d = 0.5$, $\alpha = 0.05$ и объемом выборки $n = 152$, мощность $(1-\beta)$ составила 0.88, что считается достаточным.

Стимульный материал состоял из 10 литературных произведений, принадлежащих к разным жанрам (классическая литература, детектив, современная проза, фантастика). Для группы «Аннотации» были подготовлены текстовые карточки, содержащие только название книги, жанр и развернутую аннотацию, раскрывающую сюжет, но лишенную оценочных характеристик. Для группы «Обложки» были подготовлены изображения, демонстрирующие красочные, профессионально сверстанные обложки этих же книг с их названиями.

Инструментом для проведения эксперимента послужила платформа Google Forms. Были созданы две идентичные по структуре, но различные по содержанию формы опроса.

Зависимой переменной было количественное выражение покупательского намерения — количество положительных ответов на вопрос «Хотите ли вы купить эту книгу?» для каждой из 10 книг в разрезе групп.

Собранные данные носили дихотомический характер. Для моделирования использовался инструмент MS Excel.

Для обработки данных использовались методы дескриптивной статистики, t-тест для независимых выборок с предварительной проверкой соответствия распределения нормальному закону (критерий Шапиро-Уилка), а также расчет размера эффекта (Cohen's d).

Результаты общего количества желаемых покупок в каждой группе представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сводные результаты по группам

Параметр	Группа «Аннотации» (n=76)	Группа «Обложки» (n=76)
Общее количество желаемых покупок	406	393
Среднее количество выборов на участника (M)	5.34	5.17
Стандартное отклонение (SD)	2.11	2.28
95% доверительный интервал для среднего	[4.85; 5.83]	[4.65; 5.69]

Как видно из таблицы, общее количество желаемых покупок в группе, выбирающей книги по аннотациям, оказалось выше, чем в группе, выбирающей по обложкам (406 против 393), что при неизменной численности выборки (по 76 человек в каждой группе) свидетельствует о наличии устойчивой, хотя и слабой тенденции в пользу содержательного выбора.

Распределение данных в обеих группах не противоречило нормальному ($p > 0.05$ по критерию Шапиро-Уилка). Результаты t-теста для независимых выборок показали:

- значение t-критерия ($t = 0.48$),
- p-value = 0.63,
- размер эффекта Cohen's $d = 0.09$ (слабый эффект).

Поскольку $p > 0.05$, нулевая гипотеза ($H0$) об отсутствии статистически значимых различий в покупательском намерении между группами не отвергается. Наблюдаемое различие в 0.17 выборов на участника статистически не значимо.

Полученные результаты носят неоднозначный характер. Основная гипотеза о значимом превосходстве «слепого» выбора не нашла статистического подтверждения. Это может быть связано с несколькими факторами. Во-первых, несмотря на достаточную мощность теста, величина эффекта оказалась крайне малой ($d = 0.09$). Во-вторых, высокая вариативность данных (стандартное отклонение $SD > 2$) указывает на сильное влияние индивидуальных различий в читательских предпочтениях, которое могло нивелировать эффект от манипуляции.

Тем не менее, наблюдаемая тенденция в пользу группы «Аннотации» позволяет говорить о частичном подтверждении исходного предположения в рамках данной выборки. Это согласуется с теорией Канемана: можно предположить, что формат «слепого» выбора частично переключал участников с быстрой, эмоциональной «Системы 1» (реагирующей на обложку) на более аналитическую «Систему 2», ориентированную на содержание. Это могло привести к более взвешенному и менее стереотипному выбору.

Метод «слепого» выбора книг на основе аннотаций продемонстрировал сопоставимую эффективность с традиционным методом выбора по обложке в стимулировании покупательского намерения у студенческой аудитории. Хотя статистически значимого превосходства не выявлено, наблюдаемая тенденция указывает на то, что смещение фокуса с формы на содержание является перспективным направлением.

Список использованных источников:

1. Reber, R. Effects of Perceptual Fluency on Affective Judgments / R. Reber, P. Winkielman, N. Schwarz // Psychological Science. – 1998. – №. 9(1). – P. 45–48.

2. Childers, T. L. Conditions for a Picture-Superiority Effect on Consumer Memory / T. L. Childers, M. J. Houston // Journal of Consumer Research. – 1984. – №. 11(2). – P. 643–654.

3. Gudinavicius, A. Choosing a book by its cover: Analysis of a reader's choice / A. Gudinavicius, A. Suminas // Journal of Documentation. – 2018. – №. 74(2). – P. 430–446.

4. Grewal, D. The Future of Retailing /D. Grewal, A. L. Roggeveen, J. Nordfält // Journal of Retailing. – 2018. – №. 94(1), P. 1–6.

5. Kahneman, D. Thinking, Fast and Slow / D. Kahneman // Farrar, Straus and Giroux. – 2011.

УДК 004:37.018.43

146. ПОВЫШЕНИЕ ВОВЛЕЧЁННОСТИ И УДЕРЖАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Мосендз А.В., магистрант гр.476701

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Хацкевич Г.А. – д.э.н., профессор, профессор кафедры ЭИ

Аннотация. Рассматриваются комбинированные подходы к повышению мотивации и удержания пользователей в цифровом обучении. Анализируются теоретические основы геймификации и персонализации, их сильные стороны и ограничения. Предлагается концептуальная модель интеграции игровых механик с адаптивным обучением, в которой игровые стимулы соотносятся с индивидуальным прогрессом пользователя. Описаны архитектура и ключевые компоненты модели. Отмечается, что синергия геймификации и персонализации усиливает вовлечённость и удержание, компенсируя недостатки каждого подхода. Рассмотрены ожидаемые эффекты, практические рекомендации и ограничения модели.

Ключевые слова. геймификация, персонализация обучения, адаптивное обучение, удержание пользователей, вовлечённость, цифровые образовательные приложения, адаптивная геймификация, игровые механики, мотивация, интеграционная модель.

Низкая вовлечённость пользователей в цифровые образовательные системы является серьёзной проблемой: глобальный уровень вовлечённости составляет лишь 21 % [1]. По оценке агентства Smart Ranking, общий объём российского рынка LMS в 2024 году превысил 7,2 млрд рублей [2]. В этих условиях качество проектирования программ обучения становится ключевым фактором повышения вовлечённости и удержания пользователей.

В литературе геймификация и персонализация считаются перспективными подходами. Однако каждый из этих инструментов по отдельности имеет ограничения: универсальные игровые решения часто не учитывают разные типы пользователей, а стандартные программы обучения могут не отражать уникальные потребности каждого пользователя [5]. В связи с этим в статье предлагается интегративная концепция: адаптивная геймификация – модель, объединяющая динамическую геймификацию с адаптивным обучением.

В рамках предлагаемой модели игровые стимулы генерируются и подстраиваются на основе поведения и прогресса конкретного пользователя. Такая интеграция должна повысить мотивацию и удержание пользователей, компенсируя недостатки каждого подхода [11]. В статье представлены описание архитектуры предложенной модели и её ключевых компонентов, практические рекомендации и прогнозы эффективности.

Геймификация – применение игровых приёмов и элементов в нерыночных контекстах – направлена на повышение вовлечённости пользователей [4]. При правильно спроектированной геймификации участники обретают ощущение мастерства, компетентности и увлечённости процессом (flow) [5]. Исследования подтверждают, что геймификация значимо повышает удержание знаний и учебные результаты пользователей [11].

С точки зрения теорий мотивации, геймификация подкрепляет фундаментальные психологические потребности человека. SDT (Теория самоопределения Деси и Райана) выделяет три базовые потребности: автономию, компетентность и сопричастность [6]. Грамотно выстроенная геймификация позволяет удовлетворять эти потребности: система очков и уровней укрепляет ощущение компетентности, задания с выбором ветки обучения – автономию, а совместные квесты – социальную сопричастность. Модель типов игроков Бартла показывает, что разным обучающимся требуются разные стимулы [7], поэтому игровая система должна учитывать эти различия, иначе унифицированная геймификация рискует потерять эффективность [8].

Однако исследования отмечают ограничения геймификации: эффект часто краткосрочен, если игровые элементы не адаптированы к контексту и личности пользователя, а перенасыщение внешними мотиваторами может отвлекать от учебных целей [4][12]. Следовательно, необходима адаптивная геймификация, когда игра подстраивается под индивидуальные характеристики обучающегося [8]. Эта идея лежит в основе предлагаемой концепции.

Персонализация обучения – это адаптация учебного процесса под уникальные характеристики каждого пользователя. Адаптивные технологии обучения способны в реальном времени изменять содержание, уровень и темп материала в зависимости от текущих потребностей ученика, что повышает эффективность усвоения.

Обзор 69 исследований показывает, что персонализированное адаптивное обучение приводило к улучшению академической успеваемости в 59 % случаев, а в 36 % – к повышению вовлечённости обучающихся [9]. Внедрение рекомендательных механизмов повышает завершение курсов и активность пользователей: после внедрения такой системы 91 % сотрудников прошли тренинги [10].

Тем не менее, персонализация имеет ограничения: требует значительных ресурсов на сбор и обработку данных, возможны риски неправильных рекомендаций, а интеграция с геймификацией усложняет архитектуру приложения [9]. Эти ограничения важно учитывать при проектировании.

Современные исследования отмечают тренд синергетического объединения геймификации и персонализации – когда игровые механики адаптируются к индивидуальному прогрессу и потребностям обучающегося. Такая адаптивная геймификация обеспечивает более сильный эффект, чем раздельное применение методов. Вопервых, играя на сильных мотивационных сторонах пользователя, система стимулирует его вовлечённость и желание действовать (например, зарабатывать очки и прохождение уровней). Вовторых, в момент ослабления интереса персонализация подстраивает сложность и формат материала, не допуская фрустрации. Комбинация этих подходов даёт эффект «непрерывного прогресса»: по мере обучения пользователь видит, что достижение игровых целей и образовательных результатов идут «рука об руку», что поддерживает его мотивацию[11].

На практике это означает, что система геймификации принимает решения на основе данных персонализации. Например, на начальных этапах обучения новичкам могут выдавать повышенные «приветственные» очки для быстрого достижения первого уровня (стимул продолжать), а продвинутые пользователи получат более сложные вызовы. Матрица игровых контекстов строится с учётом профиля пользователя: для «социализаторов» особенно важны групповые квесты и командные соревнования, для «исследователей» – побочные миссии и скрытые достижения. Таким образом, предлагаемый подход учитывает психологию разных обучающихся и образовательные цели одновременно.

По предварительным оценкам, интеграция геймификации и персонализации должна привести к значительному росту ключевых показателей: повышению вовлечённости, запоминания материала и удовлетворённости обучением. Например, в описанном эксперименте из JIK (2024) геймификация уже усилила сохранение знаний и результативность обучения[1]. С учётом добавления персонализации можно ожидать дальнейшего усиления таких эффектов, поскольку игра станет осмысленной частью индивидуального учебного плана каждого пользователя.

Предлагаемая архитектура интегрированной модели включает три ключевых компонента: модуль персонализации, модуль геймификации и интеграционный слой. Ниже приведена их функция в системе.

Модуль персонализации (User Profiling): собирает данные о поведении и прогрессе каждого пользователя – результаты тестов, время на задачах, ответы и т.д. На основе этой информации строится динамический пользовательский профиль. Алгоритмы машинного обучения анализируют пробелы в знаниях и цели обучения и формируют индивидуальную программу. Система адаптивно выбирает темы и задания нужной сложности, предлагает дополнительные пояснения в слабых областях, а также рекомендует курсы по интересам пользователя. Эти механизмы реализуют контекстную адаптацию содержимого и гибкие учебные траектории[9].

Модуль геймификации (Game Design Engine): отвечает за построение игровых стимулов и их динамическое изменение. На этом уровне определяется состав игровых элементов (очки опыта, значки, уровни, лидерборды, сюжеты) и правил их начисления. При этом алгоритм учитывает профиль пользователя: какие игровые мотиваторы для него наиболее важны. Модуль генерирует задания и сюжеты (квесты) в соответствии с учебными вехами, создавая видимый прогресс (например, герой проходит уровни, когда пользователь осваивает темы). При реализации используются кластеры игровых элементов: направление деятельности (достижения, очки за выполнение задач), социальные элементы (общие задачи, рейтинги, совместные действия), персональные мотивации (личные цели, аватары, разблокируемый контент)[8].

Интеграционный слой (Integration Layer): обеспечивает связку между LMS (обучающей платформой) и игровыми модулями. Он синхронизирует события обучения и геймификации: например, при успешном завершении урока система передачи данных уведомляет игровую логику о новых очках или достижениях. Этот слой контролирует общий прогресс, следит за выполнением геймифицированных условий и при необходимости корректирует пользовательский профиль. Важная задача – обеспечить консистентность метрик (например, количество изученных уроков соответствует уровню в игре). Интеграционный интерфейс также управляет безопасностью и конфиденциальностью данных пользователей, которые используются для персонализации (таблица 1).

Архитектура позволяет в реальном времени соединять обучение и игру. По мере прохождения дистанционного курса происходит событиелог (например, тест сдан, пройдён модуль), которое

поступает на интеграционный слой. Тот обновляет персональный профиль и передаёт информацию в модуль геймификации: формируется соответствующее игровое событие (например, повышение уровня). Одновременно модуль персонализации решает, какие следующие учебные задания предложить пользователю. В результате обучение становится «игрой» с адаптивной подстройкой.

Ожидается, что интеграция геймификации и персонализации приведёт к значительному росту мотивации и удержанию пользователей в обучающих приложениях. По аналогии с исследованиями в образовании, можно прогнозировать улучшение усвоения знаний, повышение успешности прохождения курсов и большей концентрации внимания[11][9]. Внутренние эксперименты показывают: геймифицированные курсы усиливают вовлечённость и положительно влияют на отношение к обучению[11][12]. А адаптивные механизмы дополнительно увеличивают образовательную эффективность, поскольку поддерживают внимание и помогают ученикам продвигаться в своём темпе[9][10]. Вместе эти эффекты должны обеспечить более высокий процент завершённых программ и лучшую интеграцию знаний в практическую деятельность.

Таблица 1 – компоненты системы и их функции

Компонент системы	Функции
Модуль персонализации	Анализ результатов тестов, построение профиля, подбор контента по индивидуальным потребностям, формирование адаптивных траекторий обучения.
Модуль геймификации	Создание и управление игровыми элементами (очки, уровни, значки), генерация квестов и челленджей в соответствии с прогрессом, мотивирование через сюжеты и соревнования.
Интеграционный слой	Обмен данными между LMS и игровой платформой, синхронизация прогресса обучения и игровых достижений, объединение метрик, обеспечение безопасности.

При этом необходимо учитывать ограничения. Вопервых, технически интегрированная система сложна и может требовать значительных ресурсов на разработку и внедрение[9]. Затраты связаны с созданием качественного контента, аналитической инфраструктуры и поддержкой алгоритмов ИИ. Вовторых, эффективность решения напрямую зависит от качества исходных данных: неполные или неточные пользовательские профили могут приводить к ошибочным персональным рекомендациям. Также возможна «усталость» от игрового контента, если механика будет слишком навязчивой или несоответствующей цели обучения[4]. Наконец, существует риск увеличения разрыва между технически подкованными и менее опытными пользователями, если система не адаптируется под разные группы пользователей. Успешность внедрения во многом зависит от грамотного проектирования и оценки результатов.

Для эффективной реализации интегрированной модели рекомендуется:

1 Чёткое выравнивание с бизнесцелями. Перед внедрением нужно определить ключевые показатели (KPI) обучения: повышение производительности, снижение ошибок, удержание персонала и т.п. Игровые механики и адаптация контента должны служить этим целям. Например, если задача – улучшить освоение новых продуктов, геймификация может поощрять изучение соответствующих модулей достижениями и бонусами.

2 Сегментация аудитории и поэтапное тестирование. Целесообразно начать с пилотных групп разных профилей (новичков и опытных, разных возрастных групп и уровней подготовки) и отрегулировать систему под их потребности. Разные группы могут предъявлять разные требования к интерфейсу и темпам обучения. Постепенное расширение системы позволит выявить «узкие места» и скорректировать механику без больших потерь.

3 Гибкая настройка игровых элементов. Не стоит добавлять много элементов сразу – это может перегрузить пользователя. Лучше динамически «включать» новые стимулы (например, новые уровни или командные миссии) по мере роста навыков пользователей. Управление такими настройками должно быть централизованным и доступным администраторам платформы.

4 Использование аналитики и обратной связи. Важно регулярно анализировать метрики вовлечённости и успеваемости: например, сравнивать группу с геймификацией и контрольную без неё. Обратная связь от пользователей также поможет улучшать модель. При снижении активности нужно оперативно вмешиваться – скорректировать сложность задач, сменить формат подачи.

5 Обеспечение безопасности и прозрачности. Поскольку система опирается на персональные данные, необходимо соблюдать законы о защите информации. Пользователи должны знать, какие

данные собираются и как они влияют на обучение. Прозрачность увеличивает доверие к системе и принятию персонализации.

В статье рассмотрен подход к повышению удержания пользователей в дистанционных обучающих приложениях через интеграцию геймификации и персонализации. Проанализированы теоретические основы обоих методов (игровые мотиваторы, психологические потребности, адаптивное обучение) и показано, что их комбинация – адаптивная геймификация – потенциально преодолевает ограничения каждого подхода в отдельности[11]. Предложена концептуальная архитектура системы, включающая модули персонализации и геймификации, интегрированные на уровне данных и бизнеслогики. Ожидается, что применение такой модели в цифровой образовательной среде повысит мотивацию сотрудников, улучшит результаты обучения и снизит текучесть кадров. При этом требуются тщательная настройка и учёт особенностей целевой аудитории.

Список использованных источников:

1 Gallup. State of the Global Workplace 2025 [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://www.gallup.com/workplace/349484/stateoftheglobalworkplace.aspx. – Дата доступа: 19.02.2026.

2 Лебедев, П. Стали известны лидеры российского рынка LMS для корпоративного обучения [Электронный ресурс] / П. Лебедев // Skillbox Media. – 2025. – Режим доступа: https://skillbox.ru/media/corptrain/staliizvestnylideryrossiyskogorynkalmsdlyakorporativnogoobucheniya/. – Дата доступа: 19.02.2026.

3 Чигинцева, А. А. Актуальные проблемы дистанционного обучения / А. А. Чигинцева // Скиф. – 2018. – № 3 (19). – С. 10–13.

4 Gamification (GF) – What is Gamification? [Электронный ресурс] // Interaction Design Foundation. – Режим доступа: https://www.interactiondesign.org/literature/topics/gamification. – Дата доступа: 19.02.2026.

5 Hamari, J. Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification / J. Hamari, J. Koivisto, H. Sarsa // Proc. 47th Hawaii International Conference on System Sciences. – 2014. – P. 3025–3034.

6 Ryan, R. M. SelfDetermination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and WellBeing / R. M. Ryan, E. L. Deci // American Psychologist. – 2000. – Vol. 55, No 1. – P. 68–78. – Режим доступа: https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/2000_RyanDeci_SDT.pdf. – Дата доступа: 19.02.2026.

7 Bartle taxonomy of player types [Электронный ресурс] // Wikipedia. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Bartle_taxonomy_of_player_types. – Дата доступа: 19.02.2026.

8 Hong, Y. Approaches and game elements used to tailor digital gamification for learning: a systematic literature review [Электронный ресурс] / Y. Hong, N. Saab, W. Admiraal // Computers & Education. – 2024. – Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131524000149. – Дата доступа: 19.02.2026.

9 du Plooy, E. Personalized adaptive learning in higher education: a scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement [Электронный ресурс] / E. du Plooy, D. Casteleijn, D. Franzsen // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, No 21. – e39630. – Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024156617. – Дата доступа: 19.02.2026.

10 Исследования показали, как корпоративное обучение влияет на вовлечённость персонала и бизнеспоказатели [Электронный ресурс] // Комсомольская правда – Челябинск. – 2023. – 20 апр. – Режим доступа: https://www.chel.kp.ru/daily/27498/4758224/. – Дата доступа: 19.02.2026.

11 Capatina, A. Leveling up in corporate training: Unveiling the power of gamification to enhance knowledge retention, knowledge sharing and job performance [Электронный ресурс] / A. Capatina, D. JuarezVaron, A. Micu, A. E. Micu // Journal of Innovation & Knowledge. – 2024. – Vol. 9, No 3. – Статья 100530. – Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444569X24000696. – Дата доступа: 19.02.2026.

12 Khoshnoodifar, M. Effectiveness of Gamification in Enhancing Learning and Attitudes: A Study of Statistics Education for Health School Students [Электронный ресурс] / M. Khoshnoodifar, A. Ashouri, M. Taheri // J Adv Med Educ Prof. – 2023. – Vol. 11, No 4. – P. 230–239. – Режим доступа: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10611935/. – Дата доступа: 19.02.2026.

UDC004:37.018.43

ENHANCING USER ENGAGEMENT AND RETENTION IN DIGITAL EDUCATIONAL APPLICATIONS

Mosenz A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus (style T-institution)

Khatskevich G.A. – Dr. of Sci.(Econ.), Professor, Professor of the Department of Economic Informatics

Annotation. In the context of the growing need to increase motivation and user retention in digital learning, combined approaches are considered. The article analyzes the theoretical foundations of gamification and learning personalization, identifies their strengths and limitations when applied separately. A conceptual model for integrating game mechanics with adaptive learning is proposed, in which dynamic game incentives are correlated with individual user progress. The architecture and key components of the model are described, including personalization mechanisms, contextual design of game incentives, and integration mechanisms. It is noted that the synergy of gamification and personalization should enhance engagement and retention, compensating for the shortcomings of each approach. Expected effects, practical recommendations, and limitations of the proposed model are discussed.

Keywords. Gamification, learning personalization, adaptive learning, user retention, engagement, digital educational applications, adaptive gamification, game mechanics, motivation, integration model.

УДК 336.74-028.27:004.75

147. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ КУРСОВ КРИПТОВАЛЮТ В УСЛОВИЯХ АВТОГЕНЕРАЦИИ ДАННЫХ

Салаш А. А., студентка группы 578101

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – заведующий кафедрой экономической информатики, кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. В условиях высокой волатильности крипторынка точное прогнозирование курсов осложняется эффектом накопления ошибок при автогенерации данных. Работа посвящена сравнительному анализу моделей ARIMA, LSTM и XGBoost и оценке их устойчивости на разных временных горизонтах. В качестве экспериментальной базы используются реальные посуточные котировки Ethereum, а точность оценивается по метрике MAPE. Эксперименты показывают, что ARIMA эффективна только краткосрочно, а сеть LSTM запаздывает на пиках. Наибольшую устойчивость и минимальную ошибку в условиях автогенерации данных демонстрирует алгоритм градиентного бустинга XGBoost, доказывая свое превосходство над классическими подходами. Результаты исследования помогают в создании надежных торговых систем.

Ключевые слова. Криптовалюта, прогнозирование курсов, временные ряды, волатильность, автогенерация данных, ARIMA, LSTM, XGBoost, градиентный бустинг, метрика MAPE, Ethereum.

Введение. В эпоху стремительного перехода к концепции Web 3.0 криптовалюты окончательно закрепили за собой статус полноправного элемента глобальной финансовой архитектуры. Согласно актуальной рыночной статистике, доминирующее положение продолжают удерживать Bitcoin (занимающий порядка 58–60% рынка) и Ethereum (около 12%), функционирующие как децентрализованные цифровые активы на базе технологии блокчейн [1]. Однако отсутствие регуляции со стороны центральных банков порождает их фундаментальное свойство – аномально высокую волатильность, при которой котировки активов способны непредсказуемо и кардинально меняться в интервале всего нескольких часов. Принятие некорректных решений в таких условиях неизбежно оборачивается для инвесторов и коммерческих предприятий сокрушительными финансовыми потерями.

В то же время растущая интеграция криптовалют в традиционные финансовые процессы усиливает потребность в точных и устойчивых методах прогнозирования их стоимости. Несмотря на значительное количество исследований, посвящённых анализу динамики цифровых активов, большинство существующих работ сосредоточено на краткосрочных прогнозах и не учитывает особенности реального торгового процесса [7].

Существующий массив научных исследований предлагает широкий спектр инструментов для решения данной проблемы: от классического технического анализа и эконометрических моделей временных рядов (ARIMA) до передовых алгоритмов глубокого обучения и рекуррентных нейросетей (LSTM) [2, 6].

Однако анализ литературы показывает, что в большинстве работ отсутствует комплексная оценка устойчивости моделей в условиях автогенерации данных – режима, при котором каждый следующий шаг прогноза строится на основе ранее предсказанных моделью значений. Именно этот режим наиболее точно отражает реальную биржевую практику, но одновременно является наиболее сложным для математических моделей из-за эффекта накопления ошибки.

Кроме того, в условиях постоянного изменения рыночной структуры многие из ранее предложенных алгоритмов демонстрируют тенденцию к чрезмерному сглаживанию результатов или накоплению ошибок при средне- и долгосрочном прогнозировании [8].

Исходя из выявленного исследовательского пробела, целью данной работы является сравнительный анализ трёх наиболее распространённых подходов – ARIMA, LSTM и XGBoost – с оценкой их устойчивости в условиях автогенерации данных и различного горизонта прогнозирования. Такой подход позволяет объективно определить, какие модели наиболее надёжны при работе с высоковолатильными криптовалютными временными рядами.

Традиционные статистические подходы и эконометрические модели. Исторически первыми инструментами для прогнозирования стоимости цифровых активов стали модели временных рядов [2]. Среди них выделяются:

Модель авторегрессии (AR), опирающаяся на линейную зависимость текущих данных от их прошлых значений. Её ключевое ограничение – требование стационарности исследуемого ряда.

Модель скользящего среднего (MA), ориентированная на учет случайных ошибок прошлых периодов, что помогает снизить влияние рыночного «шума».

Модель ARIMA (и её сезонная модификация SARIMA), объединяющая авторегрессию, интегрирование и скользящее среднее. Она демонстрирует универсальность при работе с нестационарными данными, однако правильный подбор её параметров требует экспертного опыта и значительных временных затрат [2].

Применение алгоритмов машинного обучения и ансамблевых методов. С развитием технологий на смену классическим статистическим методам пришли алгоритмы машинного обучения, способные выявлять нелинейные паттерны в больших массивах данных [5]. В частности:

Случайный лес (Random Forest) – ансамблевый метод, объединяющий множество деревьев решений для минимизации риска переобучения и повышения точности [3, 4].

Градиентный бустинг (в реализациях XGBoost, LightGBM, CatBoost) – метод последовательного построения деревьев, где каждая новая модель компенсирует ошибки предыдущих [5]. Эмпирические исследования на базе данных котировок Ethereum доказывают вычислительное превосходство градиентного бустинга над ARIMA как оптимального инструмента оперативного прогнозирования.

Современные тенденции и глубокое обучение (Нейросети и Трансформеры). Актуальные исследования 2025–2026 годов смещают фокус в сторону гибридных подходов и глубокого обучения (Deep Learning).

Для фиксации временных зависимостей активно применяются рекуррентные нейросети, такие как LSTM и GRU [6]. Кроме того, в практику прогнозирования внедряются модели-трансформеры, одновременно анализирующие множество сигналов. Важным вектором развития стало обогащение исторических ценовых данных внешними предикторами:

Анализ ликвидности – интеграция динамических показателей, таких как средневзвешенная по объему цена (VWAP) и соотношение объема к волатильности (VVR) [7].

Анализ рыночных настроений (Sentiment Analysis) – использование методов обработки естественного языка (NLP) для оценки тональности новостных лент и социальных сетей, что существенно улучшает прогнозирование резких скачков курса.

Несмотря на перспективность гибридных систем и моделей-трансформеров, их внедрение требует колоссальных вычислительных мощностей. В связи с этим в рамках данного исследования фокус сделан на сравнительном анализе классических и наиболее устойчивых к рыночному шуму архитектур (ARIMA, LSTM и XGBoost).

Экспериментальная база и методика исследования. Для проверки эффективности рассмотренных теоретических подходов и проведения их сравнительного анализа на практике, в данной работе использовались реальные исторические данные котировок криптовалюты Ethereum (ETH), извлеченные из открытых биржевых источников [1]. Выбор данного актива обусловлен его высокой ликвидностью и устойчивым вторым местом по капитализации на мировом рынке цифровых активов. Входной массив данных охватывал посуточные замеры цен закрытия, объемов торгов и волатильности за исследуемый период.

На этапе предобработки данных осуществлялось масштабирование признаков для приведения их к единому диапазону и их деление на обучающую и тестовую выборки. Особое внимание уделялось формированию лагов (временных сдвигов), которые выступали в качестве регрессоров для обучения моделей.

Оценка прогностической точности построенных моделей производилась на основе метрики средней абсолютной процентной ошибки (MAPE). Данный критерий позволяет объективно оценивать качество аппроксимации вне зависимости от масштаба абсолютных цен актива. Расчет метрики осуществлялся по следующей формуле (1):

$$\boldsymbol{MAPE} = \frac{\mathbf{100\%}}{\boldsymbol{n}} \sum_{\boldsymbol{t=1}}^{\boldsymbol{n}} \left| \frac{\boldsymbol{\hat{y}_t - y_t}}{\boldsymbol{y_t}} \right|. \qquad (\mathbf{1})$$

где yt – фактическое значение в момент времени t;

$\hat{y}t$ – прогнозное значение в момент времени t;

n – количество наблюдений в тестовой выборке.

Результаты исследования и сравнительный анализ моделей. В ходе апробации моделей на реальных данных были получены различные результаты, подчеркивающие специфику каждого из подходов при работе с нестационарными и волатильными финансовыми рядами. Эконометрическая модель ARIMA продемонстрировала высокую точность на обучающей выборке при краткосрочном шаге прогнозирования (1 день). Однако при попытке построения прогноза на среднесрочную перспективу (7 дней) в условиях автогенерации данных (когда каждое последующее значение рассчитывается на основе ранее предсказанного моделью) ARIMA показала тенденцию к резкому сглаживанию тренда. Модель быстро переходила к прогнозированию средних значений, полностью игнорируя локальные экстремумы и волатильность рынка [2].

Рекуррентная нейронная сеть LSTM (Long Short-Term Memory) успешно справилась с задачей выявления долгосрочных зависимостей [6]. За счет наличия блоков памяти она смогла уловить общую направленность тренда Ethereum. Тем не менее на тестовой выборке модель LSTM продемонстрировала эффект запаздывания: её пиковые значения часто отставали от реальных рыночных скачков на 1–2 временных шага, что снижает её ценность для высокочастотных торговых стратегий [7]. Кроме того, данная модель оказалась наиболее требовательной к объему обучающей выборки и вычислительным ресурсам.

Наилучшие результаты по критерию минимизации ошибки MAPE, рассчитанной по формуле (1), показал алгоритм градиентного бустинга (XGBoost) [5]. Данная модель не только точнее всего описала обучающую выборку, но и сохранила высокую устойчивость на тестовом интервале в 7 дней. В отличие

от статистических методов, XGBoost не сглаживал график до прямой линии, а продолжал генерировать колеблющиеся значения, близкие к реальной рыночной динамике. Способность эффективно обрабатывать нелинейные паттерны и устойчивость к переобучению делают ансамблевые методы на основе деревьев решений приоритетным выбором для оперативного прогнозирования курсов цифровых активов.

Заключение. В рамках проведенного исследования был осуществлен комплексный сравнительный анализ ключевых математических инструментов, применяемых для прогнозирования стоимости высоковолатильных цифровых финансовых активов. Рассмотренные подходы – от классических моделей временных рядов (ARIMA) до передовых алгоритмов машинного и глубокого обучения –обладают уникальной спецификой и разной степенью применимости в зависимости от горизонта планирования.

Результаты экспериментов на базе реальных котировок Ethereum подтвердили неэффективность чисто эконометрических методов при среднесрочном прогнозировании в условиях автогенерации данных из-за эффекта сглаживания тренда. В то же время было доказано алгоритмическое превосходство градиентного бустинга: модель XGBoost продемонстрировала наименьшую ошибку аппроксимации (MAPE) и максимальное сохранение динамики временного ряда.

Перспективой дальнейших исследований в данной области видится построение гибридных ансамблевых систем. Объединение математической строгости рекуррентных нейросетей с гибкостью градиентного бустинга, а также их обогащение внешними факторами фундаментального анализа (такими как индексы рыночных настроений), позволит минимизировать эффект накопления ошибки и выйти на качественно новый уровень точности прогнозирования динамики крипторынка.

Список литературы

1. Мебония, М.А. Технология блокчейн. Примеры блокчейна и его применение / М.А. Мебония // Вестник науки, и технологии. – 2022. – № 12. – С. 435–438.

2. Сафиуллин, М.Р. Методические подходы к прогнозированию динамики курса криптовалют с применением инструментов стохастического анализа (на примере биткоина) / М.Р. Сафиуллин, А.А. Абдукаева, Л.А. Ельшин // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2018. – № 5. – С. 161–173.

3. Богучаров, В.А. Классификация с обучением на основе информативного дерева решений / В.А. Богучаров // StudNet, Компьютерные и информационные науки. – 2020. – № 7. – С. 593–597.

4. Ахикян, А.И. Алгоритм машинного обучения адаптивный случайный лес и его применение / А.И. Ахикян, С.С. Данилюк // Вестник науки, Компьютерные технологии. – 2024. – № 6. – С. 1393–1401.

5. Дудченко, Д.В. Применение модели градиентного бустинга в задачах регрессии / Д.В. Дудченко // Вестник науки, Компьютерные технологии. – 2024. – № 6. – С. 1344–1347.

6. Кондратьева, Т.Н. Прогнозирование тенденции финансовых временных рядов с помощью нейронной сети LSTM / Т.Н. Кондратьева // Вестник евразийской науки, Информатика, вычислительная техника и управление. – 2017. – № 4. – С. 515–520.

7. Михайлова, С. С. Разработка торговой стратегии криптовалюты с применением методов машинного обучения / С. С. Михайлова, С. А. Сабирова // Computational Nanotechnology. – 2024. – Т. 11, № 2. – С. 11–21.

8. Назарова, В. В. Применение методов машинного обучения для прогнозирования нефтяных котировок / В. В. Назарова, Б. А. Лодягин, Ф. А. Круглов, А. В. Круглов // AlterEconomics. – 2025. – Т. 22, № 3. – С. 482–502.

UDC 336.74-028.27:004.75

COMPARATIVE ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE STABILITY OF MATHEMATICAL MODELS IN FORECASTING CRYPTOCURRENCY RATES IN THE CONDITIONS OF AUTOGENERATION OF DATA

Salash A. A., student gr. 578101

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Efremov A.A. – Head of the Department of Economic Informatics, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. In the highly volatile crypto market, accurate price forecasting is complicated by the accumulation of errors during automated data generation. This paper compares ARIMA, LSTM, and XGBoost models and assesses their robustness over different time horizons. Real daily Ethereum quotes are used as the experimental baseline, and accuracy is assessed using the MAPE metric. Experiments show that ARIMA is only effective in the short term, while the LSTM network lags at peaks. The XGBoost gradient boosting algorithm demonstrates the highest robustness and minimal error under automated data generation, proving its superiority over classical approaches. The results of the study can be used to develop reliable trading systems.

Keywords. Cryptocurrency, price forecasting, time series, volatility, data generation, ARIMA, LSTM, XGBoost, gradient boosting, MAPE metric, Ethereum.

148. АРХИТЕКТУРА ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ИНТЕРНЕТ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Вашкевич В.В. студент гр. 578102
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В работе рассматривается базовая архитектура сети Интернет как фундаментальной основы современных информационных систем. Раскрываются ключевые принципы построения глобальных сетей: стек протоколов TCP/IP, маршрутизация пакетов и иерархическая структура связей. Проанализированы уровни сетевого взаимодействия, подходы к адресации (IPv4, IPv6) и принципы отказоустойчивости. Данный анализ обеспечивает понимание механизмов надежной и масштабируемой передачи данных, необходимых для проектирования распределенных программных комплексов.

Роль глобальных сетей в современных информационных технологиях

В современном мире Интернет стал неотъемлемой средой для функционирования любых бизнес-процессов и информационных систем. Локальные вычислительные сети способны решать узкие задачи предприятий, однако глобальная интеграция и облачные вычисления требуют принципиально иного масштаба [1].

Ключевая задача архитектуры Интернета – обеспечение надежной, высокоскоростной и безопасной передачи данных между миллионами разнородных узлов. Простое физическое соединение компьютеров не позволяет масштабировать сеть. Решение этой проблемы обеспечивают унифицированные технологии сетевой архитектуры и стандартизированные протоколы обмена данными. Концепция децентрализованной маршрутизации является связующим звеном в ИТ-экосистеме: она объединяет конечные устройства, дата-центры и магистральные каналы связи в единое логическое пространство [2].

Цель современной сетевой архитектуры – предоставить пользователям и приложениям возможность за миллисекунды устанавливать соединения и обмениваться данными вне зависимости от их географического положения и аппаратного обеспечения.

Ключевые принципы и иерархия сети Интернет

Основополагающие принципы построения сети Интернет включают [1,3]:

– коммутацию пакетов (разделение потока данных на независимые блоки для эффективной загрузки каналов);

– децентрализацию и отказоустойчивость (отсутствие единой точки отказа, возможность динамического изменения маршрутов);

– независимость от среды передачи данных (пакеты могут передаваться по оптоволокну, радиоканалам или медным кабелям).

Физическая архитектура Интернета строится по строгому иерархическому принципу клиент-провайдер. Основой служат высокоскоростные магистральные сети уровня Tier-1 (глобальные операторы связи), которые не платят друг другу за трафик. К ним подключаются национальные и региональные провайдеры (Tier-2), которые, в свою очередь, раздают транзит локальным провайдерам (Tier-3), обеспечивающим доступ «последней мили» конечным потребителям и предприятиям [2].

Логическая модель данных и стек протоколов TCP/IP

Центральное понятие логической архитектуры Интернета – стек протоколов TCP/IP, ставший промышленным стандартом [1]. Он регламентирует правила взаимодействия устройств и включает четыре базовых уровня:

– прикладной уровень (HTTP, FTP, DNS) – протоколы, обеспечивающие взаимодействие сетевых приложений и сервисов с пользователем [3];

– транспортный уровень (TCP, UDP) – отвечает за надежную доставку сообщений от процесса к процессу, контроль целостности и управление потоком (в случае TCP);

– сетевой уровень (IP, ICMP) – базовая логическая адресация узлов и выбор оптимального пути следования пакета (маршрутизация);

– канальный и физический уровни – преобразование логических битов в физические сигналы (Ethernet, Wi-Fi) и их передача по аппаратному каналу [1,2].

Маршрутизация, адресация и перспективы развития

Жизненно важным механизмом работы сети является система глобальной IP-адресации. В связи с исчерпанием адресного пространства классического протокола IPv4 (32-битная архитектура), в современной сетевой инженерии активно внедряется протокол IPv6 (128-битная архитектура), обеспечивающий практически безграничное количество уникальных адресов для концепции «Интернета вещей» (IoT) [2].

Навигация в этой глобальной системе осуществляется с помощью протоколов динамической маршрутизации (таких как BGP на глобальном уровне и OSPF во внутренних сетях) [3].

Исходя из результатов проведенного анализа, можно сделать вывод о колоссальной практической значимости и гибкости архитектуры Интернета.

Выступая универсальным транспортным механизмом, эта архитектура обеспечивает трансформацию сложных физических связей в прозрачную среду для разработчиков и инженеров. Это позволяет специалистам проектировать масштабируемые веб-приложения, автоматизированные системы управления и распределенные базы данных.

Изучение и глубокое понимание принципов построения сети Интернет дает ИТ-специалистам возможность создавать отказоустойчивые и высокопроизводительные программные продукты, что является определяющим на пути дальнейшей цифровизации общества.

Список использованных источников:

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2016. – 992 с.

2. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – 960 с.

3. Куроуз, Дж. Компьютерные сети. Нисходящий подход / Дж. Куроуз, К. Росс. – 6-е изд. – М. : Эксмо, 2016. – 912 с.

УДК 004.85

149. ПРИМЕНЕНИЕ AMAZON WEB SERVICES ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛИНГВИСТИКИ

Голубев А.А., студент гр.578105
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – канд. эконом. наук, доцент

Аннотация. В статье рассматриваются возможности облачной экосистемы Amazon Web Services (AWS) как инфраструктурной основы для распределенного машинного обучения в задачах компьютерной лингвистики. Актуальность темы обусловлена ростом объема текстовых корпусов, усложнением моделей обработки естественного языка и повышением требований к вычислительной эффективности. Проанализированы сервисы AWS, применяемые для хранения данных, предобработки, распределенного обучения, развертывания и мониторинга лингвистических моделей. Основное внимание уделено управляемым инструментам обучения и масштабирования вычислений. Показано, что использование AWS способствует снижению инфраструктурных издержек, повышению эластичности вычислительной среды и улучшению воспроизводимости решений в области компьютерной лингвистики. Вместе с тем выделены ограничения, связанные со стоимостью вычислений, межузловым взаимодействием, защитой данных и зависимостью от облачного провайдера.

Ключевые слова. Amazon Web Services, распределенное машинное обучение, компьютерная лингвистика, обработка естественного языка, Amazon SageMaker, облачные вычисления, языковые модели.

Введение. Компьютерная лингвистика активно использует нейросетевые модели, обучение которых требует значительных вычислительных ресурсов. Рост объема текстовых данных, усложнение архитектур и необходимость многократных экспериментов делают локальную инфраструктуру недостаточной или экономически неэффективной. Текстовые корпуса отличаются большим объемом, неоднородностью, многоязычием и сложной предобработкой. Дополнительную нагрузку создают трансформерные модели, для которых критичны объем памяти, скорость обмена данными и возможность параллельного обучения. В этих условиях облачные платформы становятся практическим решением. Amazon Web Services предоставляет среду для хранения данных, распределенного обучения, развертывания моделей и их сопровождения.

Применение AWS в распределенном машинном обучении для задач компьютерной лингвистики.

Компьютерная лингвистика опирается на данные, отличающиеся высокой размерностью, зависимостью от контекста и сложной семантической организацией. В отличие от табличных данных текст требует предварительного представления, способного отражать морфологические, синтаксические и семантические закономерности языка. Это определило переход от ручного конструирования признаков и статистических моделей к контекстным представлениям и глубоким нейросетевым архитектурам. Даже прикладные задачи, например классификация обращений или маршрутизация документов, нередко требуют моделей, обученных на крупных корпусах и учитывающих длинный контекст. В машинном переводе, извлечении именованных сущностей и генеративных системах вычислительная сложность возрастает еще сильнее. Она определяется объемом корпуса, числом параметров модели, стоимостью токенизации и необходимостью многократных экспериментов. В результате инфраструктура в современной компьютерной лингвистике перестает играть второстепенную роль и становится одним из условий, определяющих качество и воспроизводимость получаемых результатов.

Распределенное машинное обучение предполагает выполнение одного процесса обучения на нескольких устройствах или вычислительных узлах. К такому подходу обращаются в тех случаях, когда обучение на одном сервере становится слишком длительным или когда объем модели и данных превышает доступные ресурсы памяти. Его развитие связано с исследованиями в области распределенной обработки данных и параллельных вычислений [1; 2]. Основными стратегиями остаются параллелизм по данным и параллелизм по модели. В первом случае модель дублируется на нескольких устройствах, а обучающие данные распределяются между ними; после этого результаты вычислений на каждом узле согласуются. Во втором случае между устройствами распределяются уже

не данные, а сама модель, что особенно востребовано при работе с крупными трансформерными архитектурами [3]. На практике чаще применяют смешанный подход, сочетающий оба механизма с учетом размера модели, характеристик оборудования и параметров сети. Для компьютерной лингвистики это особенно важно, поскольку обучение языковых моделей связано не только с высокими вычислительными затратами, но и с необходимостью устойчиво работать с большими корпусами, токенизированными данными и промежуточными результатами. Именно поэтому вопрос инфраструктуры здесь напрямую связан с качеством и воспроизводимостью результатов, а облачная среда становится естественным продолжением современных методов распределенного обучения.

AWS – это облачная платформа, объединяющая вычислительные мощности, средства хранения данных и управляемые инструменты для разработки и эксплуатации моделей машинного обучения. Для задач компьютерной лингвистики это особенно важно, поскольку работа с моделью включает не только ее обучение, но и ряд сопутствующих этапов. Необходимы хранение и версияция корпусов, воспроизводимая предобработка, сохранение контрольных точек, сравнение запусков и последующее развертывание полученной модели. Облачная инфраструктура позволяет собрать эти этапы в единый контур и уменьшить зависимость от локальных ограничений по памяти, дисковому пространству и вычислительной мощности.

Сильная сторона AWS состоит в сочетании двух режимов работы. С одной стороны, платформа дает доступ к гибкой инфраструктуре, которую можно настраивать под конкретную задачу. С другой стороны, она предлагает управляемые средства, снижающие объем рутинной настройки и позволяющие быстрее переходить от корпуса к обучению модели. Такой подход особенно востребован в компьютерной лингвистике, где исследовательский цикл часто включает серию экспериментов с разными архитектурами и параметрами. Актуальность подобной инфраструктуры усилилась после широкого распространения трансформерных моделей и подходов к предварительному обучению двунаправленных языковых представлений [4]. Тем самым AWS выступает не просто вычислительной площадкой, а средой, в которой работа с языковыми моделями становится более системной, воспроизводимой и масштабируемой.

Таблица 1 – Возможности и ограничения использования AWS в задачах компьютерной лингвистики.

Критерий	Возможности AWS	Практическое значение для компьютерной лингвистики
Масштабирование вычислений	Гибкое увеличение числа вычислительных ресурсов	Ускоряет обучение крупных языковых моделей и проведение серии экспериментов
Хранение данных	Централизованное хранение корпусов, артефактов и результатов	Упрощает работу с большими текстовыми коллекциями и повышает воспроизводимость
Организация экспериментов	Объединение этапов подготовки данных, обучения и развертывания	Сокращает число ручных операций и делает исследовательский цикл более управляемым
Ограничения по стоимости	Оплата зависит от объема и длительности вычислений	Требует контроля бюджета, особенно при распределенном обучении
Межузловое взаимодействие	Эффективность зависит от обмена данными между узлами	Может снижать прирост производительности при неудачной конфигурации
Защита данных	Требуются меры контроля доступа и безопасного хранения	Особенно важно при работе с чувствительными текстовыми данными

Использование AWS в задачах компьютерной лингвистики дает заметные практические преимущества. Облачная платформа дает возможность изменять объем используемых ресурсов в соответствии с текущим этапом работы – от подготовки корпуса до обучения и развертывания модели. Это особенно важно, поскольку современные языковые модели обычно требуют длительных запусков и регулярной корректировки конфигурации. Кроме того, объединение хранения данных, обучения и мониторинга в одной среде сокращает число ручных операций и делает экспериментальный цикл более управляемым. На фоне роста больших языковых моделей такая инфраструктурная гибкость становится все более значимой [5].

Однако эффективность AWS не является автоматической. Использование облачной платформы связано с затратами на вычисления, риском зависимости от конкретного провайдера и повышенными требованиями к защите чувствительных текстовых данных. Существенное значение имеют и накладные расходы, возникающие при межузловом обмене в распределенной среде. Поэтому применение AWS оправдано прежде всего тогда, когда архитектура проекта заранее соотнесена с объемом корпуса, типом модели, допустимой стоимостью экспериментов и требованиями к инференсу. В таком случае облачная платформа выступает не просто внешним источником вычислительных мощностей, а полноценным инструментом решения задач компьютерной лингвистики.

Заключение.

В рамках работы проведен анализ, который показывает, что AWS можно рассматривать как одну из наиболее удобных платформ для организации распределенного машинного обучения в данной области. Ее значимость связана не только с возможностью масштабировать вычисления, но и с объединением в единой среде хранения корпусов, подготовки данных, обучения, развертывания и сопровождения моделей. Вместе с тем сама по себе облачная инфраструктура не гарантирует эффективности. Практическая результативность определяется тем, насколько выбранная архитектура соответствует объему корпуса, типу модели, бюджету экспериментов и требованиям к защите данных. Поэтому использование AWS наиболее оправдано в тех случаях, когда облачная платформа изначально включается в исследовательский и прикладной контур как продуманный инфраструктурный элемент, а не только как источник вычислительных ресурсов.

Список использованных источников:

1. *Dean, J. MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters / J. Dean, S. Ghemawat // Communications of the ACM. – 2008. – Vol. 51. – No. 1. – P. 107–113.*

2. *Li, M. Scaling Distributed Machine Learning with the Parameter Server / M. Li, D. G. Andersen, J. Park et al. // Proceedings of the 11th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation. – 2014. – P. 583–598.*

3. *Vaswani, A. Attention Is All You Need / A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar et al. // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017. – Vol. 30.*

4. *Devlin, J. BERT: Pre–training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding / J. Devlin, M.–W. Chang, K. Lee, K. Toutanova // Proceedings of NAACL–HLT. – 2019. – P. 4171–4186.*

5. *Brown, T. B. Language Models are Few–Shot Learners / T. B. Brown, B. Mann, N. Ryder et al. // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2020. – Vol. 33. – P. 1877–1901.*

UDC 004.85

APPLICATION OF AMAZON WEB SERVICES FOR DISTRIBUTED MACHINE LEARNING IN COMPUTATIONAL LINGUISTICS PROBLEMS

Golubev A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Efremov A.A. – PhD in Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. This paper examines the capabilities of the Amazon Web Services (AWS) cloud ecosystem as an infrastructure foundation for distributed machine learning in computational linguistics. This topic is relevant given the growing size of text corpora, the increasing complexity of natural language processing models, and increasing demands on computational efficiency. We analyze AWS services used for data storage, preprocessing, distributed training, deployment, and monitoring of linguistic models. We focus on managed training tools and computational scalability. We demonstrate that using AWS reduces infrastructure costs, increases the elasticity of the computing environment, and improves the reproducibility of computational linguistics solutions. However, limitations related to computational costs, inter–node communication, data security, and cloud provider dependency are highlighted.

Keywords. Amazon Web Services, distributed machine learning, computational linguistics, natural language processing, Amazon SageMaker, cloud computing, language models.

150. РАЗРАБОТКА ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ WINDOWS API

Коваленко И. В., студент группы 578105

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А. А. – зав. кафедрой ЭИ, канд. экономических наук

Аннотация. Работа представляет собой описание разработанной объектно-ориентированной библиотеки на языке C++ для построения GUI на основе Windows API. Актуальность обусловлена сложностью прямого использования Win API и отсутствием лёгких современных альтернатив устаревшим фреймворкам. Библиотека необходима для упрощения разработки малых Windows-приложений.

Введение.

Проблема разработки библиотеки для графического интерфейса на основе Win API заключается в его сложности. В Win API более тысячи низкоуровневых функций и требуется явное управление циклом обработки сообщений [1].

Есть уже готовые библиотеки или фреймворки для построения графического интерфейса, но как правило они перегружены лишним функционалом или их тяжело подключить к проекту [2]. Такие библиотеки нерационально использовать в маленьких проектах, где основное внимание уделяется функционалу.

Цель работы.

Целью работы является создание лёгкой объектно-ориентированной библиотеки, которая будет выше по уровню абстракции, чем Win API, а также скрывать работу с циклом обработки событий и предоставлять возможность быстро создавать окна и элементы графического интерфейса.

Архитектура библиотеки.

Библиотека построена на принципах объектно-ориентированного программирования. Создан класс *Application*, который создаёт окно и хранит информацию о графических интерфейсах. Графические интерфейсы наследуются от базового класса *Widget*. Вместо прямой обработки сообщений Windows, библиотека предоставляет виртуальные методы.

Пользователь библиотеки создаёт объект класса *Application*, а потом создаёт объекты графического интерфейса. Для использования библиотеки, не надо вникать в детали Win API.

Пример приложения, написанного с помощью библиотеки, приведен на рисунке 1.

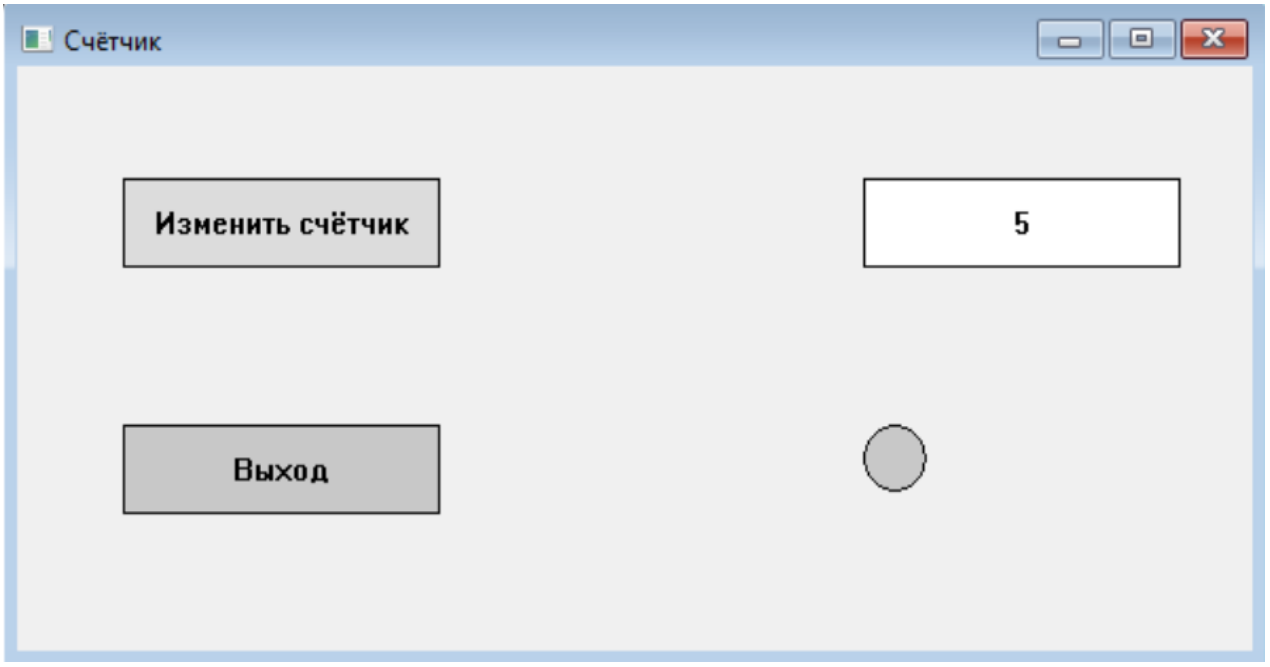


Рисунок 1 – Пример приложения (Счётчик)

Заключение.

Разработанная объектно-ориентированная библиотека предоставляет удобный и лёгкий способ создания графических интерфейсов для малых Windows-приложений. Библиотека скрывает сложность Win32 API [1], сокращает объём кода и может быть использована в учебных целях для изучения принципов построения GUI-фреймворков [2], а также в проектах, где подключение тяжеловесных библиотек нецелесообразно.

Список использованных источников:

1. Pucella, R. Higher-Order Concurrent Win32 Programming / R. Pucella // Proceedings of the USENIX Windows NT Symposium. – Seattle: USENIX Association, 1999. – P. 1–14.

2. Knoble, D. B. Functional Shell and Reusable Components for Easy GUIs / D. B. Knoble, B. Popa // Proceedings of the 1st ACM SIGPLAN International Workshop on Functional Software Architecture (FUNARCH '23). – Seattle : Association for Computing Machinery, 2023. – P. 20–29.

УДК 336.74: 004.75

151. ОСОБЕННОСТИ КРИПТОВАЛЮТНЫХ ОПЕРАЦИЙ В СЕГМЕНТЕ P2P

Масальский А. И. – студент гр.578104, Бабков М. М. – ассистент кафедры ЭИ
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А. А. – канд. экономических наук, доцент

Аннотация. В статье анализируется трансформация глобальной финансовой архитектуры через призму развития P2P-технологий. Рассматриваются преимущества децентрализации и ключевые различия между кастодиальными и некастодиальными моделями расчетов. Особое внимание уделено киберугрозам нового поколения, включая использование генеративных нейросетей, и методам их нейтрализации. Исследуется опыт правового и потенциал токенизации реальных активов. Обосновывается концепция безопасности как фундаментального фактора масштабирования сектора. Делается вывод, что синергия доверия к коду и адаптивного регулирования обеспечит полную интеграцию P2P-систем в глобальную экономическую систему.

Ключевые слова. Криптовалюта, P2P-транзакции, кибербезопасность, смарт-контракты, децентрализация, некастодиальные платформы, социальная инженерия, доказательство с нулевым разглашением (ZKP), нормативное регулирование, финансовая инклюзивность.

Глобальная финансовая архитектура вступает в фазу необратимой децентрализации. Традиционные механизмы межбанковских расчетов – включая систему SWIFT – демонстрируют критическую неэффективность: чрезмерные задержки (время обработки платежей достигает 3–5 рабочих дней), многоуровневые комиссии банков-корреспондентов, а также растущий риск политически мотивированного замораживания активов. На этом фоне одноранговые (P2P) транзакции трансформировались в системно значимый механизм обеспечения ликвидности. Так, например, для стран Глобального Юга P2P-сети стали единственным жизнеспособным средством доступа к мировому рынку капитала в условиях жесткого валютного контроля.

Ключевое преимущество P2P-архитектуры заключается в отсутствии централизованных точек отказа, что делает сеть устойчивой к внешним санкциям и техническим сбоям со стороны посредников. Однако децентрализация переносит операционные риски непосредственно на программную логику смарт-контрактов и уровень компетентности конечного пользователя. Учитывая, что 1,4 миллиарда человек классифицируются Всемирным банком как «неохваченные банковскими услугами» (unbanked), и что объем P2P-платформ ежегодно растет на 20–25%, надежность этих шлюзов становится вопросом глобальной экономической стабильности. Текущий этап требует разрешения противоречия: системы должны сохранять операционную гибкость, не жертвуя при этом безопасностью, необходимой для привлечения капитала.

Доверие в среде гарантируется алгоритмами эскроу, которые минимизируют риски «двойного расходования» и мошенничества со стороны контрагентов. В современной практике доминируют две архитектурные парадигмы: кастодиальная модель и некастодиальные решения.

В первую очередь будет описана кастодиальная модель. Централизованные платформы (Binance P2P, Bybit, OKX) хранят активы на своих внутренних биржевых кошельках. Это позволяет использовать централизованные системы арбитража, в рамках которых споры разрешаются оператором на основе внешних данных о фиатных средствах (например, выписок из банковских приложений или SMS-подтверждений). Основным риском в данном случае является риск контрагента. Взломы бирж, внутренняя коррупция или оперативное исполнение предписаний о заморозке активов делают эту клиентскую модель уязвимой для государственного контроля – несмотря на высокую скорость разрешения споров.

Некастодиальные платформы (DEX, Bisq, HodlHodl) используют протоколы Hashed Timelock Contracts (HTLC) и мультисиг-счета. Активы блокируются в блокчейне с помощью математических «замков», условия разблокировки которых строго определены программным кодом. При такой транзакции средства перечисляются покупателю только после предъявления криптографического секрета, подтверждающего факт оплаты. Это позволяет исключить риски, связанные с участием посредников, однако требует от пользователя строгого соблюдения правил «цифровой гигиены». Ошибки при управлении сид-фразами или закрытыми ключами приводят к безвозвратной утрате средств без какой-либо возможности их возврата.

Безопасность дополняет ончейн-репутация – прозрачная история транзакций, записанная в неизменяемый реестр. В отличие от банковских кредитных рейтингов, P2P-репутация формируется на основе объективных параметров: процент успешно завершенных заказов, средняя скорость ответа и объем торгов.

Киберугрозы представляют собой чрезвычайно серьезную проблему: согласно некоторым источникам, в 2025 году объем хищений в криптовалютной индустрии составил 3,4 млрд долларов [1]. Киберпреступность прошла процесс профессионализации: прямые атаки, нацеленные на уязвимости в коде, вытесняются гибридными схемами.

Один из основных методов предполагает использование генеративных нейросетей, что позволяет создавать дипфейки в режиме реального времени. Злоумышленники имитируют видеозвонки от служб безопасности или банков, манипулируя пользователями и вынуждая их подтверждать транзакции без фактического получения денежных средств. Это подрывает эффективность традиционной двухфакторной аутентификации и побуждает отрасль переходить к биометрии с нулевым разглашением (ZK-биометрии) – технологии, позволяющей верифицировать личность без передачи самих биометрических данных в облачные хранилища.

Регулирующие органы реагируют на эти вызовы посредством стандартизации. Регламент ЕС MiCA (Markets in Crypto-Assets) обязывает поставщиков услуг в сфере крипто активов внедрять строгие процедуры верификации личности, а также отделять активы клиентов от корпоративных активов.

В Республике Беларусь Декрет №8 «О развитии цифровой экономики» сформировал одну из наиболее либеральных и в то же время структурированных правовых баз для криптоактивов в регионе. Резидентам Парка высоких технологий (ПВТ) были предоставлены уникальные правовые условия для осуществления операций с токенами, включая создание криптовалютных бирж и обменных сервисов [2]. На фоне частичных ограничений доступа к международным платежным системам P2P-платформы стали для белорусского бизнеса и граждан эффективным каналом поддержания трансграничной ликвидности. Эта трансформация превратила страну в экспериментальный полигон для внедрения смарт-контрактов в реальный сектор экономики.

Более того, P2P-сети имеют глубокие социально-экономические последствия: они радикально снижают издержки, связанные с денежными переводами мигрантов. В странах Африки и Латинской Америки комиссии, взимаемые традиционными системами, достигают 8–10%. P2P-переводы с использованием стейблкоинов (например, USDT и USDC) снижают эти издержки всего до 1–1,5%, обеспечивая при этом мгновенную доставку средств [3]. В Нигерии, Вьетнаме и Аргентине «цифровые доллары», переводимые через P2P-сети, стали основным инструментом хеджирования рисков, связанных с национальными валютами.

Ключевым трендом 2025–2026 годов станет перенос прав собственности на физические активы – недвижимость, облигации и сырьевые товары – в блокчейн. P2P-платформы трансформируются в глобальные вторичные рынки для реальных активов. Согласно прогнозам, к 2030 году объем рынка токенизированных активов достигнет 10% от мирового ВВП.

Технологический прогресс, достигнутый в области бизнес-решений на основе доказательств с нулевым разглашением (ZKP), позволяет подтверждать легитимное происхождение средств или статус KYC без раскрытия паспортных данных пользователя [4]. Это разрешает противоречие между правом на неприкосновенность частной жизни и нормативными требованиями, устанавливаемыми государством, тем самым создавая условия для безопасного и анонимного взаимодействия в рамках правового поля. Практическая реализация этого баланса между надзором и свободой транзакций находит отражение в существующих экономических моделях государственного регулирования; в контексте Республики технологическая верификация сочетается с математически обоснованными фискальными стимулами.

Экономическая выгода (B) пользователя от использования P2P-инструментов в легальном поле до 2025 года описывается функцией налогового бремени:

$$B(t) = I * (1 - t) - C(I), \quad (1)$$

где

I – доход от операций;

t – ставка налога (равная 0 для физлиц по Декрету №8);

$C\ (I)$ – комиссия P2P-платформы, напрямую зависящая от дохода операции.

Параллельно с выгодой пользователя, целесообразность поддержки легального P2P-сектора для государства (G) в данной модели описывается функцией совокупного дохода:

$$G(t) = I * t + T_{plat} - S, \quad (2)$$

где

T_{plat} – налоговые и лицензионные отчисления самой платформы;

S – затраты государства на мониторинг и обеспечение регуляторного комплаенса.

В свою очередь, прибыль самой P2P-платформы (*P*) как связующего звена системы определяется эффективностью монетизации трафика:

$$P = \sum C(I) - T_{plat} - O, \quad (3)$$

где

O – операционные расходы на техническое поддержание сети.

Представленные уравнения формируют единую систему динамического равновесия, в которой интересы всех участников не просто пересекаются, а являются производными друг от друга. Эта математическая модель наглядно демонстрирует эффект синергии.

Более того, P2P-сектор представляет собой весьма привлекательное направление для инвестиций. Это обусловлено его антихрупкостью: в периоды банковских кризисов объем P2P-транзакций демонстрирует корреляцию с ростом спроса на «твердые» активы. Тем не менее инвесторам необходимо учитывать сопряженные риски – прежде всего риск ликвидности. Это означает, что в условиях экстремальной волатильности спред между ценами покупки и продажи на P2P-рынках может расширяться до 5–7%. Кроме того, неодинаковый правовой статус криптовалют в различных юрисдикциях создает правовые ловушки для участников трансграничной торговли.

Таким образом, анализ глобальных тенденций подтверждает, что фокус на развитие вместо безопасности в P2P-секторе является концептуально ошибочным. Безопасность выступает не ограничителем экспансии, а, напротив, её фундаментом. Дальнейшая эволюция P2P-систем будет зависеть от масштабирования некастодиальных решений и устойчивости к угрозам, порождаемым искусственным интеллектом.

Сбалансированный «общественный договор» между пользователями, платформами и государством позволит P2P-технологиям полностью интегрироваться в качестве фундаментального, неотъемлемого уровня глобальной финансовой системы.

Список использованных источников:

1. Отчет Chainalysis [Электронный ресурс] // Кузьмичева А., Лузгин А. – URL: https://www.rbc.ru/crypto/news/69453c9f9a7947f3cb18874b? (дата обращения: 04.04.2026).

2. Декрет Президента Республики Беларусь № 8 «О развитии цифровой экономики» (в редакции от 2024 г.) – пункты 2.1, 2.2.

3. Remittance Prices Worldwide Quarterly - Issue 48 [Электронный ресурс] // The World Bank. – URL: https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099053025160039576 (дата обращения: 04.04.2026).

4. Blockchain Privacy and Regulatory Compliance: Towards a Practical Equilibrium [Электронный ресурс] // Buterin V., Illum J., Nadler M., Schar F., Soleimani A. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096720923000519 (дата обращения: 04.04.2026).

THE SPECIFICS OF CRYPTOCURRENCY TRANSACTIONS WITHIN THE P2P MARKET

Masalskiy A. I. – student of group 578104, Babkov M.M. – assistant of the Department of EI

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Efremov A. A. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. The article examines the transformation of the global financial architecture through the lens of P2P technology development. It analyzes the benefits of decentralization and key differences between custodial and non-custodial settlement models. Special focus is given to next-generation cyber threats, including generative AI, and neutralization methods such as ZK-biometrics. The research explores regulatory frameworks (MiCA, Decree No. 8 in Belarus) and the potential for real-world asset tokenization. The author substantiates the concept of security as a fundamental factor for sector scaling. It is concluded that the synergy between code-based trust and adaptive regulation will enable the full integration of P2P systems into the global economic infrastructure.

Keywords. Cryptocurrency, P2P transactions, cybersecurity, smart contracts, decentralization, non-custodial platforms, social engineering, zero-knowledge proof (ZKP), regulatory framework, financial inclusion.

УДК 004.85:366.14

152. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ В DATA MINING ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ IT-ПРОДУКТОВ

Мягков А.А.студент гр. 578105, Шидловский К. Д. студент гр. 372301

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю.Ю. - старший преподаватель кафедры ЭИ, магистр

Аннотация. В данной работе рассматриваются теоретические аспекты применения технологий интеллектуального анализа данных (Data Mining) в задачах сегментации аудитории цифровых сервисов. Основное внимание уделено методологическим различиям между алгоритмами кластеризации и классификации, а также их синергии при формировании стратегий персонализации в IT-индустрии. Описаны ключевые этапы обработки данных и принципы выделения пользовательских паттернов, позволяющие повысить эффективность удержания и вовлеченности клиентов.

Ключевые слова. Data Mining, сегментация пользователей, кластеризация, классификация, машинное обучение, пользовательское поведение, персонализация.

В условиях глобальной цифровизации и экспоненциального роста объемов генерируемой информации классические методы маркетингового анализа и статистической отчетности перестают удовлетворять потребностям динамично развивающихся IT-компаний. Современный IT-продукт — будь то мобильное приложение, облачная платформа или социальная сеть — ежедневно накапливает массивы данных о действиях пользователей. Эти данные представляют собой сложный цифровой след, анализ которого методами Data Mining позволяет перейти от простого наблюдения к проактивному моделированию пользовательского опыта. Сегментация пользователей является фундаментальной задачей, решение которой позволяет разделить неоднородную аудиторию на группы с идентичными паттернами поведения. Это необходимо для решения широкого спектра задач: от снижения уровня оттока до максимизации среднего дохода на пользователя. Научный интерес к данной теме обусловлен поиском наиболее устойчивых и интерпретируемых алгоритмов, способных эффективно работать в условиях высокой размерности данных и информационного шума. При этом на практике особую сложность представляет выбор адекватной меры расстояния между объектами: евклидова метрика часто оказывается малоэффективной в пространствах высокой размерности из-за эффекта «проклятия размерности», что делает предпочтительным использование мер на основе косинусного сходства или корреляции Манхэттена.

Критически важным этапом, предшествующим применению алгоритмов, является проектирование признаков, поскольку качество работы любой модели напрямую ограничено качеством входных данных. В контексте цифровых продуктов признаковое пространство обычно формируется из нескольких категорий, включая поведенческие показатели, такие как частота использования функций и длительность сессий, а также транзакционные и технические характеристики. Методологически значимым процессом здесь выступает нормализация и стандартизация данных, так как многие алгоритмы (особенно методы, основанные на вычислении расстояний, и метод главных компонент) чувствительны к масштабу переменных. На практике применяются два основных подхода: min-max нормализация, приводящая значения к интервалу [0,1], и z-стандартизация, центрирующая данные относительно нулевого среднего с единичным дисперсионным разбросом; выбор между ними определяется наличием выраженных выбросов и требованием сохранения формы исходного распределения. Кроме того, в современных исследованиях уделяется внимание методам снижения размерности, которые позволяют сохранить наиболее значимую информацию при уменьшении количества переменных, что снижает вычислительную сложность и вероятность переобучения моделей. Конкретными инструментами здесь выступают не только линейный метод главных компонент, но и нелинейные методы, такие как t-SNE и UMAP, которые эффективно визуализируют кластерную структуру, однако требуют осторожной интерпретации из-за стохастичности результата.

После завершения этапа подготовки данных на первый план выходит методология кластеризации, которая классифицируется как обучение без учителя. Основная цель данного подхода заключается в группировке объектов таким образом, чтобы внутригрупповое сходство было максимальным, а межгрупповое — минимальным. В теории анализа данных выделяют несколько ключевых подходов к кластеризации пользовательской базы. Наиболее распространенным является метод k-средних, основанный на итеративном поиске центроидов групп. Он ценится за вычислительную эффективность и простоту интерпретации, хотя и требует предварительного обоснования количества сегментов через использование вспомогательных техник, таких как метод «локтя» или индекс силуэта, причем последний позволяет не только выбрать оптимальное число кластеров, но и оценить степень компактности каждого выделенного сегмента. Важной практической проблемой метода k-средних является чувствительность к начальному выбору центроидов, что частично решается применением инициализации k-means++ или многократным запуском алгоритма с последующим выбором результата с наименьшей суммой квадратов внутрикластерных расстояний. В свою очередь, иерархические методы позволяют строить структуру вложенных кластеров, что полезно при анализе сложных зависимостей, когда внутри крупных сегментов необходимо выделить узкие подгруппы по интересам. При этом выбор меры связи между кластерами — одиночной, полной или средней — существенно влияет на форму получаемых дендрограмм, и для поведенческих данных чаще применяется метод Уорда, минимизирующий внутрикластерную дисперсию. Еще одним важным направлением являются плотностные методы, которые определяют кластеры как области высокой концентрации данных. Это позволяет выделять сегменты произвольной геометрической формы и эффективно отсеивать аномальных пользователей, чье поведение может исказить общие результаты анализа. Наиболее репрезентативным представителем данной группы выступает алгоритм DBSCAN, требующий задания двух параметров: радиуса окрестности и минимального числа точек в окрестности; их подбор часто осуществляется с помощью анализа k-графиков расстояний, что является эмпирической, но технически обоснованной процедурой.

Параллельно с методами поиска скрытых структур активно развиваются алгоритмы классификации, представляющие собой обучение с учителем. Они применяются для оперативного распределения новых пользователей по уже известным категориям. Основными инструментами здесь выступают деревья решений, позволяющие визуализировать логику сегментации в виде последовательных условий, что делает модель прозрачной для интерпретации специалистами. Однако классические деревья решений склонны к переобучению при наличии шумовых признаков, что ограничивает их применение на сырых поведенческих данных без предварительной фильтрации. Более сложные ансамблевые методы, такие как случайный лес, позволяют значительно повысить точность классификации и устойчивость системы к случайным отклонениям в данных за счет агрегирования большого количества слабо коррелированных деревьев. В задачах с крайне высокой размерностью признаков, например, при анализе текстовых логов или сложных интерфейсных взаимодействий, применяются методы опорных векторов и глубокие нейронные сети. Для последних ключевой проблемой становится обеспечение интерпретируемости, что частично решается методами пост-хок объяснений, такими как LIME или SHAP, позволяющими аппроксимировать решение нейронной сети локально-интерпретируемой моделью в окрестности конкретного пользовательского экземпляра.

Наибольшую научную ценность в данном контексте представляет гибридный подход, при котором кластеризация и классификация применяются последовательно. На первом этапе исследователь формирует архитектуру сегментов, выявляя устойчивые типы пользователей на основе исторического массива данных. Это позволяет не навязывать продукту субъективные категории, а обнаружить реальные поведенческие паттерны. На втором этапе полученные метки используются для обучения классификатора, который в реальном времени начинает определять принадлежность нового клиента к конкретной группе уже после первых минут его активности. Такая синергия обеспечивает возможность мгновенной адаптации продукта, что является высшим уровнем развития персонализации в современной IT-индустрии. При этом важно, чтобы классификатор на этапе продуктивного использования периодически переобучался на свежих данных, поскольку распределение поведенческих паттернов может дрейфовать — явление, известное как концептуальный дрейф (concept drift). Для его обнаружения применяются методы мониторинга ошибки классификации на контрольной выборке или статистические тесты на однородность распределений, например, на основе двустороннего критерия Колмогорова-Смирнова.

Несмотря на высокую эффективность описанных методов, их внедрение сопряжено с рядом методологических проблем, одной из которых является изменчивость поведения пользователей во времени. Это требует разработки систем непрерывного обучения моделей для сохранения их

актуальности. Кроме того, в академической среде ведется активная дискуссия об этике использования алгоритмов интеллектуального анализа. Глубокая сегментация может приводить к созданию «информационных пузырей» или неосознанной дискриминации определенных групп. Конкретные этические риски включают возможность косвенной дискриминации по косвенным признакам (например, использование геолокации как прокси для расовой или экономической принадлежности) и эффект самосбывающегося прогноза, когда алгоритмически назначенная категория влияет на пользовательский опыт, искусственно закрепляя пользователя в этой категории. Следовательно, при проектировании систем сегментации необходимо соблюдать баланс между эффективностью алгоритмов и принципами прозрачности и справедливости принимаемых ими решений. Практическим инструментом здесь выступает метрика демографического паритета, позволяющая количественно оценить, насколько равномерно представлены различные социальные группы в выделенных сегментах.

Подводя итог проведенному анализу, можно утверждать, что использование методов Data Mining позволяет трансформировать разрозненные данные активности в стратегический актив компании. Теоретический обзор подтверждает, что выбор конкретных инструментов должен быть обусловлен целями исследования, объемом данных и требуемым уровнем интерпретируемости результатов. Будущее направление исследований в данной области связано с интеграцией методов анализа графов и глубокого обучения, что позволит еще более точно моделировать сложные социальные и поведенческие связи внутри современных цифровых экосистем. В частности, графовые нейронные сети (GNN) открывают возможность учитывать не только индивидуальное поведение пользователя, но и структуру его социальных связей и влияние соседей по графу взаимодействий, что особенно актуально для социальных сетей и многопользовательских платформ.

Список использованных источников:

1. *Han, J., Kamber, M., Pei, J. Data Mining: Concepts and Techniques / J. Han, M. Kamber, J. Pei. − 3rd ed. − Waltham : Morgan Kaufmann, 2011. − 744 p.*
2. *Provost, F., Fawcett, T. Data Science for Business / F. Provost, T. Fawcett. − Sebastopol : O'Reilly Media, 2013. − 414 p.*
3. *Вьюгин, В. В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования / В. В. Вьюгин. − Москва : МЦНМО, 2013. − 387 с.*
4. *Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. The Elements of Statistical Learning / T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. − 2nd ed. − New York : Springer, 2009. − 745 p.*
5. *Pedregosa, F. Scikit-learn: Machine Learning in Python / F. Pedregosa [et al.] // Journal of Machine Learning Research. − 2011. − Vol. 12. − P. 2825−2830.*
6. *Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов / П. Флах. − Москва : ДМК Пресс, 2015.*

UDC 004.85:366.14

INVESTIGATION OF THE ACOUSTIC PROPERTIES OF ROOMS USING THE REVERBERATION TIME MEASUREMENT METHOD

Miahkou A.A. students of gp.578105, Shidlovsky K. D. Student Group 372301

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Petrovich Y.Y. - Senior lecturer at the Department of EI , Master's degree

Annotation. This paper examines the theoretical aspects of the application of data mining technologies in the tasks of audience segmentation of digital services. The main focus is on the methodological differences between clustering and classification algorithms, as well as their synergy in shaping personalization strategies in the IT industry. The key stages of data processing and the principles of identifying user patterns are described, which make it possible to increase the effectiveness of customer retention and engagement.

Keywords. Data Mining, сегментация пользователей, кластеризация, классификация, машинное обучение, пользовательское поведение, персонализация.

153. НЕЙРОСЕТИ В ЭКОНОМИКЕ: ПЛЮСЫ, МИНУСЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Тищенко А.М., студент гр.578104, Бабков М.М. – ассистент кафедры ЭИ
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов Андрей Александрович – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. В данной работе исследуется реальное влияние искусственного интеллекта на корпоративные и макроэкономические процессы, а также анализируется сложный баланс между радикальным повышением производительности и сопутствующими угрозами (проблема «черного ящика», энергозатраты, трансформация рынка труда). На основе проведенного анализа делается вывод, что будущая архитектура рынка труда будет опираться не на тотальное замещение специалистов машинами, а на эффективный симбиоз человеческого и машинного интеллекта, требующий нового подхода к переобучению кадров.

Сегодня искусственный интеллект (ИИ) обоснованно считается технологией общего назначения, влияние которой экономисты сопоставляют с изобретением парового двигателя, электричества или персонального компьютера. Еще несколько лет назад нейросети воспринимались как экспериментальная технология, но сейчас ни один крупный бизнес или центральный банк не обходится без них. Причина проста: классические эконометрические линейные модели больше не справляются со сверхдинамичными, многомерными и часто зашумленными данными современного мира.

Масштабы грядущих изменений колоссальны. По оценкам аналитиков Goldman Sachs, нейросети и генеративный ИИ могут автоматизировать задачи, составляющие до 25% всех рабочих часов в США, а в глобальном масштабе под угрозой автоматизации находятся около 300 миллионов рабочих мест [1]. Интеллектуальные системы позволяют оптимизировать бизнес-процессы, радикально снижать издержки и создавать максимально персонализированные продукты.

Если объяснять суть технологии простыми словами, избегая сложной высшей математики, нейронная сеть — это компьютерный алгоритм, имитирующий принципы работы человеческого мозга. В отличие от классических программ, нейросеть не работает по жестко заданным программистом правилам (например, «если доход клиента меньше X, откажи в кредите»). Она «учится» на тысячах и миллионах исторических примеров, самостоятельно выявляя сложные, нелинейные закономерности в данных. В экономике это свойство раскрывается в нескольких ключевых направлениях.

В сфере управления логистикой и цепочками поставок ярким примером служит продовольственная корпорация Danone, которая радикально перестроила систему прогнозирования спроса. Нейросети компании анализируют не только исторические продажи, но и макроэкономические факторы, а также тренды в социальных сетях. Это позволяет оперативно увеличивать объемы производства при внезапном скачке популярности товара, избегая дефицита и сокращая избыточные запасы.

Также ИИ активно применяется для макроэкономического прогнозирования (Nowcasting): Центральные банки используют его для предсказания инфляции и ВВП в реальном времени. В частности, в рамках проекта Spectrum от Банка международных расчетов (BIS) нейросети анализируют миллионы микроцен, выявляя признаки инфляционного давления задолго до выхода официальной статистики [2].

Финансовый мониторинг и борьба с отмыванием денег (AML): Проект Aurora, инициированный BIS, использует графовые нейронные сети для анализа сетей транзакций. Алгоритм видит общую картину, выявляя в три раза больше реальных схем отмывания денег и снижая число ложных тревог на 80% [3].

Интеграция ИИ в экономику имеет как неоспоримые плюсы, так и серьезные системные изъяны, которые бизнесу и государству только предстоит решить.

Использование искусственного интеллекта в современной экономике несет в себе как колоссальные возможности, так и серьезные вызовы. С одной стороны, нейросети обеспечивают сверхточную обработку огромных объемов неструктурированных данных, мгновенно превращая хаос из текстов, спутниковых снимков и новостей в структурированные индексы. Это позволяет эффективно анализировать рыночные настроения и точнее прогнозировать ВВП или потребительский спрос. Кроме того, ИИ радикально оптимизирует рутинные процессы, снижая операционные издержки и освобождая человеческие ресурсы для стратегических и творческих задач.

С другой стороны, внедрение технологий сдерживается проблемой «черного ящика», когда логика принятия решений остается непрозрачной. Это критично для сфер кредитования и госуправления, где активно внедряются методы объяснимого ИИ (XAI), такие как SHAP, для математической декомпозиции вклада каждого признака. Также сохраняется риск алгоритмической предвзятости: если исторические данные содержат скрытую дискриминацию, ИИ масштабирует эти стереотипы, создавая юридические риски. Наконец, развитие отрасли сопряжено с астрономическими энергозатратами. По прогнозам, к 2030 году дата-центры для нужд ИИ могут потреблять до 10% всей электроэнергии США, что создает огромную нагрузку на экологию и инфраструктуру.

Несмотря на страхи массовой безработицы, нейросети не заменят экономистов полностью. В перспективе ближайшего десятилетия нормой станет модель «второго пилота» (AI copilot), где ИИ берет на себя сбор аналитики, а человек – финальное стратегическое решение и этическую оценку. Как отмечают исследователи из Массачусетского технологического института (MIT), наибольший потенциал кроется именно в пересмотре рабочих задач (tasks), а не должностей целиком [5].

В перспективе ближайшего десятилетия нормой станет модель второго пилота (AI copilot), когда человек и машина работают в связке. ИИ возьмет на себя сбор аналитики, написание базового кода и мониторинг аномалий, но финальное стратегическое решение, этическая оценка и управление рисками останутся прерогативой человека.

Рынок труда переживет болезненную, но неизбежную реструктуризацию. С одной стороны, рутинные когнитивные профессии (младшие аналитики, клерки, операторы колл-центров) подвергнутся сильному сокращению. С другой стороны, возникнет колоссальный спрос на новые кадры. Например, только в США потребуется около 500 000 новых рабочих рук (инженеров, строителей, электриков) для создания и обслуживания дата-центров и энергетической инфраструктуры, питающей ИИ.

Опросы ведущих экономистов показывают, что оптимальным ответом государства на эту трансформацию должна стать не раздача безусловного базового дохода (эту идею экономисты оценивают скептически из-за риска снижения стимулов к труду), а целевые программы переобучения (Retraining Support). Они предполагают предоставление грантов и сохранение зарплаты работникам уязвимых отраслей на период освоения ими новых цифровых компетенций.

Внедрение нейронных сетей – это неизбежный эволюционный шаг, который уже сейчас делает мировую экономику быстрее, адаптивнее и эффективнее, решая задачи от управления глобальными цепочками поставок до поимки финансовых преступников. Однако технология несет серьезные вызовы: от непрозрачности алгоритмов и предвзятости данных до огромных энергозатрат и перекройки рынка труда.

Главная мысль заключается в следующем: искусственный интеллект сам по себе не лишит людей работы. Но специалисты и компании, которые научатся использовать нейросети, неизбежно и очень быстро вытеснят с рынка тех, кто этого не сделает. Успех в цифровой экономике будущего будет зависеть от нашей способности построить безопасный, этичный и регулируемый симбиоз между вычислительной мощью машин и критическим мышлением человека.

Список использованных источников:

1. Бриггс, Дж. Потенциально значительное влияние искусственного интеллекта на экономический рост / Дж. Бриггс, Д. Коднани // Экономические исследования Goldman Sachs. – 2023. – 20 с.
2. Бок, Б. Макроэкономическое прогнозирование в эпоху больших данных / Б. Бок, Д. Карателли, Д. Джанноне и др. // Отчеты сотрудников Федерального резервного банка Нью-Йорка. – 2018. – № 845. – С. 1–45.
3. Проект «Аврора»: Сила данных, технологий и сотрудничества в борьбе с отмыванием денег // Инновационный хаб БМР (BIS). – 2023. – [Электронный ресурс] – https://www.bis.org/publ/othp63.pdf.
4. Лундберг, С. М. Единый подход к интерпретации предсказаний моделей / С. М. Лундберг, С.-И. Ли // Успехи в системах обработки нейронной информации (NeurIPS). – 2017 – С. 4765–4774.
5. Бринйолфсон, Э. Что может машинное обучение? Последствия для рабочей силы / Э. Бринйолфсон, Т. Митчелл // Science. – 2017.

УДК 004.67

154. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ БАНКОМ ФИНАНСОВЫХ РЕШЕНИЙ

Шкляр В.Ю., Костюкевич Е.В., студенты группы 377901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р. С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В статье рассматриваются современные модели и методы представления данных в интеллектуальных системах поддержки принятия решений (СППР) банковского сектора. Проведен анализ эволюции банковских информационных систем от транзакционных OLTP-платформ к аналитическим и интеллектуальным решениям на базе хранилищ данных, OLAP-технологий и методов интеллектуального анализа данных (Data Mining). Особое внимание уделено архитектуре хранилищ данных, многомерным моделям («звезда» и «снежинка»), а также интеграции машинного обучения в задачи кредитного скоринга. Рассмотрены проблемы дисбаланса данных и методы их решения, включая алгоритм SMOTE. Исследованы перспективные направления развития СППР, такие как гибридные системы искусственного интеллекта, объединяющие нейронные сети и нечеткую логику. Сделан вывод о переходе банковских систем к интеллектуальным, адаптивным и интерпретируемым моделям принятия решений, обеспечивающим повышение эффективности и снижение рисков.

Ключевые слова. СППР, банковский сектор, хранилище данных, OLAP, Data Mining, машинное обучение, кредитный скоринг, SMOTE, нейронные сети, нечеткая логика, гибридный искусственный интеллект, анализ данных, принятие решений

Информатизация привела к быстрому росту объемов цифровых данных. Это изменило подходы к управлению в финансовом секторе. Банковская индустрия переходит от традиционных подходов к высокотехнологичным. Этот процесс требует новых методов обработки информации. Информационные технологии стали основой для принятия любых финансовых или управленческих решений. Современная банковская деятельность протекает в условиях рыночной неопределенности и строгих требований регуляторов. Банкам необходимо мгновенно реагировать на поведение клиентов. Раньше ядром банковских ИТ-систем были системы обработки транзакций (OLTP). Они быстро и надежно выполняют простые операции: переводы средств, открытие счетов. Однако такие системы не подходят для глубокого анализа, выявления скрытых закономерностей и стратегического планирования. Для этих задач были созданы интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИСППР). Они собирают большие массивы данных, извлекают полезные знания и генерируют рекомендации. Создание эффективной ИСППР требует глубокого понимания методов представления данных. Сюда входят классические базы данных, многомерные структуры и передовые модели искусственного интеллекта. Системы поддержки принятия решений (СППР) играют ключевую роль в управлении банком. Они дают аналитикам инструменты для глубокого анализа и выработки нестандартных решений.

Основа любой СППР — это хранилище данных (Data Warehouse). Оно содержит предметно-ориентированную и неизменяемую во времени информацию. Данные поступают из разных банковских систем и проходят строгую очистку. Этап очистки включает:

- парсинг: синтаксический анализ и разбиение текста на атомарные составляющие (например, выделение индекса и региона из адреса);
- стандартизация: приведение разрозненных форматов к единым стандартам;
- валидация: сверка значений с эталонными справочниками и списками;
- обогащение: добавление новой ценной информации (демографических маркеров, внешних кредитных историй);
- консолидация: устранение дубликатов клиента и разрешение конфликтов в данных.

Современные банковские СППР используют архитектуру трехуровневого хранилища данных. Большой объем информации требует четкой схемы обработки «сырых» данных. Концептуальная схема взаимодействия источников данных, аналитических модулей и пользователей показана на рисунке 1.

Рисунок 1 – Концептуальная схема трансформации данных в ИСППР банка

На первом уровне работает центральное корпоративное хранилище. Оно собирает очищенные исторические данные банка. На втором уровне создаются витрины данных (Data Marts). Это тематические базы для конкретных задач, например, для анализа ипотеки или карточного мошенничества. На третьем уровне работают аналитики. Они используют инструменты OLAP-анализа и алгоритмы машинного обучения. Трехуровневая архитектура повышает безопасность и ускоряет работу системы. Витрины данных разделяют нагрузку разных отделов банка.

Структура витрин данных отличается от обычных операционных систем. Базовыми моделями для них служат схемы «звезда» и «снежинка».

В схеме «Звезда» центральное место занимает таблица с числовыми показателями. Вокруг нее располагаются вспомогательные таблицы с характеристиками (например, данные о клиенте, продукте или времени). Информация в этих таблицах хранится цельными блоками без сложного дробления. Благодаря этому система выдает ответы на запросы очень быстро. Главный минус такого подхода — дублирование информации. Из-за повторов данные занимают много места на серверах, а при их массовом обновлении повышается риск появления ошибок.

Схема «Снежинка» нормализует таблицы измерений. Она экономит место на диске и упрощает обновление данных. Но сложные запросы к базам данных (SQL) снижают скорость работы.

Для хранения миллиардов транзакций банки применяют гибридную архитектуру HOLAP. Детальные данные остаются в реляционной базе (ROLAP), а частые запросы сохраняются (кэшируются) в многомерной базе (MOLAP).

Классический OLAP-анализ имеет ограничения. Он проверяет только те гипотезы, которые задал аналитик. Поэтому банки внедряют машинное обучение (ML) для автоматического поиска скрытых закономерностей. Интеграция OLAP и ML происходит на разных этапах обработки данных.

Одна из главных задач банка — кредитный скоринг. Алгоритмы машинного обучения анализируют доходы, демографию и параметры займа. Цель — предсказать возможный дефолт заемщика и снизить риски банка. При скоринге возникает проблема дисбаланса данных. В банковских базах надежных клиентов всегда больше, чем должников. Обучение алгоритма на таких данных приводит к ошибке: модель может начать одобрять все заявки подряд.

Для решения этой проблемы применяют метод SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique — метод синтетического увеличения миноритарного класса). Он искусственно создает профили потенциальных должников на основе похожих реальных случаев. Это помогает алгоритму корректно распознавать признаки неплатежеспособности. В результате банк минимизирует убытки и быстрее принимает решения по кредитам.

Исследование эволюции моделей и методов представления данных в корпоративных банковских системах позволяет сформулировать комплексный научный вывод о траектории развития ИТ-инфраструктуры финансового сектора.

В сложных ситуациях, когда злоумышленники маскируют свои действия (например, при мошенничестве или отмывании денег), обычные строгие алгоритмы работают плохо. Они часто ошибаются и блокируют счета честных клиентов. Чтобы избежать таких ложных срабатываний, банки применяют гибридный искусственный интеллект, который объединяет вычислительную мощь нейронных сетей и понятность так называемой нечеткой логики.

Эти два метода отлично дополняют друг друга, скрывая взаимные недостатки. Нейронные сети прекрасно умеют находить очень сложные скрытые связи в банковских переводах, но сам алгоритм принятия решений остается для человека непонятным «черным ящиком». Нечеткая логика, напротив, использует гибкие и понятные человеку оценки, такие как «подозрительная частота операций», и оперирует вероятностями от нуля до единицы. Благодаря этому знания экспертов можно превратить в ясные компьютерные правила.

При объединении этих подходов получаются адаптивные системы. В них нейросеть автоматически анализирует поток данных, и сама настраивает правила нечеткой логики. Если финансовая операция кажется сомнительной и попадает в «серую зону», система не блокирует ее сразу. Она рассчитывает процент вероятности обмана и передает эту информацию живому специалисту для окончательной проверки. Этот гибридный подход доказал свою эффективность не только в поиске мошенников, но и в автоматической биржевой торговле, анализе рынков и оценке клиентов.

Исследование эволюции моделей и методов представления данных в корпоративных банковских системах позволяет сформулировать комплексный научный вывод о траектории развития ИТ-инфраструктуры финансового сектора.

1 Наблюдается фундаментальный сдвиг в методологии финансовой аналитики. Жестко структурированные реляционные модели (OLTP) и агрегированные многомерные гиперкубы (схемы «звезда» и «снежинка» в рамках OLAP), хотя и остаются надежным фундаментом для описательного анализа ретроспективных данных, постепенно достигают предела своей аналитической мощности. Современная аналитика банка трансформируется из обособленного исследовательского процесса и встраивается непосредственно в транзакционные процессы, проводимые в режиме реального времени.

2 Сложилась объективная необходимость в комбинировании различных аналитических методов в зависимости от специфики разнородных банковских задач. Классические статистические методы машинного обучения прекрасно зарекомендовали себя в задачах бинарной классификации кредитного скоринга, в особенности при условии применения алгоритмов ребалансировки данных, таких как SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique — метод синтетического увеличения миноритарного класса, создающий искусственные примеры для выравнивания данных). Однако в нестандартных ситуациях, когда поведение клиентов сложно предсказать (например, при выявлении мошенничества), эти алгоритмы работают хуже. Здесь более эффективны гибридные системы, которые способны оценивать вероятность угрозы на основе гибких правил и словесных описаний.

3 Внедрение ИТ в банках больше не сводится к простой автоматизации рабочих процессов. Теперь на первый план выходят доверие и прозрачность. Искусственный интеллект не может работать полностью самостоятельно, поскольку банку необходимо четко понимать логику машинных вычислений. Именно поэтому роль человека остается главной: в любых сложных или сомнительных ситуациях программа не принимает окончательного решения, а передает информацию на проверку живому специалисту. Только такой подход помогает избежать системных ошибок алгоритма и гарантирует справедливое отношение к клиентам.

4 Современные интеллектуальные системы поддержки принятия решений банка из технологий по консолидации очищенных транзакционных данных в трехуровневых хранилищах конвертируются в системы оценки с помощью гибридных ML-моделей. Информационные технологии в банке из исключительно вспомогательных инструментов превращаются в центральное ядро, которое напрямую определяет его экономическую безопасность, маржинальность деятельности, устойчивость к рискам и способность к инновационному развитию.

Список использованных источников:

19. *Инмон, У. Хранилища данных: архитектура и технологии / У. Инмон. – М.: Вильямс, 2021. – 512 с.*
20. *Хан, Дж. Интеллектуальный анализ данных: концепции и методы / Дж. Хан, М. Камбер, Дж. Пэй. – М.: Вильямс, 2020. – 740 с.*
21. *Кимбалл, Р. Хранилища данных и OLAP-технологии / Р. Кимбалл, М. Росс. – СПб.: Питер, 2021. – 656 с.*

22. *Oracle. The Intelligent Bank: AI and Data-Driven Transformation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.oracle.com. – Дата доступа: 01.04.2026.*
23. *KPMG. Intelligent Banking: The Future of Financial Services [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://home.kpmg. – Дата доступа: 01.04.2026.*
24. *IBM. Global Banking Outlook 2025: AI and Analytics in Finance [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://www.ibm.com. – Дата доступа: 01.04.2026.*

UDC 004.67

MODELS AND METHODS OF DATA REPRESENTATION IN INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS OF THE BANKING SECTOR

Shklyar V.Y., Kostyukevich E.V., student of group 377901

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nagulevich R.S. – Senior Lecturer, Master of Economics

Annotation. The article examines modern models and methods of data representation in intelligent decision support systems (DSS) of the banking sector. An analysis of the evolution of banking information systems from transactional OLTP platforms to analytical and intelligent solutions based on data warehouses, OLAP technologies, and data mining methods is conducted. Special attention is paid to data warehouse architecture, multidimensional models (star and snowflake schemas), as well as the integration of machine learning into credit scoring tasks. The problems of data imbalance and methods for solving them, including the SMOTE algorithm, are considered. перспективные направления развития DSS are explored, such as hybrid artificial intelligence systems combining neural networks and fuzzy logic. It is concluded that banking systems are transitioning to intelligent, adaptive, and interpretable decision-making models that improve efficiency and reduce risks.

Keywords. decision support systems, banking sector, data warehouse, OLAP, data mining, machine learning, credit scoring, SMOTE, neural networks, fuzzy logic, hybrid artificial intelligence, data analysis, decision-making

155. БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ В КОНТУРЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНМИКИ: ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Высоцкий Д.А. студент гр. 578102
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук,

Аннотация. В работе рассматриваются основные проблемы внедрения блокчейн-технологий в цифровую экономику: технические ограничения, правовые риски и организационные барьеры. Предложен подход к использованию гибридных блокчейн-архитектур, который учитывает как технические, так и экономические и регуляторные требования, который позволит снизить риски при принятии решений о масштабировании решений на базе блокчейна.

Цифровизация экономики и барьеры интеграции

Блокчейн (технология распределенного реестра) является одним из ключевых инструментов в цифровизации современной экономики. Технология блокчейн позволяет создавать децентрализованные системы управления, обеспечивая прозрачное и неизменяемое хранение данных, однако процесс внедрения сталкивается с рядом фундаментальных экономических и технологических проблем [1].

Одним из главных вызовов для массового внедрения блокчейна является проблема масштабирования. Многие децентрализованные сети пока проигрывают традиционным платежным системам (например, Visa) в скорости обработки данных при высоких транзакционных нагрузках [4]. Не менее важной является проблема интероперабельности — возможности разных блокчейнов взаимодействовать между собой. В настоящий момент существует множество изолированных сетей, что затрудняет создание единого цифрового экономического пространства [3].

Для успешного развития блокчейн-решений предстоит решить проблемы регуляторной неопределенности в вопросах токенизации активов и хранения персональных данных [5], а также преодолеть организационные барьеры. Внедрение DLT (Distributed Ledger Technology) требует пересмотра процедур внутреннего контроля, перераспределения экономических ролей и программ повышения квалификации [7]. Кроме этого, существует проблема экономической обоснованности — разработка и поддержка децентрализованных решений требуют значительных капитальных инвестиций на начальных этапах.

Архитектурный выбор: концепция гибридизации

В рамках экономической теории цифровизации определено, что оптимальным решением для корпоративного и финансового сектора является переход к гибридным архитектурам [2]. Этот тип сети объединяет свойства публичных (открытых) и приватных (закрытых) блокчейнов. Данный подход позволяет достичь в гибридных структурах сочетания необходимого компромисса между конфиденциальностью коммерческой тайны и прозрачностью внешнего аудита [1].

В банковской и инвестиционной сфере такая дуальность позволяет контрагентам обмениваться контрактами в закрытом контуре, предоставляя контролирующим органам лишь верифицируемые доказательства (хэши) валидности транзакций без раскрытия деталей самой сделки [5]. При проектировании гибридных решений важно чётко разграничить финансовые данные и транзакции между слоями, определить интерфейсы и механизмы синхронизации [3]. Смарт-контракты и кросс-чейн мосты остаются основными точками уязвимости. Ошибки в коде или уязвимости мостов приводят к прямым финансовым потерям и серьезным репутационным рискам [6]. Для их минимизации необходимы как независимые аудиты и регулярные стресс-тесты, так и механизмы отката с планами восстановления. Требуется также наличие юридических соглашений, строго распределяющих ответственность между участниками экономической экосистемы.

Экономико-математическая валидация

Системная интеграция распределенных реестров требует обязательную предварительную оценку экономической обоснованности. Первичное внедрение блок-чейн технологий рекомендуется проводить через специальный режим проработки и пилотирования решений в формате регуляторных

«песочниц» (sandboxes). Этот механизм помогает протестировать новые экономические модели в контролируемой среде, без риска нарушить финансовое законодательство [5]. Вместе с тем, режим регуляторной «песочницы» позволяет тестировать процедуры KYC (проверка личности)/AML (проверка транзакций) и сценарии восстановления данных.

Перед запуском пилотных проектов необходимо заранее задавать набор ключевых показателей эффективности (KPI), таких как:

- TCO (совокупная стоимость владения), которая включает капитальные и операционные затраты на аудит смарт-контрактов, поддержку инфраструктуры и администрирование узлов сети [4];
- NPV (чистый дисконтированный доход), который формируется за счет снижения удельных транзакционных издержек и полного отказа от бумажного документооборота [1];
- TPS (стоимость транзакции и время на ее подтверждение). Это базовые технические метрики, определяющие производительность и целесообразность эксплуатации сети;

Заключение

Несмотря на указанные сложности, блокчейн остается одной из самых перспективных технологий фундаментальной трансформации рынков. Решение проблем масштабируемости и выработка международных стандартов позволят перейти к этапу массового внедрения данной технологии, которая обеспечит новый уровень безопасности и рост доверия цифровой экономике [7].

Интеграция блокчейн-технологий в контуре цифровизации целесообразна при условии системного подхода, сочетающего техническую подготовку, регуляторное сопровождение, строгую экономическую валидацию и организационные изменения. Имеются практические пути снижения основных барьеров: интероперабельности, масштабируемости, правовой неопределённости и наличия уязвимостей архитектуры [3].

Гибридная архитектура, которую необходимо реализовывать через поэтапное тестирование в sandbox-режиме и подкреплять расчётом TCO/NPV с набором чётких KPI, обеспечит оптимальный баланс между конфиденциальностью, производительностью и доказуемостью операций в глобальном экономическом контуре [2]. Тестирование в ограниченном окружении с участием регуляторов позволяет отработать финансовые и правовые сценарии до принятия решения о полномасштабном инвестировании и масштабировании [5].

Список использованных источников:

1. Tokenization of Financial Assets. Final Report / IOSCO // International Organization of Securities Commissions (IOSCO). – 2025. – 56 p.

2. Accelerating value flow in financial markets through tokenization / S&P Global Market Intelligence // Look Forward. – 2025. – P. 12–15.

3. Cross-Chain Interoperability Report / Interchain Foundation // Interchain Foundation. – 2024. – 48 p.

4. Chen, B. A Comprehensive Survey of Blockchain Scalability / B. Chen [et al.] // arXiv:2409.02968 [cs.CR]. – 2024. – 32 p.

5. Outlook 2026: Digital Assets Move From Disruption to Integration / CoinShares Research // CoinShares. – 2025. – 40 p.

6. Махов, С. М. Интеграция блокчейн-технологий в цифровые системы / С. М. Махов // Теория и практика современной науки. – 2024. – № 5. – С. 135–138.

7. Драгуленко, В. В. Комплексный анализ влияния блокчейн-технологии на экономическую стабильность / В. В. Драгуленко, А. Л. Золкин // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 10. – С. 84–89.

156. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В УПРАВЛЕНИИ РАЗРАБОТКОЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Гусева Н. Д., студент гр.373902, Лазакович В.О., студент гр.373904

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кривенков А.В. – старший преподаватель

Аннотация. В условиях стремительного усложнения разработки программного обеспечения автоматизация становится объективной необходимостью. В статье анализируются ключевые направления, инструменты и управленческие аспекты автоматизации жизненного цикла ПО. Особое внимание уделяется интеграции технологий искусственного интеллекта как новому этапу эволюции, приводятся количественные оценки их эффективности. Отражен опыт внедрения автоматизации в Беларуси.

Современная индустрия разработки программного обеспечения сталкивается с необходимостью создавать сложные и функционально насыщенные продукты в максимально сжатые сроки. Традиционные ручные методы управления процессами становятся сдерживающим фактором: они снижают продуктивность команд и увеличивают риск ошибок. В ответ на эти вызовы автоматизация процессов разработки выдвигается на первый план как фундаментальный подход к повышению эффективности, качества и предсказуемости результатов.

Под автоматизацией разработки ПО понимается использование специализированных технологий, инструментов и методик для выполнения повторяющихся задач на всех этапах жизненного цикла продукта, от написания кода до развертывания и последующего мониторинга, с минимальным участием человека [1]. Автоматизация охватывает все ключевые этапы создания программного обеспечения. Критически важными областями ее применения являются непрерывная интеграция и доставка (CI/CD), автоматизирующая сборку, тестирование и развертывание приложений. Автоматизированное тестирование с выполнением модульных, интеграционных и регрессионных тестов значительно ускоряет проверку качества. Управление конфигурациями через подход «инфраструктура как код» (IaC) позволяет поддерживать среду выполнения в согласованном состоянии, а системы мониторинга и логирования обеспечивают сбор и анализ данных о работе приложений в реальном времени, позволяя оперативно реагировать на сбои.

Внедрение автоматизации дает преимущества, имеющие прямое управленческое значение. Сокращение времени на рутинные операции позволяет разработчикам фокусироваться на решении сложных творческих задач, что напрямую влияет на продуктивность и окупаемость инвестиций. Автоматизация CI/CD и тестирования значительно сокращает цикл поставки функционала пользователям. Минимизация человеческого фактора при выполнении однотипных операций ведет к снижению числа ошибок и повышению стабильности продукта. Автоматизированные процессы легко масштабировать, и они обеспечивают единообразие выполнения задач, что критически важно для крупных распределенных команд [2].

Современный рынок предлагает широкий спектр инструментов для автоматизации. Системы контроля версий, такие как Git, являются основой для управления изменениями в коде и организации совместной работы. CI/CD-серверы, включая Jenkins и GitLab CI, выступают в роли центрального звена автоматизации, координируя процессы сборки, тестирования и развертывания. Инструменты для тестирования, например Selenium и JUnit, обеспечивают контроль качества кода. Контейнеризация с помощью Docker и системы управления контейнерами, такие как Kubernetes, позволяют стандартизировать среду выполнения и упрощают развертывание приложений. Управление конфигурациями через Ansible и Terraform позволяет автоматически настраивать серверы и управлять инфраструктурой [3].

В Республике Беларусь активно развиваются процессы автоматизации. Ключевую роль в этом играет Парк высоких технологий (ПВТ), резиденты которого специализируются на создании решений для автоматизации бизнеса и разработке программного обеспечения. Компании-резиденты ПВТ, такие как «ИнноТех Солюшнс», ISsoft и «ЭЛИТСОФТ», не только разрабатывают заказное ПО для глобального рынка, но и внедряют комплексные системы автоматизации для локальных предприятий в сферах финансов, промышленности и логистики. Правительством Республики Беларусь одобрена реализация пилотных проектов, предложенных компаниями-резидентами ПВТ, что служит подтверждением важной роли Парка в продвижении цифровой трансформации страны [4].

При выборе инструментов автоматизации белорусские компании учитывают вопросы их доступности. Ряд зарубежных платформ, включая CircleCI и GitLab, ввели ограничения для пользователей из Беларуси в соответствии с санкционным законодательством. В связи с этим локальный рынок адаптировался к новым условиям: активно используются открытые решения – Jenkins, Kubernetes, Ansible, Terraform, Prometheus, Grafana, которые не имеют ограничений и успешно

применяются белорусскими DevOps-инженерами. Также наблюдается рост интереса к отечественным разработкам – например, платформа DynaApp от компании SQILSOFT, сочетающая ИИ и подход без программирования для автоматизации создания бизнес-приложений [5]. Значительная часть белорусского рынка автоматизации приходится на внедрение и адаптацию продуктов на базе платформы «1С:Предприятие», что обусловлено необходимостью строгого соответствия законодательству в части бухгалтерского и налогового учета. Компании предлагают комплексные решения по автоматизации производственных и управленческих процессов. Таким образом, Беларусь не только следует глобальным трендам автоматизации, но и формирует собственную экспертизу, адаптируя международные практики с учетом белорусской специфики.

Автоматизация не просто внедряет инструменты, она трансформирует управленческие подходы. Возникает необходимость в формировании DevOps-культуры, стирающей границы между разработкой и эксплуатацией. Это требует от менеджмента пересмотра ролей: разработчики получают больше ответственности за эксплуатацию своего кода, а инженеры по эксплуатации – за автоматизацию инфраструктуры. Необходимы инвестиции в обучение, поскольку внедрение новых инструментов требует постоянного повышения квалификации команды. Важно постепенное внедрение, при котором успешная автоматизация начинается с анализа пилотных проектов, а не с охвата всех процессов одновременно. Для оценки эффективности DevOps-практик используются метрики DORA, позволяющие объективно измерить производительность и стабильность работы команд.

Следующим значительным этапом в автоматизации становится интеграция технологий искусственного интеллекта и машинного обучения. Если традиционная автоматизация выполняет заранее заданные скрипты, то ИИ-системы способны обучаться и принимать решения на основе анализа данных. Предиктивная аналитика позволяет нейросетям предсказывать потенциальные ошибки в коде и оценивать риски срыва сроков. Интеллектуальное тестирование дает возможность автоматически генерировать тестовые сценарии и прогнозировать, какие модули наиболее подвержены ошибкам после изменений. Автоматическая генерация и оптимизация кода с помощью современных нейросетей, таких как GitHub Copilot, помогает разработчикам создавать шаблоны и функции.

Исследования подтверждают эффективность ИИ в разработке ПО. Согласно данным Jellyfish (200 тыс. разработчиков), компании с высоким уровнем внедрения ИИ удваивают пропускную способность запросов на включение кода. Прирост продуктивности разработчиков составляет около 10%, а время вхождения в проект новых сотрудников сократилось вдвое за 2024-2025 гг. [6].

В Беларуси компания Weintek представила ИИ-помощника Weinbot для промышленной автоматизации. В феврале 2025 года резидентами ПВТ стали 48 новых компаний, многие из которых специализируются на ИИ [7].

Автоматизация в управлении разработкой ПО эволюционировала от вспомогательного инструмента до фундаментального принципа организации труда. Она позволяет не просто ускорять рутинные операции, но и кардинально менять философию создания продуктов, делая процессы более гибкими, надежными и ориентированными на ценность для бизнеса. Интеграция искусственного интеллекта открывает эру умной автоматизации, где системы не только выполняют, но и оптимизируют процессы. Развитие компетенций в области автоматизации и поддержка со стороны ИТ-инфраструктуры, такой как ПВТ, являются важными факторами укрепления конкурентоспособности. В условиях ограничения доступа к некоторым зарубежным инструментам белорусские компании успешно переходят на открытые решения и развивают собственные разработки. Для руководителей и команд ключом к успеху становится системная трансформация управленческих подходов: формирование DevOps-культуры, инвестиции в обучение и готовность к постоянным изменениям. Именно такой комплексный подход превращает автоматизацию из технологии в действенный инструмент стратегического управления разработкой программного обеспечения.

Список использованных источников:

1. Автоматизация программирования: от первых компиляторов до генеративного искусственного интеллекта / А.М. Бершадский, Ю.И. Евсеева, А.А. Гудков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4.

2. Современные практики DevOps: от разработки до развертывания ***[Электронный ресурс]. – Режим доступа:*** *https://it.vstu.by/courses/economics_of_electronic_business/web_technologies_and_programming/theory/DevOps/* ***– Дата доступа: 10.03.2026.***

3. Application of artificial intelligence in computer network technology under the background of big data era. [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/342204474 — Дата доступа: 10.03.2026.

4. Тенденции в разработке искусственного интеллекта *[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://investinbelarus.by/upload/medialibrary/ff6* ***– Дата доступа: 10.03.2026.***

5. *СкилСофт [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.park.by/residents/sqilsoft/?fromlang=Y* ***– Дата доступа: 10.03.2026.***

6. Информационные технологии Республики Беларусь *[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://jellyfish.co/ai-engineering-trends/?utm_content=topbar_cta* ***– Дата доступа: 10.03.2026.***

7. Weintek запустили Weinbot! Интеллектуальный помощник HMI с AI поддержкой ***[Электронный ресурс]. – Режим доступа:*** *https://www.weintek.net/weinbot-weintek/?section=Macro_Sample&information_id=19* ***– Дата доступа: 10.03.2026***

157. ВЛИЯНИЕ КОГНИТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НА ПРИНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Змитрович А. С., Купчик М. С., студенты группы 578104
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю. Ю. – старший преподаватель кафедры ЭИ, магистр

Аннотация. В данной работе проводится детальное исследование влияния психологических факторов и систематических ошибок восприятия на финансовое поведение студентов. На основе эмпирического анализа выборки из 85 студентов белорусских вузов определена степень их подверженности когнитивных искажений.

Современная экономическая система функционирует в условиях тотальной цифровизации и учета чрезвычайно большого объема информационного шума, которые кардинально меняют подход потребителей к принятию решений. В эпоху избытка данных мозг человека сталкивается с дефицитом внимания, вследствие чего ограниченные когнитивные ресурсы не всегда позволяют совершать абсолютно рациональный выбор. Это неизбежно приводит к формированию устойчивых паттернов иррационального поведения, которые становятся ключевым объектом изучения теории информационного общества [1]. Еще в первой половине XX века в науке господствовала концепция классической экономики «Homo Economicus», постулирующая исключительную рациональность субъекта и его стремление к максимизации полезности на основе логического анализа. Однако работы нобелевских лауреатов Д. Канемана и Р. Талера доказали, что в реальности люди действуют под мощным влиянием различных психологических факторов и когнитивных искажений [2].

Теоретическим фундаментом данных отклонений является разделение способов мышления на две системы. «Система 1» (быстрое мышление) работает автоматически и мгновенно, предлагая решения на основе ассоциаций, в то время как «Система 2» (медленное мышление) отвечает за осознанный логический анализ и проверку интуитивных догадок. Большинство искажений возникают именно в «Системе 1» из-за стремления мозга минимизировать когнитивные усилия, что особенно критично в условиях агрессивного маркетинга. Среди наиболее значимых искажений выделяется эффект якоря, при котором человек придает слишком большое значение первым полученным данным. Вдобавок существенное влияние оказывает эффект фрейминга – зависимость решения от формы подачи информации. Классические эксперименты показали, что при положительном фрейме («спасем 200 жизней») люди выбирают менее рискованный вариант (72%), тогда как при отрицательном («погибнет 400 человек») – выбирается более рискованный вариант (78%), хотя оба варианта идентичны по результатам [3].

Особую актуальность проблема иррациональности приобретает в молодежном сегменте. Студенты представляют собой социально незащищенную группу с ограниченным бюджетом, наиболее подверженную воздействию маркетинга в социальных сетях. Важным индикатором осознания реальности в этой группе выступает «финансовая адаптация». Низкий уровень такой адаптации часто ведет к замене рационального учета эмоциональным, что сопровождается импульсивными тратами. Исследования показывают, что финансовые решения студентов характеризуются низкой склонностью к инвестициям, отказом от планирования и высокой долей расходов на развлечения. При этом характер принятия решений зависит от уровня дохода, на основе чего выделяются три модели: патерналистская (помощь родителей), рабочая (заработная плата) и экономно-ограничительная (стипендия) [4].

Для подтверждения данных тезисов нами было проведено эмпирическое исследование, в котором приняли участие 85 студентов ведущих вузов Беларуси (БГУИР, БГУ, БГУИЯ, БГЭУ и др.). Гендерный состав был распределен практически поровну: 51,8% мужчин и 48,2% женщин. Возрастной профиль (88,2% в возрасте 17–19 лет) позволил проанализировать поведение лиц на начальном этапе самостоятельной жизни. Анализ источников дохода выявил высокую степень финансовой зависимости: более 60% студентов получают средства от родителей. Это формирует патерналистскую модель поведения и снижает порог критичности восприятия цен, так как распоряжение средствами, полученными не собственным трудом, психологически дается легче. Дополнительным фактором выступает эмоциональная реактивность: молодые люди часто принимают решения под влиянием минутного стресса, что блокирует работу «Системы 2».

Эмпирическая часть исследования строилась на методе ситуативного моделирования повседневных кейсов. Проверка «эффекта якоря» при покупке одежды показала, что всего 30,6% респондентов предпочли товар с искусственно созданной скидкой от завышенной цены. Наиболее выраженным искажением в выборке оказался «эффект невозвратных затрат» (ловушка «Конкорда»). Данный феномен заставляет индивида продолжать инвестировать время или деньги в неинтересное дело только потому, что ресурсы уже были потрачены ранее. В ходе теста 64,7% студентов признали, что досмотрят скучный фильм в кинотеатре до конца, так как «билет уже оплачен». Это свидетельствует о нерациональном превалировании страха потери

над текущей полезностью: студент жертвует своим невосполнимым ресурсом – временем – ради иллюзорного оправдания совершенного расхода.

Вдобавок выборка продемонстрировала неожиданную устойчивость к «эффекту нулевой цены»: в ситуации «3 по цене 2» (шоколад) 63,5% опрошенных совершили рациональный выбор, отказавшись от покупки лишнего товара. 57,6% респондентов проявили бдительность в отношении подписок, сознательно избегая бесплатных пробных периодов, чтобы не попасть в ловушку автоматических списаний.

Однако выявленные позитивные тенденции нивелируются искажением «отсутствие контроля». Несмотря на то, что 92,9% респондентов убеждены в своей финансовой дисциплинированности, фактически 76,5% из них не ведут системного учета расходов, полагаясь на память. Это создает «иллюзию контроля», при которой мелкие эмоциональные траты полностью игнорируются сознанием, создавая ложное ощущение стабильности бюджета. Возникает парадокс: студент субъективно оценивает свои траты как редкие и спонтанные, в то время как отсутствие строгого учета не позволяет ему объективно оценить реальный масштаб финансовых потерь.

Для минимизации влияния когнитивных искажений требуется внедрение комплексного подхода, сочетающего финансовое просвещение и современные технологические решения. Одной из центральных рекомендаций является переход на использование PFM-сервисов (Personal Financial Management), таких как CoinKeeper или Дзен-мани. Основное преимущество таких приложений заключается в автоматизации фиксации транзакций и визуализации данных: графическое отображение структуры расходов позволяет «Системе 2» наглядно увидеть масштаб трат, скрытых от ментального учета. Это способствует разрушению иллюзии контроля и формированию ответственного экономического поведения, что является необходимым условием повышения финансовой грамотности населения [5].

Дополнительно в практику студентов предлагается внедрить методику «отложенного решения» (правило 24 часов). Оно основано на снижении эмоционального всплеска, вызванного маркетинговыми стимулами, за счет обязательной временной паузы перед покупкой. За сутки уровень эмоциональной напряженности падает, что дает возможность провести логический анализ реальной необходимости приобретения. К тому же эффективным является навык «обнуления ситуации» – игнорирования прошлых неудачных инвестиций при оценке текущих перспектив. Формирование подобных рациональных установок позволит студентам достичь финансового благополучия и минимизировать ошибки в условиях растущей неопределенности цифровой экономики. Сочетание психологических методов с современными инструментами контроля позволяет трансформировать пассивное потребление в осознанное управление капиталом.

Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что когнитивные искажения являются значимым фактором, формирующим экономический профиль современного студенчества. Выявленная тенденция к селективной реакции на маркетинговые стимулы указывает на прогрессирующее развитие потребительской осознанности. Тем не менее, глубинные психологические паттерны, такие как эффект неприятия потерь и дефицит системного финансового учета, продолжают провоцировать существенные иррациональные расходы. Успешная финансовая адаптация молодежи в контексте "экономики внимания" требует интеграции психологических стратегий самоконтроля и применения цифровых инструментов мониторинга. Только через понимание когнитивных механизмов и трансформацию от интуитивного к аналитическому принятию финансовых решений студенты смогут достичь устойчивого финансового благополучия и минимизировать риски в условиях динамичной и манипулятивной рыночной среды.

Список использованных источников:

1. Кастельс, М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / М. Кастельс. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. — 608 с.

2.Behavioral Economics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w7948/w7948.pdf. – Дата доступа: 20.03.2026.

3.Влияние маркетинга и рекламы на молодежь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://os-russia.com/SBORNIKI/KON-139-1.pdf#page=98. – Дата доступа: 20.03.2026.

4.Финансовая грамотность молодежи в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/finansovaya-gramotnost-molodezhi-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki/viewer. – Дата доступа: 20.03.2026.

5.Использование мобильных приложений для обучения населения финансовой грамотности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-mobilnyh-prilozheniy-dlya-obucheniya-naseleniya-finansovoy-gramotnosti/viewer. – Дата доступа: 20.03.2026.

158. СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Лобачева Н.С. студентка гр. 578102
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В работе рассматриваются сферы применения оптимизационных задач в деятельности современного предприятия. Целью исследования является систематизация типовых оптимизационных моделей по функциональным областям управления. В результате исследования установлено, что оптимизационные задачи наиболее широко представлены в производственном менеджменте, логистике, маркетинге и финансовом управлении.

Любое предприятие работает в условиях ограниченных ресурсов: производственных мощностей, сырья, трудовых ресурсов, финансов и времени. Руководству каждый раз приходится выбирать наилучший вариант их использования. Именно для этого применяются оптимизационные задачи — математические модели, которые помогают найти максимум прибыли или минимум затрат при заданных ограничениях [1]. Цель настоящего исследования — разобрать, в каких сферах деятельности предприятия такие задачи встречаются чаще всего, и какие методы для их решения применяются. Методологическую основу работы составил анализ научной литературы по исследованию операций [2],[3].

Первая и самая очевидная сфера — производство. Здесь оптимизационные задачи помогают решить три типовых вопроса. Первый: сколько единиц каждого вида продукции выпускать, чтобы получить максимум прибыли при имеющихся станках, сырье и рабочих? Это задача линейного программирования [3]. Второй: как раскроить листы металла или рулоны ткани, чтобы осталось как можно меньше отходов? Это задача целочисленного программирования [2]. Третий: в каком порядке выполнять заказы на разных станках, чтобы закончить всю работу быстрее всего? Это задача календарного планирования, которая относится к классу NP-трудных (то есть не имеющих простого алгоритма решения) [5].

Вторая сфера — логистика, то есть управление перевозками и складами. Транспортная задача ищет самый дешёвый план доставки товаров от поставщиков к покупателям [1]. Задача управления запасами определяет, сколько товара заказывать и как часто, чтобы затраты на хранение и на выполнение заказов были минимальными [3]. Задача маршрутизации транспорта строит оптимальные маршруты для нескольких машин, развозящих товары клиентам. Это тоже NP-трудная задача, поэтому на практике её решают приближёнными методами, например генетическими алгоритмами [6].

Третья сфера — маркетинг. Здесь оптимизационные задачи помогают грамотно потратить рекламный бюджет. Медиапланирование распределяет деньги между разными каналами (ТВ, интернет, наружная реклама) так, чтобы при заданном бюджете охватить максимальное количество потенциальных покупателей [4]. Задача ценообразования ищет цену, при которой прибыль будет наибольшей с учётом того, как спрос реагирует на изменение цены [2].

Четвёртая сфера — финансы. Классическая задача здесь — формирование инвестиционного портфеля (модель Марковица). Нужно распределить деньги между разными активами (акциями, облигациями и т.д.) так, чтобы получить максимальную доходность при допустимом уровне риска [3]. Другая задача — выбор оптимальной структуры капитала, то есть соотношения собственных и заёмных денег, при котором средняя стоимость капитала для предприятия будет наименьшей.

Если посмотреть на все перечисленные сферы, видно, что производство и логистика используют оптимизацию чаще, чем маркетинг и финансы. Причина проста: производственные и транспортные процессы легче описать математическими формулами [1],[5]. При этом всё многообразие управленческих задач на практике сводится всего к трём типам моделей: линейное программирование (транспортная задача, планирование выпуска продукции), целочисленное программирование (раскрой материалов, выбор проектов) и динамическое программирование (управление запасами) [2],[3]. Выбор конкретного метода зависит не только от математики, но и от того, сколько времени есть на расчёт и насколько мощные компьютеры доступны.

По итогам проделанного исследования можно сделать следующие выводы.

1.Оптимизационные задачи применяются во всех ключевых сферах деятельности предприятия, но чаще всего — в производстве и логистике, так как там проще построить математическую модель.

2.Большинство управленческих решений сводится к решению задач одного из трех типов: линейного, целочисленного и динамического программирования. Для изучения методов оптимизации достаточно освоить поиск решений в задачах именно этих трех классов.

3.Для сложных NP-трудных задач (например, составление расписаний или определение маршрутов) разумно использовать приближённые методы, которые дают хороший результат за приемлемое время.

4.Наилучшего результата в расчетах можно добиться, соединив оптимизационные модели с OLAP-системами. Это позволит автоматически собирать исходные данные и при изменении условий быстро пересчитать планы.

Список использованных источников:

1. Зайцев М.Г., Варюхин С.Е. Методы оптимизации управления и принятия решений: Примеры, задачи, кейсы: учебное пособие. — 2-е изд., испр. — М.: Дело: АНХ, 2008. — 664 с.

2. Зелепухин Ю.В., Шендерей П.Э. Модели оптимизации управленческих решений: учебно-методическое пособие. — М.: Директ-Медиа, 2022. — 72 с.

3. Урубков А.Р., Федотов И.В. Методы и модели оптимизации управленческих решений: учебное пособие. — М.: Изд-во «Дело» РАНХиГС, 2015. — 237 с.

4. Токарев В.В., Соколов А.В., Егорова Л.Г., Мышкис П.А. Методы оптимизации. Задачник: учебное пособие. — М.: Юрайт, 2022. — 292 с.

5. Кандрашина Е.А., Трошина Е.П., Архипов Е.О. Оптимизация бизнес-процессов промышленного предприятия // Вестник Самарского государственного экономического университета. — 2025. — № 1 (11). — С. 86–92.

6. Цимбалістова О., Харченко М., Черніхова О. Вплив логістичних методик управління на підвищення ефективності бізнес-процесів // Via Economica. — 2024. — № 5. — С. 101–105.

УДК 004.415.2:338.001.36

159. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕХОДА НА СЕРВЕРНО-УПРАВЛЯЕМУЮ АРХИТЕКТУРУ (SERVER-DRIVEN UI) В МОБИЛЬНОЙ РАЗРАБОТКЕ

Саблина А.И., магистрант гр.476701

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А.-канд.экон. наук, доцент

Аннотация. Рассматривается переход к серверно-управляемому интерфейсу мобильного приложения как инвестиционное и организационно-экономическое решение. Показано, что его эффект проявляется не только в сокращении трудоёмкости интерфейсных изменений, но прежде всего в уменьшении издержек запаздывания, ускорении проверки продуктовых гипотез и более раннем получении выручки от результативных сценариев взаимодействия с пользователем. Предложена схема оценки, основанная на сопоставлении капитальных вложений, текущих расходов, прироста валовой прибыли, пожизненной ценности клиента и срока окупаемости затрат на привлечение. Обоснованы условия, при которых серверно-управляемый интерфейс повышает хозяйственную отдачу цифрового сервиса, и случаи, когда такое решение экономически избыточно.

Ключевые слова. Мобильная разработка, серверно-управляемый интерфейс, экономическая эффективность, рентабельность вложений, пожизненная ценность клиента, стоимость привлечения клиента, срок окупаемости, микросервисная архитектура.

В мобильной разработке архитектурный выбор давно перестал быть сугубо техническим вопросом. Он влияет на скорость вывода изменений, на стоимость исправления неудачных решений, на темп проверки коммерческих гипотез и, в конечном счёте, на денежный результат цифрового продукта. Именно поэтому обсуждение серверно-управляемого интерфейса целесообразно переносить из узко инженерной плоскости в экономическую.

Проблема состоит в следующем. В профессиональной среде серверно-управляемый интерфейс обычно описывается как средство ускорения выпуска экранных изменений, унификации поведения приложения на разных платформах и снижения зависимости от релизного цикла клиента. Эти свойства действительно значимы. Однако из них ещё не вытекает экономическая оправданность перехода. Организация несёт капитальные вложения в перестройку архитектуры, увеличивает нагрузку на серверный контур, принимает на себя новые операционные риски. Возникает вполне прикладной вопрос: при каких условиях ожидаемая хозяйственная отдача перекрывает стоимость такого перехода.

Цель статьи заключается в разработке подхода к оценке экономической эффективности перехода к серверно-управляемому интерфейсу в мобильной разработке. Для достижения цели решаются следующие задачи: анализируются научные и прикладные публикации по адаптивным интерфейсам, мобильной архитектуре и удалённому управлению конфигурациями; уточняются экономические каналы воздействия архитектурного решения на результаты цифрового сервиса; предлагается укрупнённая модель расчёта эффективности; формулируются условия применимости данного подхода.

Актуальность темы усиливается по мере насыщения рынка мобильных сервисов. Конкуренция всё чаще разворачивается не вокруг набора функций как такового, а вокруг скорости перенастройки пользовательского пути, чувствительности продукта к данным и способности быстро устранять потери на воронке. В этой логике задержка релиза перестаёт быть технической мелочью. Она становится формой недополученного дохода.

Исследовательское поле по теме неоднородно. Это, пожалуй, следует признать сразу, иначе обзор легко превращается в аккуратный, но мало полезный перечень публикаций. Одна группа работ посвящена адаптивным интерфейсам и качеству взаимодействия пользователя с системой. Другая рассматривает архитектурные основания мобильной разработки. Третья описывает практики удалённого управления конфигурациями в крупных цифровых платформах. Для экономического анализа важны все три направления, но по отдельности они не закрывают исследовательскую задачу.

В работе W. Wang и соавторов [1] адаптивный интерфейс анализируется через призму пользовательского опыта и контекстной настройки. Здесь важен не столько прикладной пример, сколько сама исследовательская оптика: изменяемость интерфейса трактуется как фактор результативности взаимодействия, а не как декоративное свойство. A. Carrera-Rivera, F. Larrinaga и G.

Lasa [2], описывая фреймворк AdaptUI, показывают уже более жёсткую вещь: адаптивность приносит эффект только тогда, когда она встроена в систему проектирования, а не добавлена к ней постфактум. Для экономиста это замечание принципиально, поскольку любая управляемость требует предварительных вложений.

G. Calvary и A. E. A. Sahraoui [3], исследуя контекстную адаптацию интерфейсов, выводят разговор за пределы одного класса мобильных приложений. Их вывод можно интерпретировать так: чем выше изменчивость условий использования, тем выше ценность механизмов, позволяющих менять логику взаимодействия без тяжёлой переработки всей системы. Эта мысль хорошо соотносится с хозяйственной логикой цифрового продукта, хотя прямой экономический расчёт у названных авторов не является центральным.

Публикация A. J. Undirwadkar [4] уже прямо связана с серверно-управляемым интерфейсом. Автор фиксирует выигрыш во времени, который организация получает за счёт вынесения части сценарной логики и конфигурации экранов на серверную сторону. На первый взгляд тезис выглядит очевидным. Но именно здесь и скрывается один из ключевых источников экономического эффекта: сокращение интервала между формулированием решения и его рыночной реализацией.

Работа M. Guo и соавторов о системе MobileConfig [5] особенно ценна тем, что переводит обсуждение из теоретической плоскости в масштаб промышленной эксплуатации. Из неё ясно видно: удалённое управление конфигурациями даёт результат лишь при наличии версии схем, механизмов безопасного отката, наблюдаемости и дисциплины изменений. Иначе гибкость начинает производить новые издержки. Не символические, а вполне реальные.

Кейс Reddit, представленный R. Gancarz [6], дополняет этот вывод прикладной аргументацией. Серверное управление интерфейсом используется не ради архитектурной эстетики, а ради более быстрого изменения значимых продуктовых сценариев, синхронизации логики между платформами и уменьшения цены запаздывания.

Русскоязычные публикации полезны прежде всего как контекст. В. В. Гурьев, О. А. Шабалина и Н. П. Садовникова [7] рассматривают сквозную разработку мобильных приложений и тем самым подводят к вопросу о совокупной стоимости изменения. Е. А. Бибиков, И. В. Курникова и А. Н. Носов [8] связывают цифровые решения в мобильной среде с финансовым результатом организации. Д. Г. Нуждин [9], В. И. Терехов [10], А. Н. Гончаров, М. С. Клочай [11], А. П. Сазонов [12] анализируют инструменты мобильной разработки, адаптивные интерфейсы и архитектурную управляемость. Однако прямое сопоставление архитектурного перехода с показателями хозяйственной эффективности в этих работах представлено фрагментарно.

Именно здесь и обнаруживается исследовательский разрыв. Адаптивность интерфейса описана достаточно подробно, архитектурные приёмы - тоже. Но сцепка между архитектурой, издержками изменения и денежной отдачей продукта разработана слабее. Этот пробел и определяет логику дальнейшего анализа.

В статье использован аналитико-синтетический метод, сочетающий обзор литературы, интерпретацию отраслевых материалов и построение укрупнённой расчётной схемы. Выбор такого подхода обусловлен самим предметом исследования: оценивается не отдельная реализация мобильного приложения, а экономическая целесообразность архитектурного решения как класса управленческих действий.

В качестве ключевых показателей выбраны рентабельность вложений (ROI), пожизненная ценность клиента (LTV), стоимость привлечения клиента (CAC), а также срок окупаемости затрат на привлечение. Дополнительно учитываются промежуточные параметры: средняя длительность релизного цикла, стоимость одного интерфейсного изменения, доля пользователей на устаревших версиях приложения, частота продуктовых экспериментов, прирост текущих эксплуатационных расходов после перехода.

Методически важно не смешивать уровни причинности. Серверно-управляемый интерфейс не повышает рентабельность автоматически. Сначала он влияет на организацию изменений; затем - на скорость проверки сценариев; далее - на конверсию, удержание и средний доход на пользователя; только после этого возникает финансовый результат. Такое поэтапное рассмотрение представляется более корректным, чем распространённая в прикладных обсуждениях прямая связка "новая архитектура = рост эффективности".

При традиционной клиентской модели значительная часть интерфейсной логики фиксируется в кодовой базе мобильного приложения. Изменение последовательности экранов, состава блоков, условий показа предложения, механики регистрации или оплаты требует разработки, тестирования, публикации и последующего ожидания обновления со стороны пользователя. Процесс знакомый. Но дорогой.

Экономическая проблема здесь определяется не только прямыми трудозатратами. Существеннее другое: пока новая версия распространяется по активной аудитории, часть пользователей продолжает двигаться по устаревшему сценарию. Коммерчески сильные гипотезы начинают работать позже. Ошибочные решения снимаются тоже позже. Компания платит не только за разработку, но и за задержку результата.

Серверно-управляемый интерфейс меняет эту логику. На клиентской стороне сохраняются базовые компоненты отображения, тогда как структура экранов, правила показа отдельных блоков и часть сценарной логики переносятся в серверный контур [4; 5]. Это сокращает длительность вывода части изменений, уменьшает издержки межплатформенной координации и повышает управляемость продуктовых проверок. Для цифрового бизнеса такой эффект ценен именно потому, что он связан со временем - наиболее дефицитным ресурсом в конкурентной среде.

Укрупнённая оценка может быть представлена формулой:

$$\text{Эп} = \frac{\Delta\text{ВП} + \Delta\text{СИ} - \Delta\text{ОР} - \text{КВ}}{\text{КВ}}, \quad (1)$$

где Эп - экономическая результативность проекта перехода;
ΔВП - прирост валовой прибыли вследствие улучшения продуктовых показателей;
ΔСИ - сокращение издержек на интерфейсные доработки и релизную координацию;
ΔОР - прирост текущих расходов на сопровождение серверного контура;
КВ - капитальные вложения в переход.

Формула сознательно упрощена. Она не допускает подмены экономической отдачи инженерной эффектностью. Внедрение серверного управления интерфейсом действительно может снизить трудоёмкость отдельных изменений и сделать часть визуальных корректировок независимыми от полного клиентского релиза. Однако ключевым становится не только сокращение себестоимости правок, но и уменьшение издержек, возникающих из-за задержек в их внедрении.

Рассмотрим условный пример. Пусть мобильный сервис выполняет около 180 интерфейсных изменений в год, из них 60 относятся к коммерчески чувствительным участкам пользовательского пути: регистрации, оформлению подписки, повторному вовлечению, перекрёстному предложению. Если треть таких изменений вводится на 7 дней раньше по сравнению с классическим циклом, организация получает дополнительный период извлечения выручки из удачных решений и более раннее прекращение неудачных сценариев. Даже при умеренном эффекте по конверсии это отражается в росте пожизненной ценности клиента и сокращении срока окупаемости затрат на его привлечение.

Здесь уместно сделать одно уточнение. Пожизненная ценность клиента в подобных проектах растёт не скачком и не эффектным рывком, как это иногда изображают в практических докладах. Чаще наблюдается иная картина: небольшое повышение платной конверсии, умеренное улучшение удержания на раннем участке жизненного цикла пользователя, менее заметные потери на промежуточных шагах воронки. По отдельности эти сдвиги выглядят скромно. В совокупности они формируют значимый денежный результат.

Одновременно возрастает и стоимость владения архитектурой. Необходимо создавать библиотеку компонентов, поддерживать схемы интерфейсов, обеспечивать обратную совместимость, вводить механизмы переключения функций, средства наблюдаемости и отката [5; 11; 12]. Более того, усиливаются требования к организационной дисциплине. Если изменения управляются слабо, сложность просто переносится с клиента на сервер. Иногда - в более затратной форме.

Отсюда вытекает ещё один результат. Положительный экономический эффект наиболее вероятен для тех сервисов, где пользовательский путь тесно связан с выручкой и регулярно пересматривается: для банковских приложений, торговых платформ, подписочных и медийных сервисов. Напротив, для утилитарных приложений со стабильными сценариями и редкими изменениями интерфейса архитектурный переход может оказаться избыточным. Иначе говоря, не каждая техническая гибкость имеет хозяйственный смысл.

Сопоставление полученных выводов с литературой показывает интересную особенность. Работы W. Wang, A. Carrera-Rivera, G. Calvary и A. E. A. Sahraoui [1-3] убедительно раскрывают ценность адаптивности интерфейса для качества взаимодействия, однако экономическое измерение в них остаётся вторичным. Между тем для управленческого решения этого недостаточно. Более гибкий интерфейс не равен более выгодному интерфейсу. Между этими состояниями лежит цепочка организационных и стоимостных условий.

Материалы M. Guo и R. Gancarz [5; 6] ближе к экономической реальности. Они показывают, что серверное управление интерфейсом становится эффективным не само по себе, а в составе более

широкой системы: с конфигурационным управлением, аналитикой, процедурами контроля рисков, ясной ответственностью за изменения. Это замечание может показаться очевидным. Но именно здесь, на мой взгляд, проходит граница между оправданной архитектурой и дорогостоящим усложнением ради модного подхода.

Русскоязычные авторы - В. В. Гурьев, Е. А. Бибиков, А. Н. Гончаров, А. П. Сазонов [7; 8; 11; 12] - прямо или косвенно подтверждают, что архитектурная управляемость мобильного продукта связана с издержками разработки и сопровождения. Вместе с тем имеющиеся публикации редко доводят этот тезис до расчётной модели, пригодной для предварительного экономического обоснования проекта. Представляется, что именно такой переход от общего рассуждения к хозяйственной оценке сегодня особенно востребован.

Есть и ограничение настоящего исследования. Предложенная схема имеет укрупнённый характер и не заменяет анализ данных конкретного продукта. Однако даже в таком виде она полезна, поскольку заставляет обсуждать серверно-управляемый интерфейс не как технологическую "красивую идею", а как решение с измеримыми затратами, рисками и ожидаемой отдачей.

Переход к серверно-управляемому интерфейсу в мобильной разработке целесообразно рассматривать как инвестиционный проект, а не как частную инженерную модернизацию. Его хозяйственная отдача формируется по нескольким каналам: за счёт сокращения издержек интерфейсного изменения, уменьшения потерь от задержки релиза, ускорения проверки продуктовых гипотез и более раннего получения эффекта от уже понесённых затрат на привлечение пользователя.

Проведённый анализ показывает, что положительный результат наиболее вероятен в тех случаях, когда а) интерфейсные сценарии часто изменяются, б) цифровой сервис чувствителен к скорости продуктовых экспериментов, в) организация располагает зрелой серверной инфраструктурой и аналитикой, г) рост текущих расходов не поглощает получаемую выгоду. При отсутствии этих условий серверно-управляемый интерфейс может стать экономически неоправданной формой архитектурного усложнения.

Практическая значимость исследования состоит в возможности использовать предложенную модель при предварительном обосновании архитектурного перехода в мобильных сервисах. Перспективы дальнейшей работы связаны с эмпирической проверкой этой модели на данных конкретных приложений до и после внедрения серверного управления интерфейсом, а также с уточнением влияния таких решений на срок окупаемости затрат на привлечение пользователя.

Список использованных источников:

1. Wang, W. Designing Adaptive User Interfaces for mHealth Applications Targeting Chronic Disease: A User-Centered Approach / W. Wang [et al.] // ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. - 2025. - DOI 10.1145/3731750.

2. Carrera-Rivera, A. AdaptUI: A Framework for the Development of Adaptive User Interfaces in Smart Product-Service Systems / A. Carrera-Rivera, F. Larrinaga, G. Lasa // User Modeling and User-Adapted Interaction. - 2024. - Vol. 34. - P. 1929-1980.

3. Calvary, G. Contextual Adaptation of User Interfaces / G. Calvary, A. E. A. Sahraoui // Handbook of Human Computer Interaction. - Cham: Springer, 2025. - P. 1-47.

4. Undirwadkar, A. J. The Rise of Server-Driven UI: A Paradigm Shift in Mobile App Development / A. J. Undirwadkar // World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences. - 2025. - Vol. 15, No. 2. - P. 55-61.

5. Guo, M. MobileConfig: Remote Configuration Management for Mobile Apps at Hyperscale / M. Guo [et al.] // Proceedings of the 21st USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI '24). - 2024. - P. 1867-1882.

6. Gancarz, R. Reddit Adopts Server-Driven UI for Its New Feed Architecture across Mobile Apps / R. Gancarz // InfoQ. - 2023.

7. Гурьев, В. В. Технология сквозной разработки мобильных приложений / В. В. Гурьев, О. А. Шабалина, Н. П. Садовникова // Онтология проектирования. - 2024. - Т. 14, No 2. - С. 230-242.

8. Бибиков, Е. А. Оценка эффективности внедрения финансовых технологий в коммерческих банках на примере мобильных приложений / Е. А. Бибиков, И. В. Курникова, А. Н. Носов // Вестник ГГУ. - 2024. - No 5. - С. 318-328.

9. Нуждин, Д. Г. Оценка и выбор наиболее подходящих инструментов разработки мобильных приложений / Д. Г. Нуждин // Universum: технические науки. - 2023. - No 11.

10. Терехов, В. И. Методы разработки адаптивных интерфейсов для Android-приложений с учётом экранных характеристик / В. И. Терехов // Научный аспект. - 2024.

11. Гончаров, А. Н. Обзор модульного проектирования при разработке мобильных приложений: от принципов к реализации / А. Н. Гончаров, М. С. Клочай // Вестник науки. - 2024. - Т. 4, No 3. - С. 320-327.

12. Сазонов, А. П. Использование принципа Dependency Injection в мобильной разработке на территории РБ / А. П. Сазонов // Научные исследования молодых учёных. - 2024.

UDC 004.415.2:338.001.36

ASSESSMENT OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF TRANSITIONING TO A SERVER-DRIVEN ARCHITECTURE (SERVER-DRIVEN UI) IN MOBILE DEVELOPMENT.

Sablina A.I.,Master's degree student, group 476701

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Efremov A.A. – PhD (Economics), Associate Professor

Annotation. This paper examines the transition to a server-driven mobile application interface as an investment and organizational-economic decision. It is shown that its effect is manifested not only in reducing the labor intensity of interface changes, but above all in lowering delay costs, accelerating the validation of product hypotheses, and enabling earlier revenue generation from effective user interaction scenarios. An evaluation framework is proposed based on comparing capital investments, operating expenses, growth in gross profit, customer lifetime value, and the payback period of acquisition costs. The paper substantiates the conditions under which a server-driven interface increases the economic return of a digital service, as well as the cases in which such a solution is economically excessive.

Keywords. Mobile development, server-driven UI, economic efficiency, return on investment, customer lifetime value, customer acquisition cost, payback period, microservice architecture.

160. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ КАНАЛОВ ЛИДОГЕНЕРАЦИИ В ЦИФРОВОМ МАРКЕТИНГЕ

Стасевич М. А., студент гр. 578101, Вежновец В. И., студент гр. 578101

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю. Ю. – старший преподаватель, магистр

Аннотация. В работе комплексно исследованы методы оценки эффективности каналов лидогенерации в цифровой среде. Трансформация маркетинга и переход к data-driven стратегиям требуют новых подходов к расчету рентабельности инвестиций. В статье проанализированы ключевые финансовые метрики (CPL, CAC, ROMI, CR) и специфика работы с SEO, таргетированной рекламой и SMM. Особое внимание уделено внедрению сквозной аналитики, а также влиянию UX/UI дизайна и автоматизации (чат-ботов) на итоговую конверсию. Обосновывается необходимость создания бесшовной омниканальной воронки для максимальной экономической эффективности бизнеса.

В современных макроэкономических реалиях, которые характеризуются высокой степенью волатильности и стремительным развитием технологических инноваций, цифровой маркетинг и процессы лидогенерации претерпели фундаментальную трансформацию. Происходит масштабный и необратимый переход коммерческого сектора от экстенсивных моделей охвата (попыток показать рекламу максимальному несегментированному количеству людей) к интенсивным стратегиям, основанным на строгом управлении данными (data-driven подход). Инвестиции ради абстрактной узнаваемости бренда и опора на так называемые «розовые метрики» (vanity metrics, такие как количество лайков, широкие нецелевые охваты или время, проведенное на сайте без совершения транзакции) создают лишь иллюзию успешности рекламных кампаний и уступают место математически выверенным подходам. В условиях, когда трафик стал дорогим ресурсом, а аудитория выработала устойчивую «баннерную слепоту», выживание бизнеса зависит от способности выстраивать измеримые воронки продаж. В связи с этим критически актуальной задачей является внедрение комплексной методологии оценки рентабельности омниканальных систем привлечения [1].

Фундаментом современной системы генерации лидов (потенциальных клиентов, проявивших интерес и оставивших контактные данные) выступает модель оплаты за конкретное действие — CPA (Cost Per Action). Для объективного контроля маркетинговых бюджетов маркетологами выстраивается многоуровневая система ключевых показателей эффективности (KPI). Базовыми финансовыми метриками являются стоимость привлечения квалифицированного лида (CPL) и стоимость итогового клиента (CAC). При расчете CPL учитываются не только прямые расходы на клики, но и косвенные затраты, включая оплату труда специалистов, производство креативных материалов и комиссии платформ. Для комплексной оценки жизнеспособности бизнес-модели применяется жесткое правило сопоставления показателя CAC с жизненной ценностью клиента (LTV): затраты на привлечение должны быть существенно (в 3-4 раза) ниже чистой прибыли, генерируемой за весь жизненный цикл взаимодействия с компанией [2]. Финальным же индикатором успешности рекламной стратегии служит показатель возврата маркетинговых инвестиций (ROMI).

Специфика цифровых каналов коммуникации требует дифференцированного подхода к привлечению трафика различной степени готовности (от холодных до горячих лидов). Органический поиск (SEO) остается одним из важнейших источников целевого трафика, однако алгоритмы поисковых систем кардинально изменились из-за внедрения нейросетей. Ранжирование сайтов теперь жестко базируется на концепции E-E-A-T (Experience, Expertise, Authoritativeness, Trustworthiness), требующей от бизнеса доказанной экспертности через верифицированные отзывы и профили специалистов. Кроме того, приоритет отдается ресурсам с безупречным техническим состоянием, которое оценивается через систему метрик Core Web Vitals, а также оптимизированным под мобильные устройства (Mobile-first Indexing) [3]. В сегменте контекстной рекламы происходит отказ от ручного управления ставками: искусственный интеллект платформ самостоятельно анализирует посадочные страницы и генерирует релевантные объявления, работая с уже сформированным поисковым интентом.

Параллельно с развитием поисковых систем, поведенческие паттерны потребителей стремительно смещаются в сторону социальных экосистем. Согласно масштабным исследованиям рынка Республики Беларусь, 74% пользователей открывают для себя новые бренды и товары

исключительно через блоги и социальные сети. Это подчеркивает критическую важность интеграции SMM (Social Media Marketing) и таргетированной рекламы в самый верхний уровень воронки продаж для формирования первоначального спроса. Платформы, такие как Telegram и ВКонтакте, трансформировались в полномасштабные маркетинговые экосистемы, предлагающие сложные рекламные кабинеты, геймификацию и многофункциональные боты-автоворонки [4]. Финансовый успех в данных каналах напрямую зависит от комьюнити-маркетинга — способности выстроить лояльное сообщество, обеспечивающее бренд стабильным потоком рекомендательного трафика.

Обеспечение точности вычислений окупаемости каждой точки касания пользователя с брендом невозможно без применения продвинутой технологической инфраструктуры. Изолированная аналитика (например, базовая веб-аналитика сайта) фиксирует только прямые действия, поэтому современный бизнес внедряет системы сквозной аналитики, бесшовно интегрирующие корпоративные сайты, CPA-трекеры, рекламные кабинеты и CRM-системы. Техническим фундаментом для связки этих элементов выступают UTM-метки, позволяющие безошибочно классифицировать каждый визит по источнику, кампании и креативу. Инновационным прорывом на рынке также стала механика O2O (Offline-to-Online), объединяющая интеллектуальную наружную рекламу (DOOH) с мобильным ретаргетингом, что позволяет конвертировать офлайн-контакт в подтвержденный цифровой лид [5].

Ключевым драйвером снижения стоимости привлечения лида и максимизации коэффициента макроконверсии (CR) становится качественная разработка сайтов, грамотное проектирование пользовательских путей (UX/UI дизайн) и внедрение сквозной автоматизации. Интуитивно понятный и технически оптимизированный интерфейс способен кратно увеличить конверсию без дополнительных вливаний в рекламный бюджет. Кроме того, глубокая интеграция интеллектуальных чат-ботов и автоматизированных воронок позволяет осуществлять первичную квалификацию заявок в режиме 24/7. Интеллектуальные боты собирают базовые потребности клиента до передачи контакта специалистам, что радикально снижает нагрузку на отдел продаж и практически полностью исключает потерю «горячих» лидов из-за человеческого фактора.

Таким образом, современная цифровая лидогенерация представляет собой непрерывный процесс инженерно-математической оптимизации. Анализ практических кейсов доказывает, что не существует единого универсального канала, идеально подходящего для любого проекта. Максимальная экономическая эффективность достигается исключительно за счет синергии всех элементов омниканальной воронки, где разработка и продвижение сайтов, ведение социальных сетей, настройка таргета и разработка ботов работают как единый механизм [6]. Комплексная аналитическая подготовка, постоянное тестирование гипотез и адаптация стратегии на основе твердых данных позволяют бизнесу максимизировать ROMI и обеспечивать стабильный рост.

Список использованных источников:

1. Акулич, И. Л. Маркетинг : учебник / И. Л. Акулич. – Минск : Вышэйшая школа, 2022. – 543 с.

2. Романенкова, О. Н. Digital-маркетинг : учебник и практикум для вузов / О. Н. Романенкова. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 302 с.

3. Исследование SEO-алгоритмов 2025 года в Google и Yandex, тренды в SEO [Электронный ресурс] // SEO Kasper. – Режим доступа: https://www.seo.kasper.by/news/issledovanie-seo-algoritmov-2025-goda/. – Дата доступа: 28.03.2026.

4. 74% белорусов узнают о товарах через соцсети и блоги: главные цифровые тенденции 2025 года [Электронный ресурс] // Wunder Digital. – Режим доступа: https://wunder-digital.by/74-belorusov-uznayut-o-tovarah-cherez-sotsseti-i-blogi-glavnye-tsifrovye-tendentsii-2025-goda/. – Дата доступа: 28.03.2026.

5. CPL: как рассчитать и оптимизировать стоимость лида в 2025 [Электронный ресурс] // Carrot quest. – Режим доступа: https://www.carrotquest.io/blog/cpl-kak-rasschitat-stoimost-lida/. – Дата доступа: 28.03.2026.

6. Тренды digital-маркетинга в Беларуси 2026: новые смыслы привычных инструментов [Электронный ресурс] // Qmedia. – Режим доступа: https://www.qmedia.by/blog/trendy_digital-marketinga_2025-_chto_nuzhno_delat-_chtoby_byt_vperedi.html. – Дата доступа: 28.03.2026.

УДК 004.8:[663.918.2+339.564]

161. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПОРТА КАКАО-ПРОДУКТОВ

Татарчук В.А., студент гр.372303

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Ладкина М.И., Солодилова М.К. – ассистенты каф. ЭИ

Аннотация. В условиях волатильности мировых цен на какао-бобы прогнозирование экспортной выручки становится критически важным для адаптации стратегий предприятий. В работе проведен сравнительный анализ двух подходов: модели машинного обучения с L1-регуляризацией (LASSO) и эконометрической модели коррекции ошибок (ECM) для прогнозирования стоимости экспорта какао-продуктов Республики Беларусь. Выявлен структурный сдвиг в динамике ряда с 2022 года. Показано, что ECM, учитывающая долгосрочные равновесные связи между показателями, обеспечивает более интерпретируемый и устойчивый прогноз в условиях нарушения стационарности, тогда как LASSO демонстрирует более высокую точность в краткосрочном периоде.

Ключевые слова. Машинное обучение, эконометрическое моделирование, модель коррекции ошибок, LASSO-регрессия, прогнозирование экспорта, структурный сдвиг, какао-продукты.

Резкий рост мировых цен на какао-бобы в последние годы оказывает прямое влияние на стоимость шоколадной продукции и других какао-содержащих товаров. Весной 2025 года биржевые котировки какао-бобов превысили 10 тыс. долл. США за тонну, что стало многолетним максимумом [1]. Несмотря на отсутствие собственного производства какао-бобов, Республика Беларусь имеет место в международной торговле переработанными какао-продуктами. Благодаря развитой кондитерской отрасли, высокому качеству продукции и выгодному географическому положению, страна успешно экспортирует шоколад, какао-порошок и другие изделия в десятки стран мира.

Цель работы – сравнительный анализ двух подходов (LASSO и ECM) для прогнозирования стоимости экспорта какао-продуктов Республики Беларусь и выявление факторов, определяющих точность прогноза.

В качестве исходных данных использованы месячные показатели стоимости экспорта товарной позиции «Шоколад и прочие готовые пищевые продукты, содержащие какао» (код ТН ВЭД 1806) за период с января 2010 по декабрь 2024 года (180 наблюдений). Данные были взяты с сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь [2].

Визуальный анализ (см. рис. 1) позволяет выделить устойчивый восходящий тренд: с уровня около 1 855 тыс. долл. США в начале 2010 года показатель достиг пика в 2022 году (свыше 10 827 тыс. долл. США). Начиная с 2022 года наблюдается снижение экспортной выручки. На графике четко прослеживаются регулярные сезонные пики в декабре каждого года, обусловленные предновогодним ростом спроса.

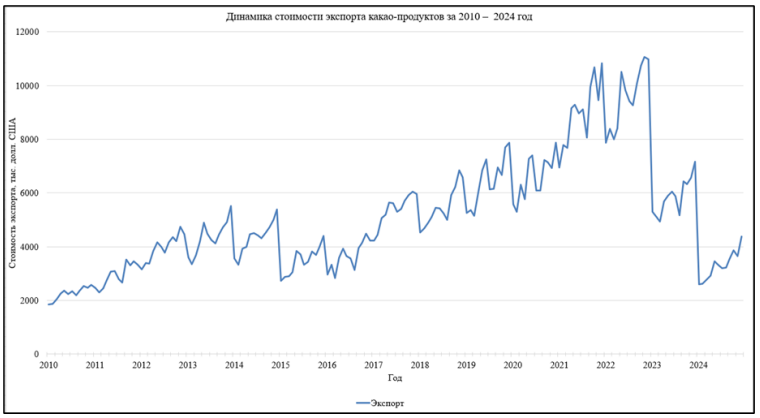


Рисунок 1 – Диаграмма динамики стоимости экспорта какао-продуктов

Для формальной проверки наличия структурного сдвига во временном ряду использован тест Чоу (Chow test), позволяющий оценить стабильность коэффициентов регрессионной модели до и после

предполагаемой точки разрыва. Нулевая гипотеза об отсутствии структурного сдвига проверялась для точки разрыва, соответствующей 2022 году. Результаты теста (F-статистика = 22,87, p-value = 0,00) позволяют отвергнуть нулевую гипотезу на любом уровне значимости, что подтверждает наличие структурного сдвига в динамике экспорта какао-продуктов с 2022 года.

Для выявления структуры зависимостей во временном ряду выполнен анализ автокорреляционной (ACF) и частной автокорреляционной (PACF) функций. Автокорреляционная функция характеризует тесноту линейной связи между членами временного ряда, а её медленное затухание свидетельствует о наличии тренда; значимый пик на первом лаге частной автокорреляционной функции указывает на авторегрессионную структуру порядка p = 1 [3]. ACF исходного ряда медленно затухает, оставаясь значимой на всех лагах, что характерно для нестационарного процесса с устойчивым трендом. PACF имеет значимый пик на первом лаге (0,915). Для лаговых переменных коэффициенты автокорреляции на первом лаге составляют 0,905–0,921, подтверждая инерционность экспортного процесса. Наибольшее значение получила переменная lag_12, что свидетельствует о годовой сезонной компоненте.

Рассмотрим модель LASSO. LASSO-регрессия (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) представляет собой линейный метод машинного обучения с L1-регуляризацией. В отличие от классического метода наименьших квадратов, который минимизирует только сумму квадратов остатков, LASSO добавляет к целевой функции штрафное слагаемое, равное сумме абсолютных значений коэффициентов модели, умноженной на параметр регуляризации λ. Такой подход приводит к тому, что коэффициенты при незначимых или избыточных признаках обнуляются, в то время как значимые переменные сохраняются. Таким образом, LASSO одновременно решает две задачи: снижает риск переобучения за счёт регуляризации и выполняет автоматический отбор наиболее информативных признаков, что существенно повышает интерпретируемость модели.

Для применения метода машинного обучения исходный временной ряд преобразован в формат «признак-цель». Сформированы три группы признаков:

– лаговые значения (lag_1, lag_3, lag_6, lag_{12}), отражающие инерционность процесса;

– скользящие средние (ma_3, ma_6, ma_{12}), сглаживающие краткосрочные колебания;

– временные признаки (month, quarter, year, trend) и фиктивные переменные для учета сезонности и структурного сдвига (shift, shift_trend).

Целевой переменной является стоимость экспорта какао-продуктов в прогнозируемом периоде. Горизонт прогнозирования составляет один месяц. Принцип обучения заключается в следующем: для каждого месяца t модель предсказывает значение экспорта в месяце t+1, используя данные, известные на момент t, а именно значения экспорта за предыдущие периоды, скользящие средние и временные признаки.

Оптимизация гиперпараметра λ, контролирующего силу штрафа, выполнена с помощью кросс-валидации на скользящем окне (Time Series Split). Данный метод кросс-валидации сохраняет хронологический порядок наблюдений, что исключает утечку данных из будущего и имитирует реальные условия прогнозирования. Оптимальное значение параметра регуляризации составило λ = 10.

Для учета долгосрочных равновесных связей и краткосрочной динамики использована модель коррекции ошибок (Error Correction Model, ECM). ECM является классическим эконометрическим инструментом анализа нестационарных временных рядов, связанных коинтеграционным соотношением. Коинтеграция означает, что, несмотря на нестационарность отдельных рядов (например, экспорта и мировых цен), существует их долгосрочная линейная зависимость, то есть они не расходятся бесконечно во времени, а движутся вокруг общего равновесного уровня. ECM формализует это свойство: отклонение от долгосрочного равновесия в предыдущем периоде (так называемая ошибка коррекции) влияет на краткосрочную динамику зависимой переменной, постепенно возвращая её к равновесному уровню. В отличие от методов машинного обучения, ECM позволяет разделить влияние долгосрочных фундаментальных факторов (например, эластичность экспорта по мировым ценам) и краткосрочных отклонений от равновесия, вызванных временными шоками или сезонными колебаниями. Это делает ECM особенно полезной для анализа экономических процессов, где важна интерпретация не только прогнозных значений, но и механизмов восстановления равновесия.

В данной работе в качестве внешнего фактора, определяющего долгосрочную динамику экспорта белорусских какао-продуктов, использована мировая цена на какао-бобы. Выбор обусловлен высокой степенью интеграции белорусского экспорта в мировой рынок: рост мировых цен с лагом отражается на стоимости готовой продукции.

Определим этапы построения модели ECM. Первый этап – оценка долгосрочного равновесного соотношения. Проанализирована связь между стоимостью экспорта какао-продуктов и мировой ценой на какао-бобы. Коэффициент долгосрочной эластичности составил 0,73 ($p < 0,01$), что указывает на значимую положительную зависимость: увеличение мировых цен на 1% в долгосрочном периоде сопровождается ростом экспортной выручки на 0,73%.

Второй этап – построение спецификации ECM. Модель коррекции ошибок включает отклонение от долгосрочного равновесия в предыдущем периоде (ECT), краткосрочные изменения экспорта и мировых цен, а также сезонные фиктивные переменные. Коэффициент коррекции ошибок (γ) оценивает скорость возвращения ряда к равновесию после шока.

Получили, что коэффициент коррекции ошибок составил -0,28 ($p < 0,01$). Это означает, что около 28% отклонения от долгосрочного равновесия устраняется в течение одного месяца. Отрицательный знак коэффициента подтверждает наличие механизма коррекции. Краткосрочная эластичность экспорта по цене составила 0,41. Для корректного моделирования в условиях изменения экономической ситуации в ECM была добавлена фиктивная переменная, отражающая структурный сдвиг 2022 года.

Проанализируем результаты прогнозирования. Оценка качества моделей выполнена на тестовой выборке, охватывающей период с января 2021 по декабрь 2024 года (48 наблюдений). Использованы три метрики: средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE), средняя абсолютная ошибка (MAE) и корень из среднеквадратичной ошибки (RMSE). MAPE является основной метрикой, так как позволяет сравнивать точность прогнозов относительно масштаба фактических значений и интерпретировать ошибку в процентах. MAE и RMSE дополняют анализ, причём RMSE более чувствительна к крупным отклонениям, что важно при наличии выбросов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение моделей прогнозирования

Модель	MAPE, %	MAE, тыс. долл. США	RMSE, тыс. долл. США
LASSO	8,42	443,65	722,23
ECM	11,37	612,40	891,55

Модель LASSO продемонстрировала более высокую точность прогнозирования: значение MAPE составило 8,42%, что укладывается в целевой интервал 10–15%. Для ECM ошибка оказалась выше и достигла 11,37%. На рисунке 2 представлено сравнение прогнозов моделей LASSO и ECM с фактическими значениями экспорта за период 2021–2024 годов. Визуальный анализ подтверждает, что модель LASSO точно воспроизводит как сезонные колебания, так и общую тенденцию снижения экспорта после 2022 года. Модель ECM также демонстрирует хорошее качество прогнозирования, однако её ошибка выше, чем у LASSO, что объясняется большей чувствительностью эконометрической модели к краткосрочным колебаниям и выбросам в данных.

Рисунок 2 – Динамика экспорта и прогнозы моделей LASSO и ECM (2021–2024 гг.)

Преимущество LASSO перед ECM в условиях структурного сдвига обусловлено тремя факторами. Во-первых, L1-регуляризация обеспечивает автоматический отбор признаков, обнуляя неинформативные переменные. Это позволяет модели выделять устойчивые закономерности, не адаптируясь к особенностям стабильного периода 2010–2020 годов. Во-вторых, LASSO устойчив к

мультиколлинеарности, эффективно выбирая релевантные признаки среди коррелированных лагов и скользящих средних. В-третьих, ECM как эконометрическая модель жёстко задаёт структуру зависимости (долгосрочное равновесие плюс краткосрочная динамика), что ограничивает её гибкость при резких изменениях режима. LASSO, напротив, самостоятельно определяет значимые факторы, что делает его более адаптивным к новым условиям.

В отличие от методов машинного обучения, ECM не имеет гиперпараметров в классическом понимании (как количество деревьев или глубина). Однако для повышения устойчивости ECM к структурным изменениям и улучшения точности прогнозирования в данном исследовании была проведена оптимизация состава признаков с помощью пошагового отбора (stepwise selection) на основе информационного критерия AIC.

Информационный критерий Акаике (AIC) – это мера относительного качества статистических моделей. Критерий основан на компромиссе между точностью подгонки модели под данные и её сложностью, которая оценивается по количеству используемых параметров. Чем меньше значение AIC, тем лучше модель балансирует между точностью и сложностью, что позволяет избежать переобучения. В отличие от классических статистических тестов (например, теста отношения правдоподобия), AIC позволяет сравнивать любые модели между собой, в том числе те, которые не являются вложенными друг в друга. Данный критерий применяется исключительно для выбора наилучшей модели из нескольких альтернатив и не предполагает содержательной интерпретации его абсолютных значений [4].

В результате оптимальная спецификация включила ECT с лагом 1, один лаг первой разности экспорта, текущее значение первой разности мировых цен, а также сезонные фиктивные переменные для декабря и марта. MAPE на тестовой выборке снизилась с 13,81% до 11,37%. Однако даже после оптимизации ECM уступает LASSO по точности прогнозирования, что объясняется принципиальной ограниченностью линейной параметрической структуры ECM по сравнению с гибким механизмом регуляризованного отбора признаков в LASSO.

В условиях структурного сдвига модель LASSO показала более высокую точность прогнозирования по сравнению с ECM. Ключевым фактором эффективности LASSO стал механизм автоматического отбора признаков, обеспечивающий устойчивость к изменению структуры данных. Анализ коэффициентов LASSO подтвердил, что наибольшее влияние на прогноз оказывает трёхмесячное скользящее среднее. Полученные выводы могут быть использованы при разработке инструментов поддержки управленческих решений в сфере планирования экспортной деятельности белорусских предприятий.

Список использованных источников:

1. РБК Компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://companies.rbc.ru/news/wqIBjUn1fb/mirovoj-ryinok-kakao-sostoyanie-tsenyi-i-trendyi-2025-goda/ – Дата доступа : 13.03.2026.

2. belstat [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.belstat.gov.by/ – Дата доступа : 13.03.2026.

3. Сурина, А. В. Анализ временных рядов. учеб. пособие / А.В. Сурина. – СПб. : Питер Ком, 2025. – 90 с.

4. Ежова, Е.О. Обобщение информационного критерия Акаике для выбора значений непрерывных параметров в моделях данных / Е.О. Ежова, В.В. Моттль, О.В. Красоткина // Таврический вестник информатики и математики. – 2009. – № 1. – С. 61–70.

UDC 004.8:[663.918.2+339.564]

COMPARATIVE ANALYSIS OF FORECASTING METHODS FOR COCOA PRODUCTS EXPORT

Tatarchuk V.A., student gr.372303

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ladkina M.I., Solodilova M.K. – Assistants of the Department of EI

Annotation. In the face of global cocoa price volatility, forecasting export revenue is critical for adapting business strategies. This paper presents a comparative analysis of two approaches for forecasting the value of cocoa products exports from the Republic of Belarus: a machine learning model with L1-regularization (LASSO) and an econometric error correction model (ECM). A structural break in the time series dynamics since 2022 is identified. It is shown that LASSO provides higher short-term forecasting accuracy, while ECM offers better interpretability and stability under non-stationary conditions.

Keywords. Machine learning, econometric modeling, error correction model, LASSO regression, export forecasting, structural break, cocoa products.

162. ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ МЕТРИК ГОНОЧНОГО ЧЕМПИОНАТА

Тищенко А.А., студентка группы 272301
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Полоско Е.И. – старший преподаватель кафедры ЭИ

Аннотация. В тезисах рассматривается архитектура и функциональная целесообразность разработки цифровой платформы для анализа и визуализации ключевых метрик гоночного чемпионата. Анализируются технические и управленческие эффекты, потенциальное влияние сервиса на оперативность принятия решений командой, точность прогнозирования результатов и снижение временных издержек на постобработку телеметрии. Показано, что актуальность платформы в 2026 году определяется не просто фактом цифровизации сбора данных, а способностью сервиса повышать качество анализа производительности пилота, прозрачность сравнительных показателей и эффективность стратегических решений на основе агрегированных метрик.

Рынок автоспортивных данных в 2026 году характеризуется высокой интенсивностью сессий, ростом требований к оперативности анализа и усилением роли цифровых инструментов в поддержке инженерных решений. Для гоночного чемпионата ценность платформы формируется не только в момент прохождения круга, но и между этапами: при постобработке телеметрии, сравнении секторов, анализе поведения пилота, выявлении аномалий, подготовке отчётов для команды и оптимизации стратегии. В этих условиях цифровую платформу для анализа и представления ключевых метрик можно рассматривать как единую точку управления данными, объединяющую мониторинг, визуализацию и принятие решений.

Под цифровой платформой для анализа и представления ключевых метрик в данной работе понимается веб-ориентированная или настольная система, либо близкий к ней по логике специализированный инструмент, в котором объединены телеметрия кругов, сравнение секторов, динамика времени на трассе, история выступлений пилота, инженерные комментарии, параметры работы болида и элементы прогнозной аналитики. В отличие от обычного табличного лога или стандартного дашборда, такой инструмент предполагает регулярное использование в гоночной сессии и позволяет команде не только фиксировать результаты, но и управлять стратегией, настройками и эффективностью пилота на основе данных.

С экономической точки зрения интерес к подобному решению обусловлен тем, что для языковой школы критичен не только первичный набор заявок, но и удержание студента на горизонте нескольких месяцев. Если мобильное приложение снижает число пропусков, делает коммуникацию быстрее, повышает прозрачность прогресса и упрощает продление обучения, то его эффект проявляется через рост retention rate, repeat purchase rate и LTV. Дополнительный результат может возникать за счет сокращения ручной нагрузки на администраторов и менеджеров: часть типовых вопросов, напоминаний и сервисных действий переводится в цифровой контур.

С экономической точки зрения интерес к подобному решению обусловлен тем, что для гоночной команды критичен не только первичный сбор телеметрии с болида, но и качество анализа данных на горизонте гоночного уик-энда или сезона. Если цифровая платформа снижает время на постобработку показателей, делает сравнение метрик быстрее, повышает прозрачность прогресса пилота и упрощает подготовку стратегических решений, то её эффект проявляется через рост точности прогнозов, повторяемость успешных настроек и общую результативность команды. Дополнительный результат может возникать за счёт сокращения ручной нагрузки на инженеров и аналитиков: часть типовых отчётов, сравнений и сервисных операций переводится в цифровой контур.

Инженерная релевантность цифровой платформы определяется не количеством отображаемых параметров, а тем, улучшает ли она реальные гоночные результаты. Согласно исследованиям в области спортивной аналитики, доступ к данным сам по себе не гарантирует прироста эффективности; решающим фактором выступает способ интеграции аналитического инструмента в процесс принятия решений [1; 2]. Как отмечают Fojtášek и Böhm (2025), разработка методов быстрой идентификации KPI непосредственно в среде анализа данных (RaceStudio3) позволяет автоматизировать обнаружение критических событий — задержек переключения передач, некорректного управления дросселем и проблем с подвеской — что существенно сокращает время постобработки телеметрии [1]. В свою очередь, обзорная работа по big data analytics в спорте демонстрирует, что современные фреймворки, объединяющие сбор данных, аналитическое моделирование и поддержку решений, обеспечивают

снижение травматизма (до 12%), улучшение тактической точности (до 16%) и оптимизацию биомеханических параметров [2]. Это означает, что платформа для гоночного чемпионата оправдана тогда, когда она поддерживает управление стратегией в реальном времени: подсвечивает критические отклонения, помогает планировать корректировки настроек, делает видимой динамику прогресса пилота, предоставляет сжатые форматы сравнения кругов и связывает поведение болида на трассе с итоговыми метриками сессии.

Современные исследования подтверждают, что цифровые аналитические платформы способны усиливать гоночный результат при грамотном сценарии использования. В мета-анализе эмпирических исследований показан значимый положительный эффект применения data-driven подходов для спортивной эффективности [3]. В исследованиях по автоспорту также зафиксировано улучшение времени круга, стабильности пилотирования и точности инженерных решений при использовании платформы с элементами оперативной аналитики и визуализации ключевых метрик [4]. Вместе с тем пользователи цифровых сервисов неоднородны: выделяются активные, формальные и слабо вовлеченные профили использования инженерных дашбордов, поэтому наличие платформы ещё не означает высокого уровня регулярной аналитической работы со стороны всей команды [5]. Как показывают данные анализа телеметрии в гоночных сериях, даже простые визуальные инструменты (например, график скорости) могут быть наиболее ценными для выявления проблемных участков трассы, если они правильно интегрированы в процесс работы инженера [6].

Следовательно, оценка целесообразности внедрения цифровой платформы должна строиться как пилотный сравнительный анализ «до/после» либо на сопоставлении сессий с использованием платформы и без неё. В число ключевых показателей целесообразно включать долю активных инженерных сессий, частоту обращений к платформе, долю автоматически обработанных кругов, снижение времени на постобработку телеметрии, скорость реакции на критические отклонения, уровень повторяемости успешных настроек, точность прогнозов времени круга и срок окупаемости проекта. Для управленческого уровня важно оценивать и организационные показатели: снижение количества ручных отчётов, ускорение подготовки стратегических решений и полноту данных о поведении болида и действиях пилота.

Для практического решения вопроса о внедрении полезно использовать укрупнённую систему критериев. В тексте работы целесообразно зафиксировать показатели, по которым команда и инженерный штаб будут оценивать эффект пилотного внедрения платформы. Основные блоки такой оценки представлены в таблице1.

Таблица 1 – Блоки оценки целесообразности внедрения цифровой платформы анализа гоночных метрик

Блок оценки	Основные метрики
Поведение пользователей (инженеры/пилоты)	Доля активных инженерных сессий, частота открытия платформы, число загруженных телеметрических файлов
Гоночный эффект	Снижение времени круга, стабильность секторов, сокращение числа ошибок пилота (например, перетормозовка, срез трассы)
Стратегическая эффективность	Точность прогноза времени круга, повторяемость успешных настроек болида, качество сравнения кругов «до/после» изменений
Операции инженерного штаба	Время на постобработку телеметрии, количество ручных отчётов, скорость выявления критического события (например, проблемы с подвеской)
Финансы и окупаемость	Совокупные затраты на разработку/внедрение, экономия рабочего времени инженеров, срок окупаемости (ROI)вокупные затраты, срок окупаемости, экономия рабочего времени

Таким образом, в 2026 году цифровая платформа для анализа и представления ключевых метрик является актуальным инструментом для гоночной команды, но её внедрение должно быть инженерно и экономически обосновано. Для средних и крупных команд, участвующих в чемпионатах с высокой интенсивностью сессий, где ценность создаётся в длительном цикле анализа данных и стратегической подготовки, платформа может стать источником роста точности решений и эффективности использования инженерного времени. Для небольших команд или пилотных проектов более оправдан пошаговый подход: сначала веб-дашборд или PWA-версия с базовой телеметрией, затем нативное приложение (или десктопная среда) после подтверждения эффекта на ключевых метриках. Иными словами, вопрос следует ставить не как «нужна ли платформа», а как «какой цифровой формат действительно создаёт измеримую гоночную и экономическую ценность»

Список использованных источников:

1. Fojtášek, J. Development of a Data-Driven Methodology for Rapid Identification of Key Performance Indicators in Motorcycle Racing / J. Fojtášek, M. Böhm // Engineering Proceedings. – 2025. – Vol. 113, No. 1. – P. 12.

2. Big Data Analytics Framework for Decision-Making in Sports Performance Optimization // Data. – 2025. – Vol. 10, No. 7. – P. 116.

3. Burston, J. Twenty years of MALL project implementation: A meta-analysis of learning outcomes / J. Burston // ReCALL. – 2020. – Vol. 32, No. 1. – P. 1–24.

4. Biniewicz, J. A quasi-steady-state minimum lap time simulation of race motorcycles using experimental data / J. Biniewicz, M. Pyrz // Vehicle System Dynamics. – 2024. – Vol. 62, No. 2. – P. 372.

5. Pasterjak, J. G. How we used data acquisition to find lost speed / J. G. Pasterjak // Grassroots Motorsports. – 2025.

6. Segredo, E. An insight on dashboards for racing categories: What you need to know to get started / E. Segredo // Racecar Engineering. – 2024.

УДК 004.65:336.64:005.52

163. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ЗАО «ИНВАСТРОЙ»)

Худницкий А.А., студент гр.272303

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сторожев Д.А. – магистр экон. наук

Аннотация. В статье рассматривается разработка программного средства поддержки управленческих решений по оценке финансовой устойчивости предприятия в условиях цифровой трансформации. Предложен подход к автоматизации расчёта финансовых коэффициентов, интеграции моделей прогнозирования банкротства и реализации сценарного анализа. Разработано клиент-серверное приложение, обеспечивающее обработку финансовых данных, аналитическую интерпретацию показателей и формирование отчётности. Использование разработанного решения позволяет сократить время анализа и повысить обоснованность управленческих решений.

Ключевые слова. Финансовая устойчивость, информационная система, автоматизация, коэффициентный анализ, модели банкротства, сценарный анализ, принятие решений.

В условиях цифровой экономики предприятия функционируют в среде высокой неопределённости, что повышает значимость своевременной оценки финансовой устойчивости. Традиционные методы анализа, основанные на ручной обработке данных, характеризуются высокой трудоёмкостью, низкой оперативностью и отсутствием инструментов прогнозирования, что снижает эффективность управленческих решений.

На примере ЗАО «Инвастрой», осуществляющего деятельность в сфере аренды коммерческой недвижимости, выявлено, что анализ финансового состояния выполняется эпизодически и не включает сценарное моделирование и интегральную оценку рисков. Это обусловливает необходимость разработки специализированного программного средства, обеспечивающего автоматизацию анализа.

Кроме того, в условиях нестабильности процентных ставок и арендного рынка руководству необходимы инструменты для оперативного получения достоверных аналитических данных. Отсутствие автоматизированного мониторинга ключевых показателей приводит к запаздыванию управленческих решений и повышению финансовых рисков.

Целью работы является автоматизация процесса расчёта ключевых показателей, анализ рисков и формирование аналитической отчётности финансовой устойчивости компании. Объектом исследования выступает финансовая устойчивость компании как экономическая категория, а также процессы её оценки в условиях цифровой трансформации; предметом – методы и инструменты оценки устойчивости на основе современных информационных технологий.

Научная новизна работы заключается в:

– разработке интегрированного подхода к оценке финансовой устойчивости с использованием совокупности дискриминантных моделей;

– формализации сценарного анализа финансовых показателей в рамках программного средства;

– реализации механизма автоматической интерпретации коэффициентов с учётом пороговых значений.

Основой оценки финансовой устойчивости является система коэффициентов. Коэффициент текущей ликвидности ($К_{тл}$) определяется как отношение оборотных активов к краткосрочным обязательствам и рассчитывается по формуле (1):

$$К_{тл} = \frac{\text{Оборотные активы}}{\text{Краткосрочные обязательства}} \quad (1)$$

Нормативное значение обычно составляет не менее 2,0. Превышение этого порога свидетельствует о достаточном уровне покрытия текущих долгов.

Коэффициент автономии ($К_{авт}$) рассчитывается по формуле (2) как отношение собственного капитала к валюте баланса:

$$К_{авт} = \frac{\text{Собственный капитал}}{\text{Валюта баланса}} \quad (2)$$

Для интегральной оценки вероятности банкротства используется модель Альтмана, представленная формулой (3):

$$Z = 0{,}717X_1 + 0{,}847X_2 + 3{,}107X_3 + 0{,}420X_4 + 0{,}998X_5 \quad (3)$$

где X_1 – отношение собственных оборотных средств к активам;
X_2 – отношение нераспределённой прибыли к активам;
X_3 – отношение прибыли до налогообложения к активам;
X_4 – отношение собственного капитала к заёмному;
X_5 – отношение выручки к активам.

Дополнительно применяются модели Таффлера, Спрингейта и Лиса, что повышает надёжность оценки за счёт комплексного подхода.

Для анализа устойчивости в условиях неопределённости используется сценарное моделирование. Изменение показателей осуществляется по формуле (4):

Для серверной части выбран язык Java (версия 17) и фреймворк Spring Boot 3.5.6, обеспечивающий модульность, безопасность (Spring Security + JWT) и взаимодействие с базой данных через Spring Data JPA. В качестве СУБД используется PostgreSQL. Клиентская часть реализована на React 19.1.9 с библиотекой компонентов MUI и визуализацией Chart.js. На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования, отражающая ролевую модель системы. Основные акторы – финансовый аналитик, финансовый директор (CFO) и администратор. Аналитик загружает отчёты, рассчитывает коэффициенты, строит прогнозы и сценарии; CFO утверждает отчёты и формирует итоговую аналитику; администратор управляет пользователями и выполняет резервное копирование.

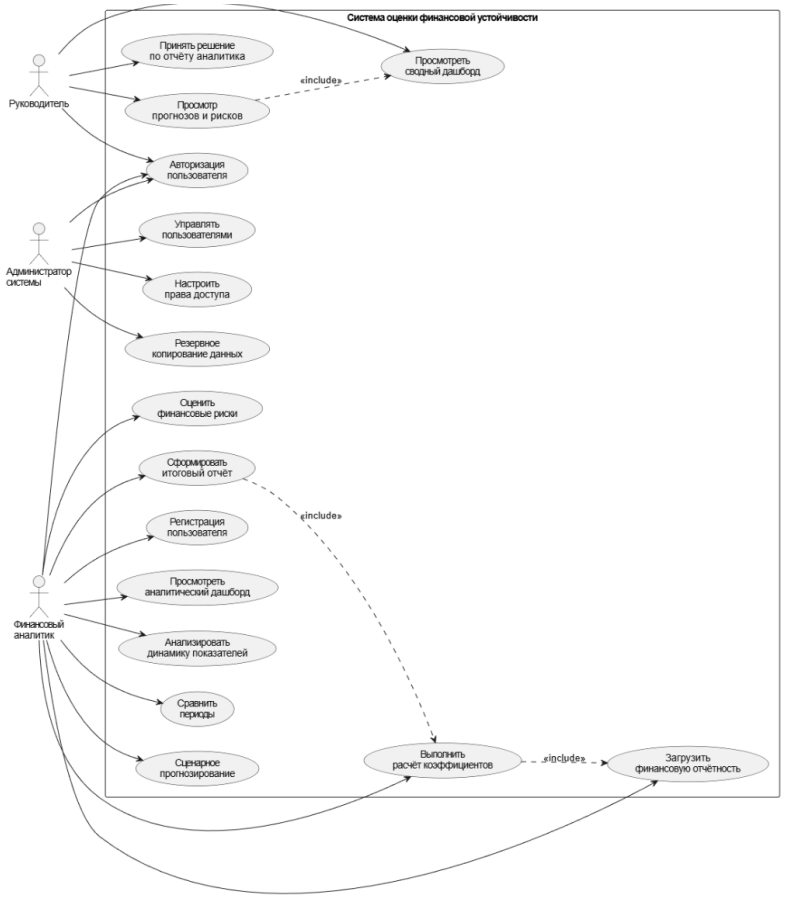


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования программного средства

Разработанное программное обеспечение позволяет автоматически рассчитывать девять ключевых коэффициентов: текущей, быстрой и абсолютной ликвидности (CURRENT_RATIO, QUICK_RATIO, CASH_RATIO); рентабельности активов, собственного капитала, продаж, валовой маржи (ROA, ROE, ROS, GROSS_MARGIN); автономии и задолженности (AUTONOMY, DEBT_RATIO). Каждый коэффициент классифицируется (отлично, хорошо, норма, критично) с цветовой индикацией. Выполняется прогнозирование банкротства по четырём дискриминантным моделям: Альтмана (модифицированная), Таффлера, Спрингейта и Лиса. Реализован сценарный анализ (стресс-тестирование) путём изменения выручки, расходов и активов с пересчётом всех показателей, а также линейный и полиномиальный прогнозы значений коэффициентов на основе исторических данных.

На рисунке 2 приведена даталогическая модель базы данных, содержащая 12 таблиц: companies, users, financial_reports, report_items, coefficient_definitions, coefficient_results, scenarios, scenario_results, risk_factors, notifications, uploaded_files, audit_log. Все таблицы приведены к третьей нормальной форме, обеспечены индексами и внешними ключами. Сущность financial_reports хранит периоды отчётности и статусы (черновик, утверждён, отклонён). Для каждого отчёта через report_items сохраняются строки баланса и отчёта о прибылях и убытках. Результаты расчётов фиксируются в coefficient_results и scenario_results, а автоматически выявленные риски – в risk_factors. Журнал аудита audit_log в формате JSON фиксирует все значимые действия пользователей. Такая структура данных обеспечивает целостность и непротиворечивость информации при выполнении аналитических запросов, а также позволяет эффективно отслеживать динамику финансовых показателей во времени.

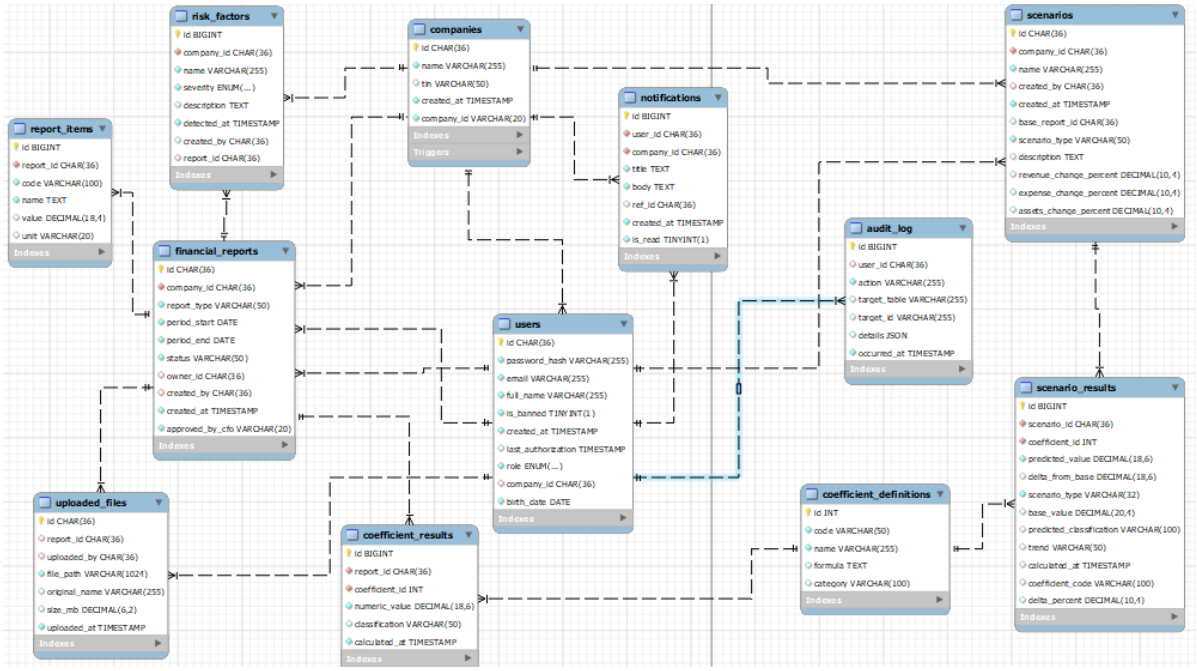


Рисунок 2 – Даталогическая модель базы данных

Система построена по клиент-серверной архитектуре. На рисунке 3 показана диаграмма развёртывания, иллюстрирующая три узла: клиент (браузер пользователя), сервер приложений (Java + Spring Boot) и сервер баз данных (PostgreSQL). Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется по протоколу HTTP/S с обменом JSON-данными через REST API. Сервер приложений подключается к базе данных по протоколу TCP/IP с использованием драйвера JDBC. Вся бизнес-логика (расчёт коэффициентов, формирование сценариев, генерация отчётов) сосредоточена в сервисном слое Spring Boot, что обеспечивает независимость от клиентского интерфейса и возможность масштабирования. Предложенная архитектура позволяет развернуть систему как в локальной вычислительной сети предприятия, так и в облачной среде без изменения программного кода.

Для проверки корректности работы были разработаны модульные тесты на JUnit и Mockito для сервисов ProfileServiceImpl и ScenarioServiceImpl, а также интеграционные тесты контроллеров CompanyControllerTest и RiskControllerTest с использованием @SpringBootTest и MockMvc. Функциональное тестирование проводилось по сценариям Postman, охватывающим все роли: регистрацию и авторизацию, создание отчётов, расчёт коэффициентов, создание сценариев, утверждение отчётов CFO, управление пользователями администратором. Все тесты успешно

пройдены. В процессе тестирования выявлены и устранены следующие ошибки: некорректная обработка пустых значений при импорте Excel (добавлена валидация), отсутствие проверки уникальности названия сценария в рамках компании (реализована сервисная проверка), неверное отображение классификации при округлении (скорректированы пороговые значения), а также ошибка авторизации при доступе к ресурсам другой компании (исправлена логика проверки прав доступа). Дополнительно проверена корректность автоматического создания факторов риска и отправки уведомлений финансовому директору при достижении коэффициентами критических значений – все уведомления доставляются своевременно.

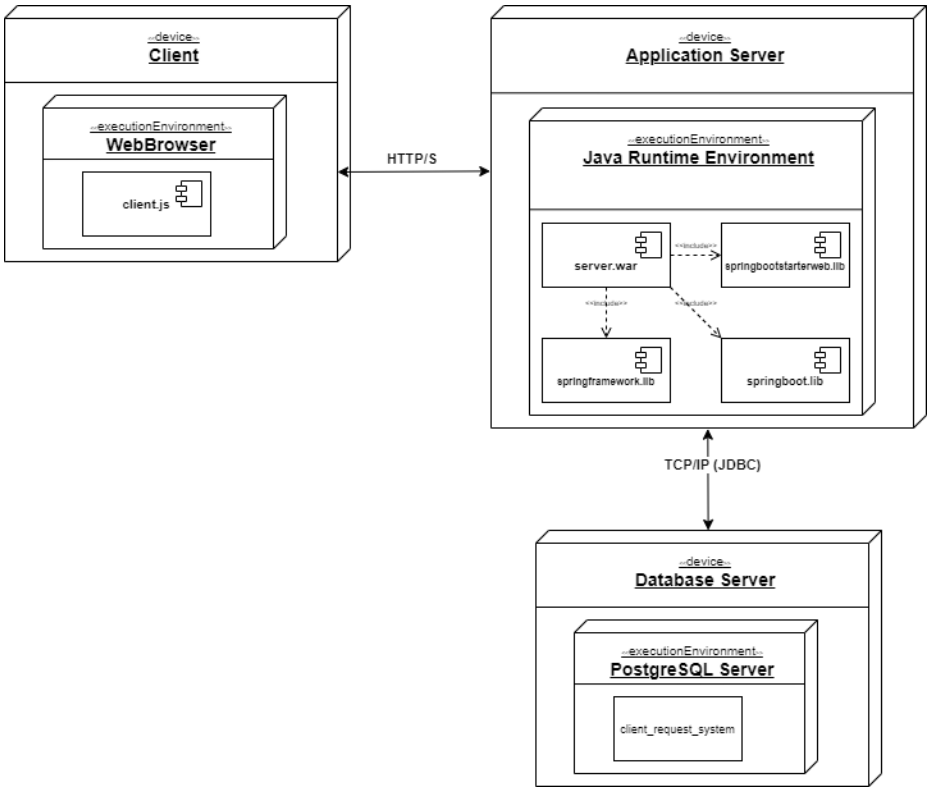


Рисунок 3 – Диаграмма развёртывания

Разработанное программное средство полностью автоматизирует оценку финансовой устойчивости ЗАО «Инвастрой», сокращает время анализа в 3–5 раз, повышает точность расчётов и обеспечивает поддержку принятия решений за счёт сценарного моделирования и прогнозирования. Пользователи могут в любой момент сравнить отчёты разных периодов, выгрузить детализацию в Excel или сформировать итоговый отчёт в PDF для руководства. Архитектура является масштабируемой и может быть адаптирована для других предприятий сферы недвижимости и аренды. Практическая значимость работы состоит в создании готового к внедрению программного продукта, который может использоваться для регулярного мониторинга финансового состояния и выявления рисков. Теоретическая значимость заключается в систематизации методов проектирования аналитических систем и применении информационных технологий для финансовой оценки.

Список использованных источников:

1. *Шилдт, Г. Java. Полное руководство, 10-е изд. – М.: Вильямс, 2018. – 1488 с.*
2. *Spring Boot [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://spring.io/projects/spring-boot. – Дата доступа: 10.03.2026.*
3. *React [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://react.dev. – Дата доступа: 10.03.2026.*
4. *Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 384 с.*

UDC 004.65:336.64:005.52

SOFTWARE TOOL FOR MONITORING TURNOVER AND MANAGING LOGISTICS PROCESSES IN A WHOLESALE AND RETAIL TRADE NETWORK

Khudnitskiy A.A., student of group 272303

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

D.A. Storozhev, Master of Economic Sciences

Abstract. This article discusses the development of a software tool to support management decisions for assessing the financial stability of an enterprise in the context of digital transformation. An approach to automating the calculation of financial ratios, integrating bankruptcy forecasting models, and implementing scenario analysis is proposed. A client-server application has been developed that enables financial data processing, analytical interpretation of indicators, and reporting. The developed solution reduces analysis time and improves the validity of management decisions.

Keywords. Financial stability, information system, automation, ratio analysis, bankruptcy models, scenario analysis, decision making.

УДК 514

164. ТЕОРЕМА ПИФАГОРА В ЭКОНОМИКЕ: ИНТЕРАКТИВНАЯ ГОЛОВОЛОМКА КАК МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕСУРСНЫХ ЗАТРАТ

Чой А. К., Жибрик А. В., студенты группы 573903

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Лобанок Л. В. — старший преподаватель кафедры высш. мат.

Аннотация: в данной работе рассматривается нетривиальное применение геометрической теоремы Пифагора для решения экономических задач оптимизации. Автором предлагается концепция интерактивной головоломки «Экономический треугольник», которая позволяет визуализировать взаимосвязь между различными видами затрат (переменными и постоянными) и итоговым изменением себестоимости или прибыли.

Ключевые слова: теорема Пифагора, визуализация в экономике, Парето-эффективность.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска простых и наглядных методов объяснения экономических процессов. Теорема Пифагора, известная более 2500 лет, традиционно считается инструментом чистой геометрии и физики. Однако её суть — установление количественной связи между составляющими частями системы — может быть спроецирована на экономическую плоскость. Цель данной работы — разработать модель интерактивной головоломки, доказывающей, что принцип «квадрата гипотенузы равен сумме квадратов катетов» применим к анализу ресурсных затрат предприятия.

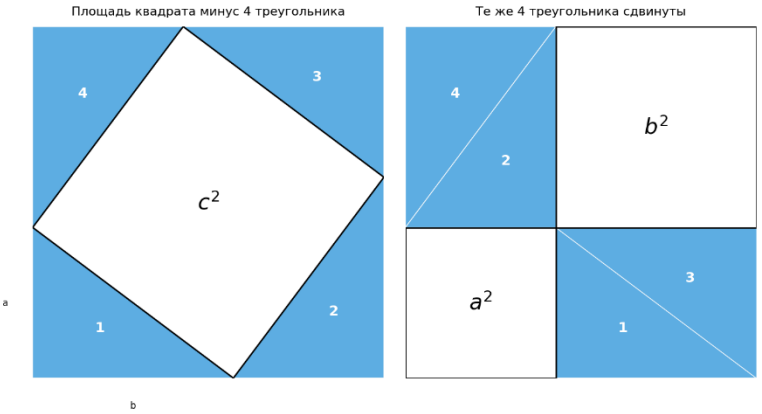


Рисунок 1 - Интерактивная головоломка

На рисунке 1 большой квадрат со стороной $(a + b)$ разделён на четыре равных прямоугольных треугольника с катетами a и b и центральный квадрат со стороной c (гипотенуза). Площадь большого квадрата равна $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$. Если убрать четыре треугольника, остаётся квадрат площадью c^2. Во второй части рисунка те же четыре треугольника перегруппированы так, что они образуют два прямоугольника, а оставшееся пространство складывается в два меньших квадрата со сторонами a и b. Таким образом, визуально доказывается, что $c^2 = a^2 + b^2$. Ключевой момент: общая площадь и количество треугольников остаются неизменными, меняется лишь их конфигурация.

В экономике ресурсы всегда ограничены: их общий объём аналогичен постоянной сумме площадей всех фигур на чертеже. Перемещение треугольников из одного положения в другое не создаёт новой площади – это аналог перераспределения ресурсов без увеличения их общего количества. Состояние, при котором невозможно улучшить один параметр (например, площадь одного из квадратов), не ухудшив другой, называется Парето-эффективным. В данной модели равновесие достигается тогда, когда треугольники расположены так, что мы можем чётко выделить квадраты a^2 и b^2 – это символизирует оптимальную структуру, где каждый элемент выполняет свою функцию без потерь.

В первом чертеже треугольники разобщены, а между ними остаются пустоты. Если интерпретировать треугольники как производственные модули или логистические маршруты, а пустоты – как транзакционные издержки (простои, потери на трении между подразделениями), то первая схема показывает неоптимальную организацию. Переход ко второму чертежу, где треугольники плотно прилегают друг к другу, а пустоты исчезают (или преобразуются в два чётких квадрата), демонстрирует эффект синергии и снижения транзакционных издержек благодаря улучшению структуры взаимодействия. Это наглядно иллюстрирует важность институциональной организации и менеджмента: перегруппировка тех же самых элементов может высвободить скрытую ценность (квадраты становятся видимыми). Этот же математический инструмент — теорема Пифагора — позволяет решить и другую, более прикладную задачу: определить расстояние до горизонта.

Рисунок 2 - Расстояние до горизонта

Для определения расстояния до видимого горизонта рассмотрим геометрическую модель, в которой Земля представлена как идеальная сфера со средним радиусом R (принимаем R ≈ 6371 км). Точка A - точка наблюдения, расположенная на высоте *h* над поверхностью Земли. Точка O - центр Земли. Видимый горизонт определяется как множество точек касания прямых, проведённых от наблюдателя к сфере(рисунок 2).

Рассмотрим треугольник ∆ABO, где точка *B* — точка касания прямой видимости с поверхностью сферы (точка горизонта). По определению касательной к окружности (в сечении плоскостью, проходящей через точки *A*, *O* и *B*), радиус *OB*, проведенный в точку касания, перпендикулярен касательной *AB*. Таким образом, в треугольнике ∆ABO угол при вершине *B* является прямым (∠ABO = 90°), что доказывает прямоугольность данного треугольника. Гипотенузой в этом треугольнике является отрезок *AO*, соединяющий наблюдателя с центром планеты. Катетами являются радиус Земли *OB* = *R* и искомое расстояние до горизонта *AB* = d.

Для прямоугольного треугольника ∆ABO справедлива теорема Пифагора. Длина гипотенузы *AO* складывается из радиуса Земли и высоты наблюдателя: *AO* = *R* + *h*. Следовательно, уравнение имеет вид:

$$(R + h)^2 = d^2 + R^2 \quad (1)$$

Раскрывая скобки и упрощая выражение, получаем точную формулу для расстояния до горизонта:

$$R^2 + 2Rh + h^2 = d^2 + R^2 \quad (2)$$

$$d^2 = 2Rh + h^2 \quad (3)$$

$$d = \sqrt{2Rh + h^2} \quad (4)$$

В большинстве практических задач (наблюдение с высоты роста человека, зданий) высота наблюдателя *h* мала по сравнению с радиусом Земли *R* (*h* << *R*). В таких условиях слагаемым h^2 под корнем можно пренебречь. Это приводит к приближенной формуле, используемой в морском деле, авиации и топографии:

$$d \approx \sqrt{2Rh} \quad (5)$$

где *d* — расстояние до горизонта, *R* — радиус Земли, *h* — высота точки наблюдения. Для удобства расчетов, подставляя среднее значение радиуса Земли (6371 км) и приводя единицы измерения к согласованному виду (обычно *h* в метрах, *d* в километрах), формулу часто записывают в эмпирическом виде: $d \approx 3{,}57h$, где результат получается в километрах при подстановке высоты в метрах.

Для анализа зависимости дальности горизонта от высоты наблюдателя составим расчетную таблицу 1, используя приближенную формулу $d \approx 3{,}57h$ (с округлением до десятых).

Таблица 1 – Расстояние до горизонта с высоты разных объектов

Высота наблюдения (h)	Характерный объект	Расстояние до горизонта (d)
1,7 м	Уровень глаз человека стоя	4,7 км
25 м	Палуба корабля / Береговой утес	17,9 км
100 м	Маяк / Смотровая площадка	35,7 км
1 км (1000 м)	Легкий самолет (базовая высота)	112,9 км
10 км	Высотный пассажирский самолет	357,1 км
400 км	Орбита МКС (International Space Station)	2264,2 км

Данные расчеты из таблицы 1 демонстрируют нелинейный характер зависимости: с увеличением высоты дальность растет пропорционально квадратному корню. Важным прикладным аспектом является расчет прямой видимости между двумя объектами, находящимися на высотах h_1 и h_2 над поверхностью. Максимальное расстояние *L*, на котором наблюдатель на высоте h_1 сможет увидеть объект на высоте h_2 (например, маяк и палубу корабля), определяется суммой дальностей горизонтов для каждой из высот:

$$L = \sqrt{2Rh_1} + \sqrt{2Rh_2}\ R^2 \quad (6)$$

В этой геометрической модели радиус Земли R выступает в качестве постоянных издержек. Высота наблюдателя h — это переменный ресурс (инвестиции в маркетинг, разведку, образование). Расстояние до горизонта d — результат (информация, зона охвата рынка, дальновидность стратегии).

Формула $d \approx \sqrt{2Rh}$ демонстрирует классический экономический закон убывающей отдачи: чтобы увидеть вдвое дальше, необходимо увеличить высоту не в два, а в четыре раза. Это точная аналогия тому, как инвестиции в НИОКР или рекламу дают все меньший прирост результата при увеличении бюджета. График функции $d(h)$ — это ветвь параболы, наглядно показывающая, что экстенсивное наращивание ресурсов неэффективно без изменения базовых условий (R).

В ходе работы была успешно демонстрирована применимость геометрической теоремы Пифагора к анализу экономических процессов. На примере перегруппировки элементов классического чертежа наглядно показано, что изменение структуры использования ограниченных ресурсов (аналог перестановки треугольников) может минимизировать транзакционные издержки и повысить общую эффективность системы до состояния, близкого к Парето-оптимальному. Анализ формулы расстояния до горизонта позволил выявить фундаментальную экономическую закономерность: квадратичная зависимость результата от затрат иллюстрирует принцип убывающей отдачи, где для удвоения «зоны охвата» (d) требуется четырехкратное увеличение вложений (h). Таким образом, модель успешно проецирует математический закон на сферу ресурсного менеджмента, предлагая простой и наглядный инструмент для объяснения концепций эффективности, оптимизации и стратегического планирования.

***Список использованных источников**:*

1. Перельман Я. И. Занимательная геометрия / под ред. и с доп. Б. А. Кордемского. — 10-е изд., стер. — М. : Физматгиз, 1958. — 304 с. — Библиогр.: с.

2. Расстояние до горизонта[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://book.etudes.ru/articles/skyline/

3. Тайна тайн теоремы Пифагора[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://multiurok.ru/files/taina-tain-teoremy-pifagora.html

4. Теорема Пифагора: великий обман[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/972262/

UDC 514

THE PYTHAGOREAN THEOREM IN ECONOMICS: INTERACTIVE PUZZLE AS A METHOD OF VISUALIZING RESOURCE COSTS

Choi A. K., Zhibrik A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Lobanok L. V., Senior lecturer at the Department of Higher Mathematics

Annotation. Consider a non-trivial application of the Pythagorean geometric theorem to solve economic optimization problems. The author proposes the concept of an interactive puzzle "Economic triangle", which allows you to visualize the relationship between different types of costs (variable and constant) and the final change in cost or profit..

Keywords. Pythagorean theorem, visualization in economics, Pareto efficiency.

165. ГИБРИДНЫЕ МОДЕЛИ НА БАЗЕ LSTM И РАЗЛОЖЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ МНОГОШАГОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНЫХ РЫНКОВ

Яковлев Н.Е., Матюшев Е.Ю., студенты гр. 377901

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Федосенко В.А. – канд. технических наук, доцент каф. ЭИ

Аннотация: В данной работе рассматривается задача многошагового прогнозирования курса доллара США к белорусскому рублю на основе гибридных моделей, сочетающих нейронные сети и методы разложения временных рядов. Использование таких подходов позволяет повысить точность прогнозирования за счёт предварительного выделения тренда, сезонности и шумовой составляющей.

Одним из наиболее эффективных инструментов для анализа временных рядов являются рекуррентные нейронные сети, в частности архитектура LSTM (Long Short-Term Memory) [1].

LSTM-сети предназначены для обработки последовательных данных и способны учитывать долгосрочные зависимости за счёт использования специальной структуры ячеек памяти. В отличие от классических RNN, LSTM решает проблему затухающего градиента.

Основной элемент LSTM — ячейка памяти, включающая три типа ворот:

- входные (input gate);
- забывающие (forget gate);
- выходные (output gate).

Математически работа LSTM описывается следующими уравнениями:

$$\begin{cases} f_t=\sigma(W_f\cdot[h_{t-1},x_t]+b_f) \\ i_t=\sigma(W_i\cdot[h_{t-1},x_t]+b_i) \\ \widetilde{C}_t=\tanh(W_C\cdot[h_{t-1},x_t]+b_C) \\ C_t=f_t\cdot C_{t-1}+i_t\cdot\widetilde{C}_t \\ o_t=\sigma(W_o\cdot[h_{t-1},x_t]+b_o) \\ h_t=o_t\cdot\tanh(C_t) \end{cases} \quad (1),$$

где x_t — вход в момент времени t; h_i — скрытое состояние; C_t — состояние ячейки памяти; f_i, i_i, o_i — векторы forget, input и output gate соответственно; $\tilde{C}_t$— кандидат на обновление состояния; W, b — параметры модели (веса и смещения); σ — сигмоидальная функция активации; $\tanh$ — гиперболический тангенс [2].

LSTM — разновидность рекуррентных нейронных сетей, предназначенная для работы с последовательными данными. За счёт ячеек памяти и системы управляющих ворот модель эффективно решает проблему затухающего градиента и позволяет моделировать сложные нелинейные зависимости, характерные для финансовых временных рядов.

STL+LSTM основана на предварительном разложении временного ряда методом STL, который выделяет трендовую, сезонную и остаточную компоненты. Каждая компонента прогнозируется отдельно с помощью LSTM, после чего результаты суммируются, что позволяет снизить влияние шума и повысить точность прогнозирования.

EMD-LSTM использует эмпирическое модальное разложение (EMD), представляющее временной ряд в виде набора внутренних мод (IMF), отражающих колебания различных частот. Каждая компонента моделируется отдельной LSTM, а итоговый прогноз формируется путём их агрегации.

CNN-LSTM — гибридная архитектура, в которой сверточные слои извлекают локальные признаки и краткосрочные закономерности, а LSTM моделирует временную динамику. Такая комбинация позволяет учитывать как пространственные, так и временные зависимости. Она особенно эффективна при работе с последовательными данными, где важно распознавать паттерны на разных масштабах времени.

EMD-CNN-LSTM сочетает методы разложения и глубокого обучения: на первом этапе EMD выделяет компоненты, затем для каждой из них CNN извлекает признаки, а LSTM выполняет прогнозирование. Данный подход направлен на обработку шумных и нестационарных временных

рядов. Он позволяет эффективно разделять сложные колебания сигнала на более простые моды, улучшая качество предсказаний. Кроме того, комбинация сверточных и рекуррентных сетей обеспечивает захват как локальных, так и долгосрочных зависимостей во временных данных.

Для анализа использованы ежедневные значения курса USD/BYN за период с 25.01.2016 по 22.01.2026 гг. (таблица 1). Данный временной ряд репрезентативен, так как отражает долгосрочные тренды и краткосрочную волатильность рынка, что позволяет корректно оценить качество моделей многошагового прогнозирования [3].

Таблица 1 – Статистические данные за 2016-2026 года

Дата	Курс доллара США к белорусскому рублю
25.01.2016	2.0950
26. 01.2016	2.1100
27.01.2016	2.1375
……..	……
19.01.2026	2.8963
21.01.2026	2.8712
22.01.2026	2.8368

Для объективной оценки предложенных архитектур проведено сравнительное исследование на горизонте многошагового прогнозирования пары USD/BYN. В качестве бенчмарков использованы базовая модель LSTM и гибридные подходы с различными методами декомпозиции (STL, EEMD, CEEMDAN) и предикторами (LSTM, CNN-LSTM). Качество оценивалось по метрикам MAE, RMSE и MAPE. Результаты (таблица 2) подтверждают определяющее влияние метода разложения на итоговую точность прогноза.

Таблица 2 – Сравнение эффективности гибридных моделей прогнозирования курса USD/BYN

Модель	MAE (BYN)	RMSE (BYN)	MAPE (BYN)
LSTM	0.0306	0.0582	0.97
STL+LSTM	0.0097	0.0210	0.30
CNN-LSTM	0.0255	0.0583	0.83
EMD-LSTM	0.2336	0.2531	7.10
EMD-CNN-LSTM	0.0910	0.1073	2.82

Эксперимент подтвердил, что точность прогноза критически зависит от метода декомпозиции. Модель STL+LSTM показала лучший результат (MAPE 0,30%), тогда как адаптивные EMD-методы оказались малоэффективны (ошибка до 8,26%). Усложнение архитектуры слоями CNN дало лишь незначительный прирост. Таким образом, решающим фактором успеха стало использование детерминированного STL-разложения, обеспечивающего более стабильную работу с данными [4].

Результаты работы наиболее эффективной архитектуры представлены на рисунке 1. Сопоставление истории, реальных данных за первый квартал 2026 года и прогноза модели STL+LSTM подтверждает ее способность успешно улавливать динамику рынка. За счет STL-декомпозиции минимизировано влияние шума, что обеспечило высокую точность аппроксимации на горизонте трех месяцев. Визуальный анализ подтверждает превосходство гибридного подхода над базовыми конфигурациями.

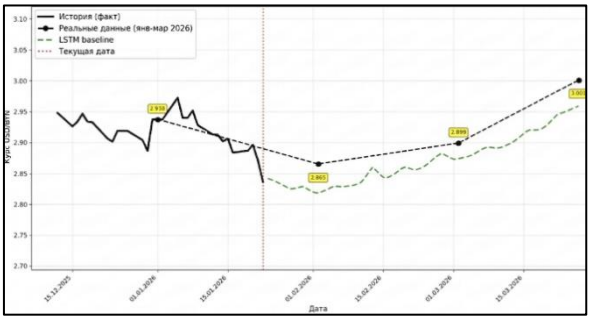


Рисунок 1 – Результаты прогнозирования курса USD/BYN на 3 месяца 2026 года моделью STL+LSTM

Исследование подтвердило эффективность гибридной архитектуры STL+LSTM для прогнозирования курса USD/BYN на 2026 год. Предварительное выделение тренда и сезонности снизило ошибку до MAPE 0,30%, что превосходит результаты базовых LSTM и EMD-моделей. Визуальное соответствие прогноза реальным данным (рис. 1) позволяет рекомендовать данный подход для анализа волатильных рынков в системах поддержки принятия решений.

Список использованных источников:

1. Всё о LSTM: зачем нужна нейронная сеть и как с ней работать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sysblok.ru/knowhow/mama-myla-lstm-kak-ustroeny-rekurrentnye-nejroseti-s-dolgoj-kratkosrochnoj-pamjatju/

2. Мама мыла LSTM: как устроены рекуррентные нейросети с долгой краткосрочной памятью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sektorekonomiki

3. Курсы валют в банках Беларуси в 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bankchart.by/spravochniki/archive_kursov_valyut/2016

4. LSTM — PyTorch 2.11 documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.pytorch.org/docs/stable/generated/torch.nn.LSTM.html

166. ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР ПОСТАВЩИКОВ С УЧЕТОМ ТРАНЗАКЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК И НАДЕЖНОСТИ ДОСТАВКИ

Харникова Т.И., студентка гр. 578102
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр экономических наук

Аннотация. В работе рассматривается задача оптимального выбора поставщиков на промышленном предприятии. Целью исследования является обоснование необходимости учета транзакционных издержек и надежности доставки наряду с закупочной ценой. В результате исследования установлено, что применение многокритериальных моделей (TCO, Fuzzy TOPSIS) и учет издержек оппортунизма позволяют снизить риски сбоев и повысить экономическую эффективность закупочной деятельности.

В практике управления цепями поставок традиционный подход к выбору контрагента, основанный на минимизации закупочной цены, приводит к системному искажению экономической эффективности закупочной деятельности. Современные исследования в области логистики и экономики предприятия указывают на необходимость учета двух ключевых групп факторов: транзакционных издержек взаимодействия и показателей надежности доставки [1],[2]. Игнорирование данных параметров повышает риски операционных сбоев и увеличивает общую величину целевых затратб которые должен нести владелец, называемую общей стоимостью владения (Total Cost of Ownership TCO) [5].

Цель настоящего исследования – структурировать подходы к выбору поставщиков с позиции минимизации совокупных затрат и рисков.

Структура транзакционных издержек во взаимоотношениях с поставщиками.

В экономической теории под транзакционными издержками понимаются затраты, возникающие в процессе взаимодействия рыночных агентов. Они не связаны с непосредственным производством продукта и в закупочно-логистической деятельности включают три компонента:

-издержки ex ante (предконтрактные), связанные с поиском информации, переговорами, юридической экспертизой;

- издержки ex post (постконтрактные), связанные с мониторингом, контролем качества, претензионной работой;

- издержки оппортунистического поведения, которые связаны с вынужденной защитой от недобросовестных действий поставщика [1].

Согласно исследованию Е.В. Антоненко, упор на минимизацию одной только прямой цены закупки без учета издержек транзакционных увеличивает уязвимость предприятия к оппортунистическому поведению поставщика [1].

Надежность поставок как фактор снижения транзакционных издержек

Надежность цепей поставок определяется как способность контрагента обеспечивать бесперебойную доставку продукции в установленные сроки, в необходимом объеме и требуемого качества. В монографии А.А. Бочкарева и П.А. Бочкарева подчеркивается, что повышение надежности логистических процессов напрямую коррелирует со снижением транзакционных издержек постконтрактного этапа [2]. Высоконадежный поставщик позволяет предприятию-покупателю сократить бюджет на инспекционный контроль, минимизировать страховые запасы и уменьшить операционные потери от простоев производства. В работе украинских исследователей О.Ю. Балалаевой и Е.А. Саенко также подтверждается, что критерии «надежность поставок» и «финансовое положение» являются приоритетными при формировании систем экспертной оценки поставщиков наряду с ценой товара [3].

Математическое моделирование задачи выбора

Современная наука предлагает переход от интуитивного отбора к формализованным математическим моделям. Модель квалификационного отбора использует критерий «цена товара это репутация продавца» и направлена на максимизацию ожидаемого дохода с учетом ограничений на затраты по поиску информации [4]. Многокритериальная оптимизация (методы анализа иерархий, нечетких множеств Fuzzy TOPSIS) позволяет интегрировать качественные показатели надежности и количественные показатели издержек в единую метрику [5]. Модели устойчивости, предложенные С.Вихаревым, доказывают ранжированную зависимость непрерывности бизнес-процессов от вероятности сбоев в поставках [4].

Таким образом, при управлении закупками необходимо учитывать:

- совокупную стоимость владения (TCO), включающую не только закупочную цену, но и транзакционные издержки, а также издержки на устранение последствий сбоев [1],[5];

- необходимость диверсификации поставщиков, как инструмента по снижению риска оппортунизма, однако решения должны приниматься с учетом баланса между снижением риска и потерей экономии за счет масштаба [2];
- показатели надежности должны быть интегрированы в систему бонусов и штрафов, что формализует управление рисками и снижает неявные издержки [3].

Заключение.

1. Оптимизация выбора поставщиков не может сводиться только к ценовому критерию; необходимо учитывать транзакционные издержки и надежность доставки.
2. Эффективными инструментами являются расчет совокупной стоимости владения (TCO) и применение многокритериальных методов (Fuzzy TOPSIS, анализ иерархий).
3. Учет издержек оппортунизма и постконтрактных затрат позволяет снизить риски сбоев и повысить стратегическую устойчивость цепей поставок.
4. Наилучшего результата можно добиться, внедрив контрактные механизмы стимулирования надежности поставщиков (бонусы/штрафы) и диверсифицируя портфель поставщиков.

Список использованных источников:

1. Антоненко Е.В. Управление трансакционными издержками оппортунизма на промышленном предприятии при покупке и реализации товаров // Вестник ЮУрГУ. — 2016. — №4.

2. Бочкарев А.А., Бочкарев П.А. Надежность и устойчивость цепей поставок: модели и алгоритмы. — СПб.: Скифия-принт, 2022.

3. Балалаєва О.Ю., Саєнко Є.О. Modeling and re-engineering of business processes of stationery store based on expert methods and supplier determination algorithm // Science and Production. — 2020.

4. Vikharev S. Mathematical model of the local stability of the enterprise to its vendors // Applied Mathematical Sciences. — 2013. — Vol. 7.

5. Hosseinzadeh M., et al. Developing a Newsvendor Model based on the Relative Competence of Suppliers // Industrial Management Journal. — 2022.

6. Schönsleben P. Integral Logistics Management — Operations Management and Supply Chain Management Within and Across Companies. — ETH Zurich.

7. Marqeta. The hidden economics of vendor selection in payments: Beyond per-transaction pricing. — 2026.

УДК 004.774:339.138-048.35

167. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА RAG-СИСТЕМ (LLM + ПОИСК) В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ

Костюкевич А.Ю., Васильева В.А., студенты гр.377901
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Федосенко В.А. – Кандидат технических наук, доцент

Аннотация. В работе рассматривается задача оценки качества систем генерации ответа с поисковым дополнением в прикладной задаче вопросно-ответного взаимодействия по текстовому корпусу. Исследование направлено на сравнение двух подходов: генерации ответа без внешнего контекста и генерации ответа с предварительным извлечением релевантных документов. В практической части используется набор данных, содержащий вопросы, ответы и подтверждающие документы, что позволяет оценивать не только итоговый ответ, но и качество поиска. Эксперимент показывает, что подключение внешнего текстового контекста повышает точность и полноту ответа по сравнению с генерацией без поиска. Также установлено, что итоговое качество системы в значительной степени зависит от качества извлечения документов, а подача эталонного контекста позволяет определить верхнюю границу качества всей архитектуры. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения систем генерации ответа с поисковым дополнением в задачах, где требуется опора на документы и фактическая обоснованность ответа.

Ключевые слова. Генерация ответа с поисковым дополнением, крупная языковая модель, извлечение документов, семантический поиск, лексический поиск, текстовый корпус, вопросно-ответная система, подтверждающий контекст, качество ответа, качество поиска, полнота ответа, точность ответа, векторное представление текста, многошаговое рассуждение, прикладная задача обработки текста.

Крупные языковые модели (далее – LLM) способны формировать связные ответы на естественном языке, однако в прикладных задачах этого недостаточно, поскольку без внешней опоры на документы они могут выдавать фактически неточные или слабо обоснованные утверждения. Одним из основных способов уменьшения этой проблемы является подход retrieval-augmented generation (далее – RAG), при котором система сначала извлекает релевантные текстовые фрагменты из внешнего корпуса, а затем использует их при генерации ответа. Такой подход применяется в вопросно-ответных системах, корпоративных помощниках, поисковых чат-ботах и других системах, где важна не только связность текста, но и его фактическая точность [1].

В данной работе проверяются две гипотезы. Первая гипотеза состоит в том, что RAG-система обеспечивает более высокое качество ответов, чем режим LLM-only, то есть генерация без внешнего контекста. Вторая гипотеза состоит в том, что итоговое качество RAG определяется не только самой языковой моделью, но и качеством этапа поиска, поэтому при подаче «идеального» контекста результат должен заметно улучшаться. Одновременно проверяются два тезиса: во-первых, RAG необходимо оценивать не только по качеству ответа, но и по качеству найденных документов; во-вторых, улучшение модуля поиска может давать существенный прирост качества даже без замены генератора [1], [2], [6].

Для корректного понимания дальнейших результатов необходимо кратко определить используемые термины. Под retrieval понимается этап поиска релевантных документов или фрагментов по пользовательскому запросу. Метод BM25 представляет собой классический лексический алгоритм ранжирования документов по совпадению слов запроса и текста документа; он особенно полезен там, где важны точные словесные совпадения [3]. Под dense retrieval понимается поиск не по словам, а по векторным представлениям текста, то есть по его смысловой близости. Для ускорения такого поиска обычно используется библиотека Facebook AI Similarity Search (далее – FAISS), предназначенная для быстрого поиска ближайших соседей в векторном пространстве [4]. Под groundedness в работе понимается степень опоры ответа на найденный контекст, то есть насколько сформулированный ответ подтверждается извлечёнными фрагментами. В современных работах по оценке RAG groundedness рассматривается как один из ключевых аспектов качества наряду с точностью ответа и качеством поиска [6].

Практическая часть исследования была выполнена в среде Kaggle Notebook на датасете HotpotQA, который предназначен для многошаговой задачи вопрос–ответ и содержит не только вопросы и эталонные ответы, но и supporting facts, то есть документы, на которые должен опираться правильный ответ. Именно поэтому HotpotQA удобен для сравнения обычной генерации и RAG-подхода: он позволяет оценивать как качество ответа, так и качество поиска релевантного контекста

[2]. В эксперименте использовалась подвыборка из 150 примеров, по которой был сформирован корпус из 1491 документа. В качестве генератора применялась instruction-tuned модель FLAN-T5-base, а в качестве плотностного энкодера – sentence-transformers/all-MiniLM-L6-v2, предназначенная для семантического поиска и сопоставления текстов [5], [7].

В эксперименте сравнивались четыре режима. Первый режим – LLM-only, при котором модель получала только вопрос без внешнего контекста. Второй режим – RAG-BM25, где в модель подавались три документа, найденные методом BM25. Третий режим – RAG-dense, где три документа извлекались с помощью dense retrieval и индекса FAISS. Четвёртый режим – Oracle-RAG, в котором в качестве контекста использовались эталонные supporting-документы из HotpotQA. Этот режим нужен не как реальный сценарий работы системы, а как верхняя граница качества: если ответ при идеальном контексте заметно лучше, значит основное ограничение находится именно на этапе поиска [2], [3], [4].

Для оценки результата использовались метрики exact match (далее – EM) и F1-мера (далее – F1), традиционно применяемые в HotpotQA. Кроме этого, для RAG-режимов оценивались метрики поиска Hit@3 и support-title recall, а также проверялось, содержится ли правильный ответ в найденном контексте. Такой набор показателей позволяет оценить систему сразу на двух уровнях: сначала выяснить, хорошо ли она нашла подтверждающие документы, а затем проверить, смогла ли она построить на их основе корректный ответ [2], [6].

```
Количество примеров: 150
Пример вопроса: Were Scott Derrickson and Ed Wood of the same nationality?
Пример ответа: yes
Поддерживающие документы: ['Scott Derrickson', 'Ed Wood']
```

Рисунок 1 – Пример записи датасета HotpotQA и supporting-документов

```
Размер корпуса: 1491
Title: Ed Wood (film)
Ed Wood is a 1994 American biographical period comedy-drama film directed and produced by Tim Burton, and star
Wood's life when he made his best-known films as well as his relationship with actor Bela Lugosi, played by Ma
rie, and Bill Murray are among the supporting cast.
```

Рисунок 2 – Размер сформированного корпуса: 1491 документа

Полученные результаты показали, что оба варианта RAG заметно превосходят режим LLM-only. У режима LLM-only значение EM составило 0,107, а F1 – 0,134. У режима RAG-BM25 значения выросли до 0,300 и 0,393 соответственно. У режима RAG-dense значения составили 0,227 и 0,343. Наилучший результат показал Oracle-RAG: EM = 0,553 и F1 = 0,680. Тем самым первая гипотеза подтверждается: использование внешнего контекста действительно улучшает качество ответа. Вторая гипотеза также подтверждается, поскольку разрыв между обычными RAG-режимами и Oracle-RAG показывает, что главный резерв улучшения лежит в повышении качества поиска.

Таблица 1 – Сравнение режимов LLM-only и RAG по основным метрикам

Система	**EM**	**F1**	**Semantic similarity**	**Hit@3**	**Support-title recall**	**Gold answer in context**	**Pred answer in context**
Oracle-RAG	0,553	0,680	0,785	1,000	1,000	0,940	0,880
RAG-BM25	0,300	0,393	0,536	0,913	0,623	0,580	0,740
RAG-dense	0,227	0,343	0,498	0,933	0,670	0,607	0,687
LLM-only	0,107	0,134	0,313	–	–	–	–

Примечание **–** Для режима LLM-only retrieval-метрики не вычисляются, поскольку внешний контекст в нём отсутствует.

Из таблицы видно, что в рамках данного эксперимента режим RAG-BM25 оказался лучше RAG-dense по метрикам итогового ответа, хотя dense retrieval немного превосходит BM25 по одному из

показателей полноты поиска. Это означает, что в рассматриваемой постановке задачи точные лексические совпадения оказались полезнее чисто семантической близости. Такой результат важен практически: он показывает, что более «сложный» поиск не всегда автоматически означает более качественный ответ. При одинаковом генераторе качество RAG определяется тем, насколько подходящий контекст получает модель на вход.

	system	em	f1	semantic_similarity	hit_at_k	support_title_recall	gold_answer_in_context	pred_answer_in_context
3	rag_oracle	0.553333	0.680170	0.784782	1.000000	1.000000	0.940000	0.880000
1	rag_bm25	0.300000	0.392752	0.536481	0.913333	0.623333	0.580000	0.740000
2	rag_dense	0.226667	0.343273	0.498359	0.933333	0.670000	0.606667	0.686667
0	llm_only	0.106667	0.133833	0.312687	NaN	NaN	NaN	NaN

Рисунок 3 – Итоговая сводка метрик по всем режимам

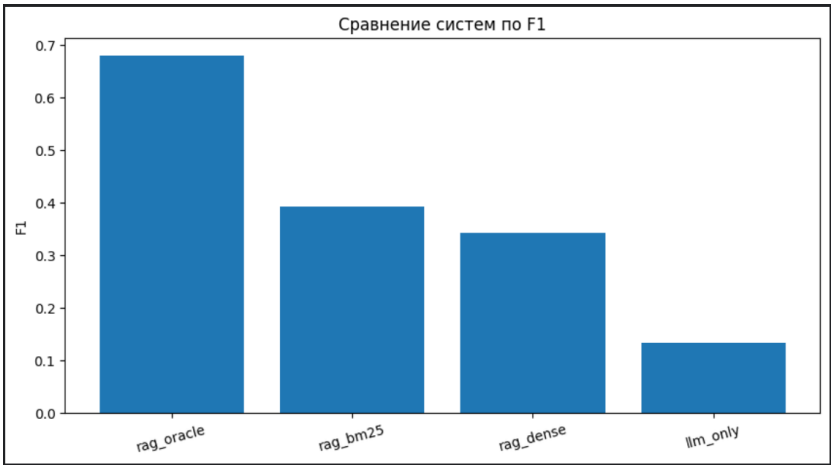


Рисунок 4 – Сравнение систем по метрике F1

Дополнительный анализ примеров ошибок также подтверждает различие между подходами. В режиме LLM-only модель часто отвечала «I don’t know» даже там, где ответ присутствовал в корпусе. В режимах RAG система чаще находила правильное направление ответа, однако при неидеальном retrieval могла извлекать нерелевантные или частично релевантные документы, из-за чего итоговая генерация всё равно оказывалась ошибочной. В режиме Oracle-RAG многие такие ошибки исчезали, поскольку модель получала корректный supporting-контекст. Следовательно, эксперимент показывает, что в прикладной системе вопрос–ответ недостаточно иметь только сильную языковую модель; необходимо отдельно проектировать и оценивать модуль поиска.

Худшие примеры для LLM-only

	question	gold_answer	prediction	retrieved_titles	em	f1	semantic_similarity
0	Were Scott Derrickson and Ed Wood of the same ...	yes	I don't know.	[]	0	0.0	0.188838
4	What government position was held by the woman...	Chief of Protocol	I don't know	[]	0	0.0	0.227374
8	What science fantasy young adult series, told ...	Animorphs	I don't know	[]	0	0.0	0.209875
20	2014 S/S is the debut album of a South Korean ...	YG Entertainment	I don't know	[]	0	0.0	0.168420
28	The arena where the Lewiston Maineiacs played ...	3,677 seated	I don't know	[]	0	0.0	0.003740

Худшие примеры для RAG-Dense

	question	gold_answer	prediction	retrieved_titles	em	f1	semantic_similarity
6	What government position was held by the woman...	Chief of Protocol	17-year-old	[Kiss and Tell (1945 film), A Kiss for Corliss...	0	0.0	0.071910
10	What science fantasy young adult series, told ...	Animorphs	Hamee.	[Animorphs, Victoria Hanley, The Hork-Bajir Ch...	0	0.0	0.090021
14	Are the Laleli Mosque and Esma Sultan Mansion ...	no	yes	[Esma Sultan Mansion, Laleli Mosque, Sultan Ah...	0	0.0	0.733495
22	2014 S/S is the debut album of a South Korean ...	YG Entertainment	WINNER.	[2014 S/S, BTS discography, Seventeen discogra...	0	0.0	0.209723
30	The arena where the Lewiston Maineiacs played ...	3,677 seated	4,000.	[Lewiston Maineiacs, Dwyer Arena, Androscoggin...	0	0.0	0.091691

Рисунок 5 – Примеры худших ответов для LLM-only и RAG-Dense

Таким образом, проведённое исследование подтверждает, что RAG-подход лучше обычной генерации без внешнего контекста в задачах, где ответ должен опираться на документы. Одновременно показано, что итоговый выигрыш RAG ограничивается качеством retrieval: при идеальном контексте модель отвечает значительно лучше, чем при обычном поиске. Практический смысл этого вывода состоит в том, что при разработке прикладных RAG-систем основной эффект часто достигается не заменой генератора, а улучшением поиска, фильтрации и компоновки контекста. Следовательно, для полноценной оценки таких систем необходимо одновременно анализировать качество ответа, качество найденных документов и степень опоры ответа на контекст [1], [2], [6].

Список использованных источников:

1. Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., Kiela, D. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive Natural Language Processing Tasks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2005.11401. – Дата доступа: 03.04.2026.

2. Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., Kiela, D. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive Natural Language Processing Tasks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2005.11401. – Дата доступа: 03.04.2026.

3. Robertson, S., Zaragoza, H. The Probabilistic Relevance Framework: Best Matching Twenty-Five and Beyond [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.staff.city.ac.uk/~sbrp622/papers/foundations_bm25_review.pdf. – Дата доступа: 03.04.2026.

4. Johnson, J., Douze, M., Jégou, H. Billion-scale Similarity Search with Graphics Processing Units [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/1702.08734. – Дата доступа: 03.04.2026.

5. Chung, H. W., Hou, L., Longpre, S., Zoph, B., Tay, Y., Fedus, W., Li, Y., Wang, X., Dehghani, M., Brahma, S., Webson, A., Gu, S., Dai, Z., Suzgun, M., Chen, X., Chowdhery, A., Narang, S., Mishra, G., Yu, A., Zhao, V., Huang, Y., Dai, A., Yu, H., Petrov, S., Chi, E., Dean, J., Devlin, J., Roberts, A., Zhou, D., Le, Q. Scaling Instruction-Finetuned Language Models [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2210.11416. – Дата доступа: 03.04.2026.

6. Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., Zhou, Y., Li, W., Liu, P. Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/1910.10683. – Дата доступа: 03.04.2026.

7. Reimers, N., Gurevych, I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/1908.10084. – Дата доступа: 03.04.2026.

8. Es, S., James, J., Espinosa Anke, L., Schockaert, S. Ragas: Automated Evaluation of Retrieval Augmented Generation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2309.15217. – Дата доступа: 03.04.2026.

9. Es, S., James, J., Espinosa Anke, L., Schockaert, S. Ragas: Automated Evaluation of Retrieval Augmented Generation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2309.15217. – Дата доступа: 03.04.2026.

10. Es, S., James, J., Espinosa Anke, L., Schockaert, S. Ragas: Automated Evaluation of Retrieval Augmented Generation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2309.15217. – Дата доступа: 03.04.2026.

UDC 004.774:339.138-048.35

EVALUATION OF RAG SYSTEMS (LLM + SEARCH) IN APPLIED TASKS

Kostyukevich A.Y, Vasilyeva V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Fedosenko V.A. – PhD in Economics

Annotation. The paper considers the problem of evaluating the quality of answer generation systems with retrieval augmentation in an applied question answering task over a text corpus. The study is aimed at comparing two approaches: answer generation without external context and answer generation with preliminary retrieval of relevant documents. The practical part uses a dataset that contains questions, answers, and supporting documents, which makes it possible to evaluate not only the final answer but also the quality of retrieval. The experiment shows that the use of external textual context improves answer accuracy and completeness in comparison with generation without retrieval. It is also established that the overall quality of the system strongly depends on the quality of document retrieval, while the use of reference context makes it possible to determine the upper quality bound of the whole architecture. The obtained results confirm the usefulness of answer generation systems with retrieval augmentation in tasks that require document grounding and factual reliability.

Keywords. retrieval augmented generation, large language model, document retrieval, semantic search, lexical search, text corpus, question answering system, supporting context, answer quality, retrieval quality, answer completeness, answer accuracy, vector representation of text, multi-hop reasoning, applied text processing task.

УДК 336.74-028.27

168. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КРИПТОВАЛЮТ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Сериков М.А., студент гр.578104, Бабков М.М – ассистент кафедры ЭИ
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – канд. экономических наук, доцент

Аннотация. Настоящая статья посвящена исследованию влияния криптовалют на экономику, финансовый сектор и повседневную жизнь населения в разных странах. В фокусе работы — практические примеры, демонстрирующие применение криптовалют для защиты сбережений от инфляции и оптимизации международных денежных переводов. Отдельный раздел работы содержит анализ статистических данных по группе развивающихся стран (Турция, Аргентина, Венесуэла, Нигерия), где криптовалюта трансформировалась из инвестиционного инструмента в жизненно необходимое платежное и сберегательное средство.

Ключевые слова. Криптовалюта, блокчейн, децентрализация, стейблкоины, финансовая инклюзия, инфляция, развивающиеся страны.

Криптовалюта функционирует без посредников и государственного контроля, что может иметь значение для формирования новой модели экономических взаимодействий в цифровую эпоху. В развитых экономиках она часто воспринимается как инвестиционный инструмент, тогда как в странах с высокой инфляцией, валютной нестабильностью или ограниченным доступом к банковским услугам становится реальным средством сохранения сбережений и осуществления платежей [1]

Традиционная финансовая система, основанная на централизованных банках, сталкивается с высокими комиссиями, медленными трансграничными переводами и барьерами доступа. Применение принципов децентрализации к финансовым операциям порождает как новые возможности, так и противоречия с существующим регулированием [1].

Криптовалюта представляет собой цифровую платежную систему на базе технологии распределенного реестра (блокчейн), которая не зависит от банков для проверки транзакций. Она обеспечивает высокий уровень безопасности и псевдоанонимности. Особое место среди криптовалют занимают стейблкоины — цифровые активы, привязанные к стоимости фиатных валют (чаще всего к доллару США). Именно стейблкоины стали основным инструментом защиты сбережений в странах с гиперинфляцией, позволяя хранить средства в стабильной валюте даже там, где доступ к доллару ограничен [2].

Криптовалютный рынок характеризуется высокой волатильностью, спекулятивной активностью и отсутствием единого эмиссионного центра. Одна из основных проблем интеграции криптовалют в традиционную экономику заключается в несовместимости их децентрализованной природы с существующими системами государственного регулирования. Традиционные финансы оперируют централизованными реестрами и институциональным доверием, тогда как криптовалюты основаны на математических алгоритмах и консенсусных механизмах. Попытки простого применения правового формализма к криптовалютам приводят к юридическим коллизиям [3].

Одним из наиболее ярких примеров массового принятия криптовалют является Турция. Пик инфляции пришелся на 2022 год, когда показатель увеличился до 85%. Доверие населения к турецкой лире было серьезно подорвано. Около 52% людей в возрасте 18–60 лет хотя бы раз инвестировали в криптовалюту, а годовой объем торговли приблизился к 200 миллиардам долларов, что ставит страну в число крупнейших крипторынков Европы и Ближнего Востока. Наиболее популярны биткоин (более 70% инвесторов), эфириум (40–45%) и стейблкоины. Однако для большинства турецких рабочих, получающих минимальную заработную плату, инвестиции в криптовалюты остаются недоступной роскошью [1, 4].

Другим показательным примером является Аргентина, переживающая хроническую инфляцию. В апреле 2024 года годовая инфляция достигла 200%. Благодаря экономической программе президента Хавьера Милея показатель удалось снизить примерно до 30% к концу 2025 года, однако последствия многолетнего обесценивания песо привели к тому, что население активно ищет альтернативные способы сохранения сбережений. По данным Chainalysis, Аргентина является второй по величине страной в Латинской Америке по объему криптоопераций — 93,9 миллиарда долларов.

Основной сценарий использования — сохранение сбережений путем конвертации песо в стейблкоины [1].

Практическую эффективность технологии в гуманитарной сфере подтверждает опыт Управления Верховного комиссара ООН по делам беженцев (УВКБ ООН). В декабре 2022 года агентство запустило в Украине пилотный проект по выплате денежной помощи в стейблкоинах USDC на базе сети Stellar с возможностью обналичивания в более чем 4500 отделениях MoneyGram по всему миру. Благодаря внедрению технологии распределенного реестра УВКБ ООН сократило комиссии за переводы, что позволило охватить помощью большее количество перемещенных лиц. По имеющимся данным, за период реализации программа позволила оказать поддержку более чем 238 000 беженцам с помощью решений на базе блокчейна, включая Украину и Аргентину. В Аргентине использование стейблкоинов позволило семьям беженцев сохранить реальную стоимость помощи, направляемой на открытие малого бизнеса [5].

Венесуэла продолжает бороться с крайне высокой инфляцией: по данным Trading Economics, в апреле 2025 года годовой рост цен превысил 170%. Страна занимает четвертое место в Латинской Америке по объему операций с криптовалютами — 44,6 миллиарда долларов. The New York Times отмечает, что экономика Венесуэлы фактически «переведена на стейблкоины», которые в повседневной речи называют «долларами Binance». Нигерия сохраняет лидерство в Африке по объему криптотранзакций — 92,1 миллиарда долларов, и население активно использует криптовалюты для переводов и сохранения стоимости [1].

Обобщая приведённые примеры, можно проследить чёткую закономерность: в странах с нестабильной национальной валютой и ограниченным доступом к традиционным долларовым сбережениям криптовалюты, и в особенности стейблкоины, фактически берут на себя функции резервного платёжного средства и инструмента хеджирования инфляционных рисков. Важно подчеркнуть, что данная тенденция носит низовой характер — инициатива исходит не от государственных институтов, а от самих граждан, ищущих способы защитить свои доходы. Как отмечается в аналитических обзорах, совокупный объём криптоопераций в упомянутых развивающихся странах уже сопоставим с масштабами их традиционных финансовых потоков, что свидетельствует о глубокой интеграции цифровых активов в повседневные экономические практики [1, 4].

Тем не менее, было бы наивно идеализировать криптовалютную революцию. Те же свойства, которые делают криптовалюты полезными в условиях инфляции (анонимность, независимость от банков и скорость), также привлекают теневые структуры. Мошеннические схемы, подобные печально известной OneCoin или местным проектам в Нигерии, ежегодно вымогают миллиарды долларов у людей с низкой финансовой грамотностью. Использование криптовалют для вымогательства и финансирования запрещенных операций остается серьезной проблемой. Возникает дилемма: строгий запрет загонит рынок в тень, а полное попустительство приведет к росту злоупотреблений. Путь Европейского союза с регулированием MiCA (требования прозрачности, идентификация, контроль за стабильными монетами) выглядит как прагматичный компромисс [6].

Помимо защиты сбережений от инфляции, криптовалюты играют важную роль в расширении доступа к финансовым услугам. По данным Всемирного банка, около 1,3 миллиарда взрослых людей во всем мире не имеют банковского счета, и большинство из них проживают в странах с низким и средним уровнем дохода [7]. Для использования криптовалют достаточно смартфона и доступа в Интернет. Пользователь самостоятельно генерирует ключи и получает полный контроль над средствами без открытия счета. Международные денежные переводы остаются критически важными для развивающихся стран, но стоимость таких переводов остаётся высокой. Всемирный банк отмечает, что в 28 странах средняя комиссия превышает целевой показатель ООН в 3%, что делает криптовалютные переводы экономически более привлекательной альтернативой [8]. Переводы с использованием криптовалют обходятся в доли цента (комиссия в сети Solana — около $0,0028 за транзакцию). Для мигрантов экономия может составлять 60% и более по сравнению с традиционными банковскими переводами [4].

Все больше работодателей предлагают выплаты заработной платы в криптовалюте. Опрос показал, что 30% сотрудников готовы получать зарплату в криптовалюте, а 20% ожидают, что это станет массовым явлением в течение пяти лет. Более 6000 предприятий уже принимают биткоины для транзакций или выплат. Для работников в развивающихся странах зарплата в стейблкоинах обеспечивает защиту от девальвации местной валюты. Прозрачные записи в блокчейне помогают сотрудникам подтверждать доходы для получения кредитов или виз [4, 5].

Согласно отчёту Chainalysis, поколение Z (до 27 лет) обеспечивает значительную долю пользователей криптопереводов P2P. Азия лидирует по использованию P2P-криптовалют, за ней следуют Латинская Америка и Африка. Европа и Северная Америка демонстрируют более низкие

показатели. Общий объем деятельности в Азиатско-Тихоокеанском регионе продолжает расти значительными темпами. Лидерами по внедрению криптовалют на 2025 год являются Индия, США, Пакистан, Вьетнам и Бразилия. Россия заняла десятое место в мировом индексе принятия, а по объему транзакций стала лидером в Европе, опередив Великобританию [9].

Криптокарты стали важным способом тратить криптовалюту на повседневные расходы. За последние три года объем платежей вырос на 106% и составил 1,6 миллиарда долларов. Платформа Tria показывает, что более 50 000 человек используют криптокарты в супермаркетах и аэропортах. Комиссии за зарубежные транзакции составляют 1% или ниже против 2–4% по обычным картам. Фрилансеры и создатели контента используют стейблкоины (USDC или USDT) для получения платежей напрямую между кошельками. Например, YouTube разрешил американским создателям контента выводить средства в стейблкоине PayPal USD [9].

В России правовой статус криптовалют определен Федеральным законом «О цифровых финансовых активах и цифровой валюте». Закон признает цифровую валюту имуществом, но прямо запрещает ее использование в качестве встречного предоставления за товары, работы и услуги. В соответствии со статьей 131 Трудового кодекса РФ, выплата заработной платы производится исключительно в рублях. Таким образом, выплата зарплаты в криптовалюте на территории РФ незаконна. Несмотря на это, интерес со стороны фрилансеров и IT-специалистов остается высоким. На практике расчеты часто происходят путем получения стейблкоинов на зарубежные кошельки с последующей конвертацией через P2P-площадки, что создает «серую зону» [10].

Несмотря на впечатляющие показатели принятия, криптовалюты сталкиваются с рядом проблем. Во-первых, высокая волатильность большинства криптовалют делает их рискованным инструментом для сбережений — поэтому стейблкоины стали основным выбором для защиты от инфляции. Во-вторых, регуляторная неопределенность остается серьезным препятствием: подходы разнятся от полной легализации (Сальвадор) до жестких запретов. Европейский Союз внедряет MiCA, которое вступит в полную силу к июлю 2026 года. В-третьих, для многих людей с низким уровнем дохода инвестиции в криптовалюты остаются недоступными. Как показывает пример Турции, для получателей минимальной зарплаты криптовалюта — это скорее предмет роскоши, чем инструмент повседневного использования [1, 4].

Особого внимания заслуживает технологический аспект масштабируемости блокчейн-сетей. Большинство популярных блокчейнов первого уровня сталкиваются с ограничениями пропускной способности, что в периоды пиковой нагрузки приводит к резкому росту комиссий. Решения второго уровня, такие как Lightning Network для биткоина и Arbitrum для Ethereum, частично снимают эту проблему, однако их массовое внедрение требует дальнейшего совершенствования пользовательских интерфейсов и повышения технической грамотности населения. Кроме того, фрагментация ликвидности между различными L2-сетями создаёт дополнительные сложности для пользователей, вынужденных управлять активами в нескольких изолированных экосистемах. Тем не менее, развитие кросс-чейн протоколов и появление решений уровня Layer Zero постепенно упрощают взаимодействие между сетями.

Криптовалюты уже интегрируются в повседневную жизнь миллионов людей. В странах с высокой инфляцией (Аргентина, Турция, Венесуэла) стейблкоины стали инструментом сохранения сбережений и заменой национальной валюты. Там, где ограничен доступ к банковским услугам, криптовалюты открывают доступ к глобальной финансовой системе. Для мигрантов они предлагают дешевые и быстрые переводы, для фрилансеров — удобный способ получения оплаты. Однако проблемы волатильности, регуляторной неопределенности и неравного доступа остаются нерешенными. По мере развития технологий, улучшения пользовательского опыта и появления более понятного регулирования можно ожидать дальнейшего роста принятия криптовалют, особенно среди молодежи. Экспериментальное подтверждение стабильности стейблкоинов и масштабируемости блокчейн-сетей будет важным шагом в определении долгосрочной роли криптовалют в мировой финансовой системе.

Список использованных источников:

1. *ForkLog. Криптовалюты стали спасением от инфляции в Аргентине, Турции и других развивающихся странах [Электронный ресурс]. – 2025. – 28 ноября. – Режим доступа: https://forklog.com/news/kriptovalyuty-stali-spaseniem-ot-inflyatsii-v-argentine-turtsii-i-drugih-razvivayushhihsya-stranah/ (дата обращения: 01.04.2026).*

2. *Narayanan, A. Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction / A. Narayanan, J. Bonneau, E. Felten, A. Miller, S. Goldfeder. – Princeton : Princeton University Press, 2016. – 336 p. [3] Narayanan, A. Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction / A. Narayanan, J. Bonneau, E. Felten, A. Miller, S. Goldfeder. – Princeton : Princeton University Press, 2016. – 336 p.*

3. *ForkLog. Юридические коллизии и неопределенности в регулировании криптовалют: глобальный обзор [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://forklog.com/ (дата обращения: 01.04.2026).*

4. *Bitwage. How Crypto Payroll Increases Financial Inclusion for Workers in Emerging Markets [Электронный ресурс] // Bitwage Blog. – 2025. – 5 August. – Режим доступа: https://bitwage.com/en-us/blog/how-crypto-payroll-increases-financial-inclusion-for-workers-in-emerging-markets (дата обращения: 01.04.2026).*

5. *UNHCR, the UN Refugee Agency. UNHCR launches pilot Cash-Based Intervention Using Blockchain Technology for Humanitarian Payments to People Displaced and Impacted by the War in Ukraine [Электронный ресурс] // United Nations in Ukraine: официальный сайт. – 2022. – 15 December. – Режим доступа: https://ukraine.un.org/en/211593-unhcr-launches-pilot-cash-based-intervention-using-blockchain-technology-humanitarian (дата обращения: 02.04.2026).*

6. *FATF (Financial Action Task Force). Targeted Report on Stablecoins and Unhosted Wallets - Peer-to-Peer Transactions [Электронный ресурс]. – Paris : FATF, 2026. – 3 March. – Режим доступа: https://www.fatf-gafi.org/en/publications/Virtualassets/targeted-report-stablecoins-unhosted-wallets.html (дата обращения: 03.04.2026).*

7. *World Bank. Financial inclusion at record high, but 1.3 billion still unbanked: World Bank Global Findex 2025 report [Электронный ресурс] // CNBC TV18. – 2025. – 16 July. – Режим доступа: https://www.cnbctv18.com/world/financial-inclusion-at-record-high-but-1-3-billion-still-unbanked-world-bank-global-findex-2025-report-19638086.htm (дата обращения: 03.04.2026).*

8. *World Bank Blogs. The cost of sending remittances is higher than 3% in 28 countries [Электронный ресурс]. – 2025. – 16 June. – Режим доступа: https://blogs.worldbank.org/en/opendata/the-cost-of-sending-remittances-is-higher-than-3--in-28-countrie (дата обращения: 05.04.2026).*

9. *Chainalysis. The 2025 Global Crypto Adoption Index [Электронный ресурс] // Chainalysis Blog. – 2025. – September. – Режим доступа: https://www.chainalysis.com/blog/2025-global-crypto-adoption-index/ (дата обращения: 05.04.2026).*

10. *Минтруд РФ заявил о недопустимости выплаты зарплат в криптовалюте [Электронный ресурс] // Смотрим.ру / Россия 24. – 2025. – 7 июля. – Режим доступа: https://smotrim.ru/article/4584095 (дата обращения: 06.04.2026).*

UDC 336.74-028.27

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF CRYPTOCURRENCIES: FOREIGN EXPERIENCE

Serikov M.A.,student group 578104, Babkov M.M. – assistant of the department of EI

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Efremov A.A. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. This article is devoted to the study of the impact of cryptocurrencies on the economy, the financial sector and the daily life of the population in different countries. The work focuses on practical examples demonstrating the use of cryptocurrencies to protect savings from inflation and optimize international money transfers. A separate section of the paper contains an analysis of statistical data on a group of developing countries (Turkey, Argentina, Venezuela, Nigeria), where cryptocurrency has transformed from an investment instrument into a vital means of payment and savings.

Keywords. Cryptocurrency, blockchain, decentralization, stablecoins, financial inclusion, inflation, developing countries..

УДК 330.322

169. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

Мишкова Ю.А. студент гр.374003
Телятицкая А.А. студент гр.374003
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[1]
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А.А. – зав. каф. ЭИ, канд. эконом. наук

Аннотация. В работе рассматриваются теоретические основы принятия инвестиционных решений на предприятии с использованием экономико-математического моделирования. Обоснована необходимость применения формализованных методов анализа в условиях неопределённости и высокой конкуренции. Особое внимание уделено моделям оптимизации прибыли в сервисной экономике, учитывающим вероятностный характер поведения потребителей и влияние инвестиций на ключевые параметры деятельности. Показано, что инвестиции воздействуют как на доходы, так и на издержки предприятия, формируя нелинейную зависимость прибыли от объема вложений.

Ключевые слова. Инвестиционные решения, экономико-математическое моделирование, прибыль, оптимизация, сервисная экономика, инвестиции, предприятие, эффективность, потребительское поведение, управление

В современных условиях хозяйствования принятие инвестиционных решений является одним из ключевых факторов обеспечения устойчивого развития предприятия. Любая организация, функционирующая в конкурентной среде, вынуждена постоянно адаптироваться к изменениям внешней среды, совершенствовать свою деятельность и искать новые направления роста. Реализация данных задач невозможна без привлечения и эффективного использования инвестиционных ресурсов.

Инвестиции обеспечивают обновление основных фондов, внедрение инновационных технологий, развитие новых продуктов и услуг, а также повышение качества обслуживания клиентов. При этом эффективность инвестиционной деятельности напрямую влияет на финансовые результаты предприятия, его конкурентоспособность и устойчивость на рынке.

Современная экономика характеризуется высокой степенью неопределённости, динамичностью и усилением конкурентной борьбы. Быстрое развитие цифровых технологий, глобализация рынков и изменение поведения потребителей требуют от предприятий более гибкого и научно обоснованного подхода к принятию решений. В этих условиях использование интуитивных методов управления становится недостаточным.

В связи с этим особую значимость приобретает применение экономико-математических методов, позволяющих формализовать процессы принятия решений и учитывать влияние множества факторов. Экономико-математическое моделирование обеспечивает возможность анализа альтернативных вариантов развития и выбора наиболее эффективной стратегии инвестирования.

Особую актуальность инвестиционные решения приобретают в условиях сервисной экономики. В отличие от производственного сектора, где ключевую роль играют материальные ресурсы, в сервисной экономике значительное значение имеют нематериальные факторы, такие как качество обслуживания, уровень коммуникации с клиентами и репутация предприятия.

Инвестиции в маркетинг, клиентский сервис и цифровые каналы взаимодействия оказывают непосредственное влияние на поведение потребителей. Они способствуют увеличению вероятности заключения сделки, повышению уровня лояльности клиентов и росту повторных продаж. Однако одновременно с ростом инвестиций увеличиваются затраты предприятия, что требует поиска оптимального баланса между доходами и издержками.

Таким образом, актуальной задачей является разработка и применение экономико-математических моделей, позволяющих обосновывать инвестиционные решения и определять оптимальные направления вложения ресурсов.

Инвестиционные решения представляют собой процесс выбора направлений вложения капитала с целью получения будущих экономических выгод. Они являются важнейшей составляющей стратегического управления и определяют долгосрочную траекторию развития предприятия.

С точки зрения экономической теории инвестиции можно классифицировать по различным признакам. По объекту вложения выделяют реальные инвестиции, направленные на создание и обновление материальных активов, финансовые инвестиции, связанные с приобретением ценных

бумаг, а также инвестиции в нематериальные активы, включающие технологии, программное обеспечение и бренд.

По уровню риска инвестиции подразделяются на низкорисковые, умеренные и высокорисковые. Риск связан с неопределённостью результатов инвестиционной деятельности и возможностью отклонения фактических показателей от ожидаемых. В современных условиях управление инвестиционными рисками становится одним из ключевых элементов процесса принятия решений.

Важным аспектом инвестиционной деятельности является оценка эффективности вложений. Традиционно используются такие показатели, как прибыль, рентабельность, срок окупаемости и чистый дисконтированный доход. Однако данные методы не всегда позволяют учитывать сложные взаимосвязи между факторами и влияние неопределённости.

Экономико-математическое моделирование позволяет преодолеть указанные ограничения за счёт формализации процессов и использования математических методов анализа. Модели позволяют учитывать большое количество факторов, описывать их взаимосвязи и оценивать влияние изменений параметров на конечный результат [1].

Особую роль играют динамические модели, учитывающие развитие предприятия во времени. Они позволяют анализировать влияние инвестиций на ключевые показатели деятельности, такие как объем производства, выручка и прибыль. Применение таких моделей способствует более точной оценке эффективности инвестиционных решений [2].

Современные исследования также акцентируют внимание на цифровой трансформации предприятий. Внедрение цифровых технологий способствует повышению эффективности бизнес-процессов, снижению издержек и улучшению качества обслуживания клиентов. Однако такие преобразования требуют значительных инвестиций, которые должны быть экономически обоснованы [3].

Внешняя среда оказывает значительное влияние на инвестиционные решения. Предприятие функционирует в условиях рынка, где на его деятельность воздействуют такие факторы, как уровень конкуренции, структура каналов сбыта, развитие технологий и поведение потребителей.

Рынок представляет собой сложную систему взаимодействия различных участников, включая производителей, посредников и конечных потребителей. Изменения в одной части системы могут оказывать влияние на другие её элементы, формируя общую экономическую ситуацию [4].

Особое значение в современных условиях приобретают цифровые платформы и онлайн-каналы сбыта. Они позволяют предприятиям расширять рынки, увеличивать объем продаж и повышать эффективность маркетинговой деятельности. Однако их использование связано с дополнительными затратами, что требует оценки их экономической эффективности [5].

Процесс принятия инвестиционных решений основывается на ряде принципов, обеспечивающих его эффективность. К числу основных принципов относятся:

- принцип экономической обоснованности, предполагающий необходимость анализа затрат и результатов;
- принцип комплексности, предусматривающий учет всех факторов, влияющих на результат;
- принцип альтернативности, заключающийся в сравнении различных вариантов инвестирования;
- принцип учета риска и неопределенности;
- принцип оптимальности, направленный на выбор наилучшего варианта.

Процесс принятия инвестиционных решений включает несколько этапов. На первом этапе осуществляется постановка цели и определение направлений инвестирования. Далее проводится сбор и анализ информации, необходимой для оценки возможных вариантов.

Следующим этапом является разработка альтернативных инвестиционных проектов и их оценка. На данном этапе используются различные методы анализа, включая экономико-математические модели.

После выбора оптимального варианта осуществляется реализация инвестиционного проекта и контроль за его выполнением. Важным элементом является также последующая оценка результатов, позволяющая выявить отклонения и скорректировать стратегию.

В современных условиях существенное влияние на эффективность инвестиционных решений оказывает поведение потребителей. В отличие от традиционных моделей, где спрос рассматривался как детерминированная величина, в современных исследованиях он носит вероятностный характер.

Решение потребителя о покупке зависит от множества факторов, включая цену, качество продукции, уровень сервиса, репутацию компании и эффективность маркетинговых коммуникаций. Это требует применения моделей, учитывающих вероятностный характер спроса.

Инвестиции в маркетинг и коммуникации направлены на изменение поведения потребителей. Они позволяют повысить узнаваемость бренда, улучшить восприятие продукта и увеличить вероятность заключения сделки.

Особое значение приобретают цифровые каналы взаимодействия с клиентами, включая социальные сети, онлайн-платформы и системы автоматизации маркетинга. Их использование позволяет более точно воздействовать на целевую аудиторию и повышать эффективность рекламных кампаний.

Неопределённость является неотъемлемой характеристикой инвестиционной деятельности. Она связана с невозможностью точного прогнозирования будущих условий функционирования предприятия.

Риск представляет собой вероятность получения результатов, отличающихся от ожидаемых. Он может быть связан с изменением рыночной конъюнктуры, поведением конкурентов, технологическими изменениями и другими факторами.

Управление рисками включает их идентификацию, оценку и разработку мер по их снижению. Экономико-математические модели позволяют учитывать риск за счёт использования вероятностных параметров.

Для анализа инвестиционных решений применяется модель оптимизации прибыли. В рамках данной модели деятельность предприятия рассматривается как система взаимодействия с клиентами, включающая маркетинг, коммуникации, продажи и оказание услуги.

Основными параметрами модели являются вероятность заключения сделки, вероятность повторной покупки, вероятность отказа, затраты на взаимодействие с клиентом и себестоимость услуги.

Инвестиции рассматриваются как управляемый фактор, влияющий на вероятности и затраты. Увеличение инвестиций может повышать эффективность взаимодействия с клиентами, однако сопровождается ростом издержек.

Зависимость прибыли от инвестиций носит нелинейный характер. На начальных этапах увеличение вложений приводит к росту прибыли, однако затем эффект снижается, что объясняется действием закона убывающей предельной эффективности.

Несмотря на высокую эффективность экономико-математических моделей, их применение имеет определённые ограничения. В частности, модели могут не учитывать все факторы внешней среды или опираться на упрощённые предположения.

Кроме того, точность моделей зависит от качества исходных данных. В условиях неопределённости получение достоверной информации может быть затруднено.

Перспективным направлением является развитие моделей, учитывающих динамику спроса, конкурентную среду и поведенческие особенности потребителей.

Важным этапом процесса принятия инвестиционных решений является оценка их эффективности. От правильности выбора методов оценки зависит обоснованность управленческих решений и конечный финансовый результат деятельности предприятия.

Существует несколько основных подходов к оценке эффективности инвестиций. К традиционным методам относятся статические и динамические показатели. Статические методы основаны на сравнении абсолютных величин доходов и затрат и не учитывают фактор времени. К ним относятся показатели прибыли, рентабельности и срока окупаемости.

Однако в условиях современной экономики, характеризующейся изменчивостью внешней среды и длительными инвестиционными циклами, более значимыми являются динамические методы оценки. Они учитывают временную стоимость денег и позволяют более точно оценить эффективность инвестиционных проектов.

К числу динамических методов относятся:

- чистый дисконтированный доход;
- внутренняя норма доходности;
- индекс прибыльности;
- дисконтированный срок окупаемости.

Использование данных методов позволяет учитывать изменение стоимости денежных потоков во времени и принимать более обоснованные решения.

Вместе с тем применение только финансовых показателей не всегда позволяет получить полную картину эффективности инвестиций. В современных условиях необходимо учитывать также нефинансовые факторы, такие как влияние на конкурентоспособность, развитие клиентской базы и укрепление рыночных позиций предприятия.

Особенно это актуально для предприятий сервисной экономики, где значительная часть результатов деятельности связана с нематериальными активами. Вложения в маркетинг, бренд и клиентский сервис могут не давать мгновенного финансового эффекта, но обеспечивают долгосрочный рост.

Таким образом, оценка эффективности инвестиций должна носить комплексный характер и учитывать как количественные, так и качественные показатели.

Одной из ключевых задач управления инвестиционной деятельностью является оптимизация распределения ресурсов. В условиях ограниченности финансовых средств предприятие должно выбирать такие направления инвестирования, которые обеспечивают максимальный эффект.

Оптимизация инвестиционных решений предполагает выбор наилучшего варианта из множества альтернатив с учетом заданных критериев. В качестве основного критерия, как правило, используется максимизация прибыли или стоимости предприятия.

Экономико-математические модели позволяют формализовать задачу оптимизации и представить её в виде математической зависимости. Это дает возможность применять методы оптимизации, такие как линейное и нелинейное программирование.

Особенностью инвестиционных задач является наличие ограничений, которые могут быть связаны с объемом ресурсов, уровнем риска или требованиями к ликвидности. Учет таких ограничений позволяет получить более реалистичные и практически применимые решения.

В рамках оптимизационного подхода важную роль играет анализ чувствительности, позволяющий оценить, как изменение параметров модели влияет на результат. Это особенно важно в условиях неопределенности, когда исходные данные могут изменяться.

Таким образом, оптимизация инвестиционных решений является важным инструментом повышения эффективности деятельности предприятия и позволяет более рационально использовать имеющиеся ресурсы.

Инвестиционные решения должны рассматриваться не только с точки зрения текущей эффективности, но и в контексте долгосрочной стратегии предприятия. Стратегический подход предполагает согласование инвестиционной деятельности с целями и задачами развития организации.

Одним из ключевых аспектов стратегического подхода является формирование инвестиционного портфеля, включающего различные проекты с разным уровнем риска и доходности. Такой подход позволяет диверсифицировать риски и обеспечить устойчивость предприятия.

Кроме того, стратегический подход предполагает учет жизненного цикла предприятия. На разных этапах развития организации приоритеты инвестирования могут существенно различаться. Например, на стадии роста основной акцент делается на расширении деятельности, тогда как на стадии зрелости — на повышении эффективности и оптимизации затрат.

Важным элементом является также согласование инвестиционной политики с маркетинговой и производственной стратегией предприятия. Это позволяет обеспечить комплексное развитие организации и повысить эффективность использования ресурсов.

Экономико-математическое моделирование является эффективным инструментом обоснования инвестиционных решений. Оно позволяет учитывать влияние множества факторов, анализировать альтернативные варианты и выбирать оптимальные решения.

Инвестиции оказывают комплексное воздействие на деятельность предприятия, влияя на доходы и затраты. При этом зависимость прибыли от объема вложений носит нелинейный характер, что свидетельствует о наличии оптимального уровня инвестиций.

Использование моделей оптимизации позволяет повысить эффективность управления, снизить риски и обеспечить устойчивое развитие предприятия.

Список использованных источников:

1. Сараев Л.А., Таликина М.Е. Математическая модель перехода производственного предприятия к циркулярной экономике // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2021. – Т. 12, № 1. – С. 144–156.

2. Уварова Л.А. Экономико-математическая модель оптимизации взаимодействия производителей и маркетплейсов // Социальные и экономические системы. Экономика. – 2024. – № 10. – С. 136–156.

3. Скляр А.Я. Математическая модель системы спроса – предложения на сырье // Теоретическая и прикладная экономика. – 2021. – № 1. – С. 76–85.

4. Огурцова Т.А., Перова С.А. Модель Лотки–Вольтерра в задаче оптимизации прибыли двух конкурирующих фирм // Инновационная наука. – 2015. – № 12. – С. 113–117.

5. Карпасюк И.В., Карпасюк А.И. Математическая модель определения степени склонности к подверженности киберпреступлению // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2025. – Т. 52, № 1. – С. 87–96.

.

UDC 330.322

INVESTMENT DECISION SUPPORT

Mishkova Yu.A. student gr.374003
Telyatitskaya A.A. student gr.374003

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Efremov A.A. – Head of the Department of Economics, Candidate of Economic Sciences

Abstract. This paper examines the theoretical foundations of investment decision-making at an enterprise using economic and mathematical modeling. The need for formalized analysis methods in conditions of uncertainty and high competition is substantiated. Particular attention is paid to profit optimization models in a service economy that take into account the probabilistic nature of consumer behavior and the impact of investments on key performance parameters. It is shown that investments affect both revenues and costs of an enterprise, creating a nonlinear relationship between profit and investment volume.

Keywords: Investment decisions, economic and mathematical modeling, profit, optimization, service economy, investments, enterprise, efficiency, consumer behavior, management

170. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БИТОВЫХ ОШИБОК В ЦИФРОВЫХ КАНАЛАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Белко-Епифанов Б.И., студент группы 578102

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Савилова Ю.И. – доц. каф. физики, канд. техн. наук

Аннотация. В работе рассматривается упрощённый подход к прогнозированию вероятности битовой ошибки (BER) в цифровых каналах связи. Используется модель канала с аддитивным белым гауссовым шумом и метод экспоненциально взвешенного скользящего среднего для оценки тенденции изменения BER на основе текущего уровня отношения сигнал/шум. Показано, что предложенный метод позволяет заранее выявлять ухудшение качества канала и может применяться в системах реального времени благодаря низкой вычислительной сложности.

Качество цифровой передачи данных сильно зависит от того, насколько хорошо канал связи справляется с шумами и помехами. В реальных условиях на сигнал влияет очень много факторов: и особенности аппаратуры, и внешние электромагнитные воздействия, и даже просто расстояние между передатчиком и приёмником. Поэтому вероятность битовой ошибки (BER) считается одним из основных показателей, по которому можно судить о том, насколько надёжно работает канал [1; 2]. Обычно BER измеряют уже после приёма данных [1], и это позволяет только понять, что качество связи ухудшилось, но не даёт возможности заранее предсказать, что проблемы вот-вот начнутся. Из-за этого адаптивные системы, которые могли бы заранее изменить параметры передачи, реагируют с задержкой. Именно поэтому задача прогнозирования BER сейчас считается довольно актуальной.

В данной работе используется классическая модель канала с аддитивным белым гауссовым шумом (AWGN) [1; 2]. Эта модель считается базовой, но при этом она хорошо описывает ситуацию, когда основным источником искажений является именно шум. В рамках модели принимаемый сигнал можно записать в виде (1):

$$\mathrm{y(t)} = \mathrm{s(t)} + \mathrm{n(t)} \quad (1),$$

где $s(t)$ — полезный сигнал, $n(t)$ — гауссов шум с нулевым средним значением и известной дисперсией. Такая модель часто используется в теории связи [1; 2], потому что она достаточно простая и при этом позволяет получить понятные аналитические зависимости. Например, для двоичной фазовой манипуляции (BPSK) вероятность ошибки выражается через интеграл вероятности [1; 2], и благодаря этому можно установить связь между BER и отношением сигнал/шум (SNR). То есть, если SNR падает, BER растёт — и наоборот. Это логично и удобно для анализа.

Однако прямые измерения BER могут быть нестабильными. Иногда даже кратковременная помеха может резко увеличить BER, хотя в целом канал остаётся нормальным. Если использовать такие «сырые» значения для прогноза, то результат будет слишком шумным и непредсказуемым. Чтобы сгладить такие скачки, применяется метод экспоненциально взвешенного скользящего среднего (EWMA) [3]. Он учитывает как текущее значение, так и предыдущие оценки. Формула имеет вид (2):

$$\mathrm{S_t} = \alpha \mathrm{X_t} + (1 - \alpha)\mathrm{S_t} - 1 \quad (2),$$

где Xt — текущее измерение BER, St − 1 — предыдущий прогноз, а α — коэффициент сглаживания. Если выбрать α слишком большим, прогноз станет слишком чувствительным к случайным выбросам. Если слишком маленьким — он будет слишком «тяжёлым» и медленно реагировать на изменения. В ходе работы было установлено, что значение α = 0.3 даёт наиболее сбалансированный результат: прогноз получается достаточно плавным, но при этом своевременно реагирует на ухудшение канала.

В процессе моделирования рассматривалась ситуация, когда уровень SNR постепенно снижается [4]. Это может происходить по разным причинам: увеличивается расстояние между устройствами, появляются новые источники помех, меняются условия распространения сигнала. Результаты показали, что прогнозируемое значение BER увеличивается [4] практически одновременно с ухудшением канала, но при этом метод EWMA позволяет заранее заметить тенденцию роста ошибок.

Это особенно важно для систем реального времени, где нужно быстро принимать решения о смене режима работы или параметров модуляции.

Отдельно стоит отметить, что предложенный подход обладает низкой вычислительной сложностью [1]. Это делает его удобным для реализации на встраиваемых устройствах, где ресурсы ограничены. В отличие от методов машинного обучения, EWMA не требует больших объёмов данных и предварительного обучения. Тем не менее, в будущем можно рассмотреть использование более сложных моделей, например нейросетевых, которые способны учитывать нелинейные зависимости и особенности конкретного канала. Это может повысить точность прогнозирования и расширить область применения метода.

В целом проведённое исследование показывает, что метод EWMA является простым, понятным и достаточно эффективным инструментом для прогнозирования BER. Он позволяет заранее выявлять ухудшение качества канала и может использоваться в различных системах цифровой связи, включая те, где важна скорость реакции и ограничены вычислительные ресурсы.

Список использованных источников:

1. Прокис, Дж. Цифровая связь: учебник / Дж. Прокис. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.

2. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: учебник / Б. Скляр. – М.: Вильямс, 2003. – 1104 с.

3. Феер, К. Беспроводная цифровая связь: учеб. пособие / К. Феер. – М.: Радио и связь, 2000. – 520 с.

4. Васильев, В.К. Математическое моделирование систем связи: учеб. пособие / В.К. Васильев. – Минск: БГУИР, 2015. – 120 с.

171. АВТОМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕБ-РЕСУРСОВ БЕЛОРУССКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ ЭМБЕДДИНГОВ

Усова В.А, студент гр. 372302

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Федосенко В.А. – к.т.н., доцент кафедры ЭИ

В работе выполнен автоматический анализ и ранжирование сайтов белорусских университетов методами машинного обучения. На основе данных, собранных парсингом HTML главных страниц, вычислены матрицы сходства по коэффициентам Сёренсена-Дайса и косинусному расстоянию TF-IDF. Для группировки проведена кластеризация методами K-Means и иерархическая кластеризация, для визуализации использовался метод главных компонент, для семантического анализа – нейросетевые эмбеддинги. По результатам взвешенной оценки структурных признаков построен финальный рейтинг исследуемых веб-ресурсов.

Ключевые слова: кластеризация, коэффициент Сёренсена-Дайса, TF-IDF, K-Means, иерархическая кластеризация, метод главных компонент, нейросетевые эмбеддиинги.

Цифровое присутствие учреждения высшего образования во многом определяется качеством его официального интернет-ресурса. Будущие студенты изучают условия приёма, нынешние – получают доступ к расписанию и материалам, а потенциальные партнёры формируют первоначальное суждение о вузе именно по сайту. Это превращает характеристики веб-платформы из сугубо технической задачи в элемент конкурентного позиционирования учреждения.

Привычная практика оценки сайтов силами экспертов имеет два принципиальных недостатка: зависимость от индивидуального суждения проверяющего и трудозатратность, ограничивающая охват. Переход к вычислительным методам снимает оба ограничения: формализованные алгоритмы извлекают числовые характеристики страниц, устанавливают количественную меру схожести между ресурсами и выстраивают упорядоченный рейтинг без участия субъективного фактора.

Для анализа отобраны десять белорусских учреждений высшего образования – БГУИР, БГУ, БНТУ, БГМУ, БГТУ, ВГМУ, БРУ, ГрГУ, ПГУ, ГГУ – охватывающих инженерный, медицинский и гуманитарный профили. Разнородность специализаций придаёт сравнению содержательность. Задача исследования – создать и проверить на реальных данных инструментарий объективной оценки университетских веб-платформ.

Текстовое наполнение главных страниц получено путём автоматического разбора HTML-разметки. Исключение составил сайт БГУ, поскольку его содержимое формируется динамически средствами JavaScript и недоступно при статическом запросе, соответствующие данные зафиксированы вручную по отображению в браузере. Область анализа намеренно ограничена статически доступными элементами стартовой страницы – внутренние разделы, параметры производительности и мобильная адаптивность остаются за рамками настоящей работы.

Из доступного множества атрибутов к дальнейшей обработке допущены шесть, обладающих различающей способностью: число гиперссылок на странице, глубина основного меню, мощность уникального словаря, отношение словарного объёма к количеству изображений, сводный индикатор навигационного охвата, а также бинарный признак наличия поискового модуля. Атрибуты с нулевой дисперсией по выборке были исключены. Приведение признаков к единому диапазону [0,1] осуществлено нормировкой Min-Max; БГУИР по итогам нормировки занял лидирующую позицию по показателям навигационной структуры и охвата.

Степень лексического перекрытия между парами сайтов измерялась посредством коэффициента Дайса. Значения метрики лежат в единичном отрезке. Нулевое значение соответствует полному отсутствию общей лексики. Построенная матрица близости указала на слабое межсайтовое пересечение словарного состава: все ненулевые внедиагональные элементы уложились в диапазон 0,04–0,34, что свидетельствует о преимущественно уникальной лексике каждого ресурса. Наибольшее перекрытие зафиксировано для пары БГУИР–БГТУ (0,34) в силу сходства технических предметных областей.

Частотно-взвешенный подход TF-IDF кодирует каждый текст числовым вектором, где значимость термина пропорциональна его встречаемости в документе и обратно пропорциональна распространённости в коллекции. Близость пары документов выражается через косинус угла между векторами, что делает меру нечувствительной к длине текста. Подавление роли частотных общеупотребительных слов и акцент на специфической терминологии обусловливают заметно более низкие значения по сравнению с коэффициентом Дайса: большинство пар укладывается в интервал 0,05–0,19. Лидерство пары БГУИР–БГТУ сохраняется и здесь (0,19).

Агломеративный алгоритм Варда последовательно объединял ближайшие пары объектов, минимизируя суммарный прирост внутригрупповой дисперсии, и сформировал иерархию кластеров в виде дендрограммы без фиксации их числа заранее. При пороге 0,65–0,8 выделяются три кластера: первый объединяет ГрГУ, БРУ, БГУИР и БГТУ; второй – БНТУ, БГМУ, ВГМУ и ГГУ; третий образуют БГУ и ПГУ, которые сливаются лишь при расстоянии около 0,92, что указывает на наибольшее словарное разнообразие этих двух ресурсов.

Выбор числа кластеров для алгоритма K-Means основывался на графике зависимости инерции от k. Переход от двух групп (инерция 3,98) к трём (2,29) дал наибольший абсолютный выигрыш – 1,69; все последующие шаги приносили существенно меньший эффект, что однозначно указало на k=3 как оптимальное решение. Алгоритм выделил группу лидеров – БГУИР, БГМУ, ВГМУ с развитой навигацией и поиском, – промежуточную группу из БГУ, БГТУ, БРУ, ГрГУ и ГГУ, а также слабую группу – БНТУ и ПГУ.

Понижение размерности методом главных компонент проецировало шестимерное пространство признаков в плоскость для визуализации взаимного расположения ресурсов. Первая главная ось аккумулирует 53,6% суммарной дисперсии и трактуется как интегральная насыщенность страницы; вторая (19,5%) характеризует соотношение текстовой и структурной составляющих. Совместно они сохраняют 73,2% информации, достаточно для содержательных выводов. Тройка лидеров – БГУИР, БГМУ, ВГМУ – устойчиво концентрируется в зоне высоких координат по первой оси. Профильная диаграмма по шести измерениям дополнительно подтверждает, что БГУИР формирует наиболее равномерно развитый профиль среди пяти ведущих ресурсов.

Семантический анализ реализован посредством многоязычной нейронной модели paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2, основанной на архитектуре Transformer и обученной на корпусе текстов 50 языков. Каждая страница отображалась в вещественный вектор размерности 384, а близость пар ресурсов оценивалась тем же косинусным критерием. В отличие от частотных методов, нейронная модель улавливает предметно-тематическое единство всей коллекции, что проявляется в существенно более высоких значениях близости: 0,6–0,88. Среднее семантическое сходство БГУИР со всеми прочими ресурсами оказалось максимальным (0,82), а наибольшие попарные значения зафиксированы с БГТУ и ГрГУ (по 0,88). Иерархическая кластеризация по семантическим векторам выделяет компактную группу технических вузов БНТУ, БГУИР, БГТУ (расстояние 0,12–0,15) и пару медицинских БГМУ, ВГМУ.

Итоговый балл каждого ресурса вычислялся как взвешенная сумма нормированных структурных показателей. Удельный вес навигационного меню принят равным 0,4 как наиболее показательного индикатора организованности ресурса, поисковый модуль и информативность текста учтены с весами по 0,2, плотность ссылок и сводный навигационный индекс – по 0,1. В итоговой таблице БГУИР занял первое место (0,889), следом – БГМУ (0,834) и ВГМУ (0,781).

Первенство БГУИР воспроизводится при четырёх различных аналитических подходах: структурном профилировании, обоих алгоритмах кластеризации, проекции на главные компоненты и семантическом нейросетевом сравнении. Согласованность разнородных методов свидетельствует о достоверности и устойчивости полученного рейтинга.

Исследование подтверждает, что вычислительные методы способны обеспечить объективную, воспроизводимую и масштабируемую оценку университетских веб-платформ. Нейронные языковые модели образуют хорошее дополнение к классическим частотным метрикам: они показывают тематические закономерности группировки, которые остаются скрытыми при анализе поверхностного лексического состава.

Список использованных источников:

Жилов Р. А. Интеллектуальные методы кластеризации данных // Молодой учёный. 2023. № 45. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-metody-klasterizatsii-dannyh (дата обращения: 14.05.2026).

Иванов И. П., Вишняков И. Э., Каркин И. А. Выявление и кластеризация шаблонных текстов в больших массивах сообщений // Труды СПИИРАН. 2022. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vyyavlenie-i-klasterizatsiya-shablonnyh-tekstov-v-bolshih-massivah-soobscheniy (дата обращения: 14.05.2026).

Reimers N., Gurevych I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks // Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. 2019. URL: https://arxiv.org/abs/1908.10084 (дата обращения: 14.05.2026).

Scikit-learn: Machine Learning in Python. Текст : электронный // Scikit-learn : офиц. сайт. 2024. URL: https://scikit-learn.org/stable/ (дата обращения: 14.05.2026).

Sentence Transformers Documentation. Текст : электронный // SBERT : офиц. сайт. 2024. URL: https://www.sbert.net (дата обращения: 14.05.2026).

СЕКЦИЯ - «ЭЛЕКТРОННЫЙ МАРКЕТИНГ И ЭКОНОМИКА»

УДК 339.9

172. ГАРМОНИЗАЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ ИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С ГОСУДАРСТВАМИ-ЧЛЕНАМИ ЕАЭС

Акулич К.С., Василенко В.И., студенты гр.477603

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И.М. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. Статья посвящена анализу цифровой трансформации Республики Беларусь в контексте внедрения искусственного интеллекта (ИИ) и интеграции в ЕАЭС. Проведен сравнительный анализ развития ИИ в экономиках стран ЕАЭС, выявлены ключевые барьеры для вхождения республики в единое цифровое пространство. Рассмотрены правовые, технические и институциональные аспекты регулирования. На основе опыта стран ЕАЭС предложены рекомендации по совершенствованию национальной политики: унификация стандартов, создание центров компетенций, подготовка кадров.

Ключевые слова. искусственный интеллект, цифровая трансформация, гармонизация, ЕАЭС, стандартизация.

ИИ, включает методы обработки данных, построение алгоритмов и моделей, имитирующих элементы человеческого мышления. ИИ можно рассматривать как совокупность технологий, обеспечивающих выполнение когнитивных функций (анализ, прогнозирование, распознавание, адаптация) без непосредственного участия человека. В то же время внедрение и использование ИИ требует формирования новых подходов к регулированию, унификации терминологии, созданию системы сертификации и оценки рисков. Гармонизация процесса внедрения и использования ИИ предполагает согласование подходов, норм и правил, при которых государства-члены ЕАЭС приводят свое регулирование к общему уровню. Основная цель гармонизации – устранение противоречий и создание единообразия в правовом, техническом и организационном регулировании. Такой подход обеспечивает не только совместимость нормативных актов, но и создает условия для эффективного трансграничного обмена данными, совместных научных исследований и внедрения инноваций. Система технического регулирования включает механизмы сертификации продукции и услуг, что обеспечивает соблюдение единых требований безопасности и качества в пяти государствах-участниках. В Республике Беларусь осуществляется стандартизация технологий ИИ, разрабатываются профильные законопроекты, а также создаются исследовательские центры при университетах. Тем не менее масштаб коммерческого применения ИИ остается ограниченным из-за нехватки центров обработки данных, недостатка инвестиций и низкой степени интеграции научных разработок в экономику. Различия в подходах и результатах внедрения ИИ в странах ЕАЭС представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты внедрения и использования ИИ в странах ЕАЭС

Государство-член ЕАЭС	Результаты внедрения и использования ИИ	
	Достижения	Недостатки
Республика Армения	Большой объем инвестиций в цифровое образование и стартап-экосистему; развитие ИИ в рамках государственных программ; привлечение финансирования и менторской поддержки от зарубежных армянских IT-специалистов, а также от международных институтов развития.	Реализация в значительной степени зависит от частного сектора; ограниченные ресурсы для масштабных государственных программ.
Республика Беларусь	ИИ интегрируется в Национальную стратегию устойчивого развития до 2040 г.; активная работа по стандартизации ИИ (транспорт, госуправление, образование, здравоохранение); подготовка профильных законопроектов и нормативных стандартов.	Нехватка крупных центров обработки данных; недостаток кадров и правовой определенности; масштабы коммерческого применения ограничены.
Республика Казахстан	Реализация программ «Digital Kazakhstan»; создано Министерство ИИ и цифрового развития (2025); активное внедрение ИИ в госсекторе, агросфере, энергетике и «умных городах».	Переходный этап от концепции к стратегии; недостаточная зрелость нормативно-правовой базы.
Кыргызская Республика	Начато формирование национальных подходов к ИИ; планируется создание Национального совета по ИИ; получает поддержку международных доноров.	Ограниченные инфраструктура и финансирование; нехватка кадров, отсутствует комплексная стратегия.
Российская Федерация	Действует Национальная стратегия по ИИ до 2030 г.; сильная научно-техническая база, развитая инфраструктура; созданы центры компетенций, разрабатываются стандарты (ГОСТ Р, ISO/IEC) и механизмы сертификации ИИ-решений; реализуются масштабные государственные программы.	Высокая концентрация инициатив в госструктурах; ограниченный доступ малого бизнеса к крупным проектам.

В Беларуси процесс формированием правовой и институциональной базы находится на начальной стадии. Внедрение и использование ИИ в Республике Беларусь сопряжено с рядом проблем, ограничивающих его интеграцию в экономику и единое цифровое пространство ЕАЭС:

1. Правовые: ИИ и ИИ-системы не имеют четкого гражданско-правового статуса, а различия в правовых режимах стран ЕАЭС по ответственности, приватности и защите данных затрудняют трансграничное использование сервисов; не существует единых подходов к регулированию оборота данных и согласованной терминологии. 2. Технические: Недостаточно развита инфраструктура обработки данных и облачные сервисы, ограничено участие в международной стандартизации и сертификации ИИ; отсутствуют единые стандарты, интерфейсы, форматы данных и требований к сертификации; совместные облачные платформы для тестирования и внедрения ИИ, а также каталоги сертифицированных решений. 3. Организационные и институциональные: Существует дефицит квалифицированных специалистов по анализу данных, машинному обучению и цифровой трансформации; отсутствуют централизованный органа координации между странами ЕАЭС; не разработаны методики для количественной оценки экономического эффекта внедрения ИИ.

Опираясь на выявленные правовые, организационные, институциональные и технические барьеры, особое значение приобретает выработка конкретных рекомендаций по совершенствованию процесса гармонизации в рамках ЕАЭС: 1. Правовые: Сформировать Национальную стратегию (концепцию) развития ИИ до 2030 г.; использовать ЕЭК положения Модельного закона «Об искусственном интеллекте» НАН Беларуси, интегрировав его нормы в национальные и союзные программы развития цифровой экономики; создать единый национальный глоссарий и согласование общих принципов регулирования ИИ с практиками стран ЕАЭС; обеспечить единые правовые механизмы для трансграничного обмена данными в рамках ЕАЭС; разработать единую форму международного договора о трансграничном обороте данными в рамках Союза. 2. Технические: Провести техническую гармонизацию, предполагающую унификацию стандартов для систем ИИ, включая интерфейсы, формат данных и API, с привязкой к международным нормам ISO/IEC; внедрить средства ETL, конвертеры форматов и многоуровневую систему кибербезопасности; создать совместные облачные платформы и инфраструктуру для централизованного хранения, обработки и анализа данных, предоставляя организациям доступ к вычислительным ресурсам для тестирования и внедрения решений; сформировать каталоги проверенных ИИ-решений, включающих сертифицированные алгоритмы и приложения. 3. Организационно-институциональные: Внедрить механизмы риск-ориентированного регулирования, создать национальный центр аудита и сертификации ИИ-систем; создать национальные координационные центры по ИИ государствами-членами ЕАЭС для управления развитием и гармонизацией систем; сформировать систему подготовки и сертификации специалистов, совместные образовательные программы с вузами ЕАЭС и центры компетенций, обеспечивающие обмен опытом и совместные исследования; учредить специализированный фонд для финансирования кросс-граничных R&D-проектов; ввести налоговые и инвестиционные стимулы для компаний, внедряющих ИИ-решения; разработать методики количественной оценки экономического эффекта внедрения ИИ, позволяющие обосновывать инвестиции, оценивать возврат капитала и планировать масштабирование технологий.

Реализация предложенных мероприятий обеспечит правовое, организационно-институциональное и техническое согласование с партнерами по ЕАЭС, унификацию стандартов, центров компетенций и образовательных программ, а также стимулирует инвестиции и коммерциализацию инноваций. В совокупности они сформируют целостную систему управления развитием ИИ в Беларуси, обеспечат гармоничное включение страны в цифровое пространство ЕАЭС и укрепят ее позиции как ключевого участника формирования евразийской цифровой политики.

Список использованных источников:

1. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2040 года [Электронный ресурс] / Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR/natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-razvitija-respubliki-belarus-na-period-do-2040-goda.pdf. – Дата доступа: 13.02.2026.

UDC 339.9

HARMONIZATION OF AI IMPLEMENTATION PROCESS IN THE REPUBLIC OF BELARUS WITH THE EAEU MEMBER STATES

Akulich K.S., Vasilenko V.I. [1]

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1]*, Minsk, Republic of Belarus*

Lazarevich I.M. Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. The article is devoted to the analysis of the digital transformation of the Republic of Belarus in the context of the introduction of artificial intelligence (AI) and integration into the EAEU. A comparative analysis of the development of AI in the economies of the EAEU countries has been conducted, and key barriers to the republic's entry into the unified digital space have been identified. The legal, technical and institutional aspects of regulation are considered. Based on the experience of the EAEU countries, recommendations for improving national policy are proposed: unification of standards, creation of competence centers, and training of personnel.

Keywords. artificial intelligence, digital transformation, harmonization, Eurasian Economic Union, standardization.

173. РАЦИОНАЛЬНЫЕ ОЖИДАНИЯ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ ИИ: ТЕОРЕТИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Балабенко А.С., Неводниченко М. В.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: Макеева Елена Николаевна, старший преподаватель кафедры экономики, магистр

Аннотация: *Работа посвящена трансформации концепции рациональных ожиданий под влиянием ИИ. Рассматривается переход от субъективных решений к алгоритмической предиктивной аналитике на базе Big Data. Анализируется, как ИИ расширяет границы рациональности, одновременно создавая риски гомогенизации рынков. Сделан вывод о необходимости синергии человеческого контроля и машинной точности.*

Введение. В последние годы переход к так называемой «экономике ИИ» стал одной из ключевых тем современной политэкономии. В наше время искусственный интеллект уже не просто помогает анализировать данные – он может сам формировать экономические ожидания участников рынка, обрабатывая информацию в огромных объёмах и со скоростью, превышающей человеческие возможности.

Актуальность исследования связана с тем, что алгоритмы меняют саму архитектуру принятия решений: от работы отдельных трейдеров до всей макроэкономической политики.

Цель работы – проанализировать, как ИИ влияет на формирование рациональных ожиданий. Для этого необходимо: рассмотреть теоретические основы гипотезы рациональных ожиданий (ГРО), сравнить поведение человека и алгоритмов ИИ в процессе прогнозирования, а также оценить возможные риски для стабильности экономической системы в условиях широкого распространения таких технологий.

Теоретические основы рациональных ожиданий. Гипотеза рациональных ожиданий (ГРО), предложенная Джоном Мутом в 1961 году и позже развитая в рамках «революции Лукаса», кардинально изменила подход к макроэкономическому моделированию [1,2].

Суть идеи в том, что экономические агенты формируют свои ожидания, используя всю доступную информацию, включая знание структуры экономики и правил поведения государства. В отличие от простого анализа прошлого, рациональные ожидания подразумевают, что систематические ошибки в прогнозах вовсе отсутствуют, и носят они разве что случайный характер.

Сравнение с адаптивными ожиданиями хорошо показывает разницу: адаптивная модель предполагает медленное «догоняющее» обучение на основе прошлых ошибок, тогда как рациональная позволяет агентам заранее учитывать будущие последствия политики (например, объявленное изменение ключевой ставки).

ИИ и трансформация информационного множества. С развитием ИИ понятие информационного множества серьёзно расширилось. Теперь в него входят неструктурированные данные: новости, посты в соцсетях, спутниковые снимки, тональность комментариев, данные геолокации и многое другое. Человек в целом физически не способен обработать такой огромный объём информации в реальном времени.

Поэтому ИИ можно рассматривать как технологическое приближение к идеальному рациональному агенту из теоретических моделей 1960–1980-х годов. Он практически уменьшает информационные и временные факторы, делая ожидания более точными и быстрыми [3].

Сравнение принятия решений: человек и ИИ. Традиционная экономическая теория опирается на концепцию так называемого «Homo Economicus» – рационального субъекта, стремящегося к максимизации полезности. Однако теория ограниченной рациональности Герберта Саймона показывает, что реальные люди ограничены когнитивными ресурсами и подвержены искажениям: неприятию потерь, эффекту владения, стадному поведению. Именно эти факторы часто приводят к «пузырям» и паническим распродажам [4].

Алгоритмы ИИ, особенно построенные на обучении с подкреплением, работают иначе: они оптимизируют целевую функцию через миллионы итераций в симуляциях, выявляя сложные нелинейные зависимости, которые ускользают от обычного экономического анализа [5].

Основные преимущества такого подхода:

1. Масштабируемость – возможность одновременного мониторинга тысяч рынков и выявления зависимостей в разрозненных активах.
2. Отсутствие эмоционального шума – алгоритмы принимают решения на основе жестко заданных параметров риска, что теоретически должно способствовать повышению эффективности.

3. Непрерывное самообучение – модели динамически корректируют свои веса при поступлении новых данных, что делает их более гибкими.

Практическое применение данных принципов наглядно проявляется в алгоритмической торговле, где HFT-системы, основанные на высокочастотном трейдинге, обеспечивают ликвидность за доли секунды, а также в макроэкономическом анализе при оценке потребительских настроений через обработку естественного языка (NLP) для более точной калибровки денежной политики [6].

Влияние ИИ на рациональные ожидания и экономическую стабильность. С одной стороны, интеграция ИИ в процесс формирования ожиданий выглядит позитивно: точность прогнозов растёт, неопределённость снижается, что способствует росту инвестиций и эффективности распределения ресурсов. ИИ выступает своего рода стабилизатором, помогая оптимизировать цепочки поставок и предотвращать дефициты.

Но с другой стороны, возникают серьёзные риски:

1. Гомогенизация стратегий – когда крупные участники используют схожие модели, обученные на одних данных, их одновременная реакция на сигнал может вызвать резкие скачки цен [7].
2. Проблема «чёрного ящика» – сложные нейросети часто непрозрачны даже для разработчиков, что создаёт опасность в нештатных ситуациях, отсутствовавших в обучающих выборках; особенно остро это проявляется в банковском секторе Республики Беларусь [8, 12].
3. Зависимость от инфраструктуры и данных – сбои, кибератаки или преднамеренное отравление данных (data poisoning) могут дестабилизировать целые сегменты рынка [9].

Таким образом, рынки постепенно превращаются из пространства столкновения человеческих мнений в арену конкуренции алгоритмов, что требует новых подходов к регулированию и жесткому надзору.

Перспективы гибридных систем и регуляторные вызовы. В контексте растущего влияния ИИ на формирование рациональных ожиданий всё чаще обсуждается переход к гибридным моделям принятия решений, где алгоритмы и человек работают в связке. Такой подход позволяет использовать сильные стороны ИИ – скорость обработки данных, отсутствие эмоциональных искажений и способность к непрерывному обучению – при сохранении человеческого контроля над ключевыми аспектами: этическими ограничениями, долгосрочным стратегическим видением и ответственностью за решения в условиях неопределённости.

Например, в финансовом секторе уже тестируют системы, где ИИ генерирует прогнозы и рекомендации, а аналитик проводит финальную проверку и корректировку. Это снижает риски «чёрного ящика», поскольку алгоритм становится более объяснимым, и одновременно предотвращает полную гомогенизацию стратегий – разные участники могут вносить свои корректировки, сохраняя разнообразие рыночных реакций, что подтверждается белорусскими исследованиями применения ИИ именно в задачах принятия решений и управления проектами [10, 11].

Однако внедрение гибридных систем сталкивается с серьёзными вызовами. Во-первых, требуется разработка новых регуляторных рамок: стандарты прозрачности моделей, обязательное раскрытие используемых данных и алгоритмов, а также механизмы стресс-тестирования ИИ-агентов в условиях шоков. Во-вторых, возникает вопрос о распределении ответственности: если решение, принятое на основе ИИ-рекомендации, приводит к убыткам или кризису, кто отвечает – разработчик модели, пользователь или регулятор?

Кроме того, быстрый рост инвестиций в ИИ-инфраструктуру (дата-центры, вычислительные мощности) сам по себе может создавать макроэкономические эффекты: перегрев в отдельных секторах, рост энергопотребления и потенциальные пузыри на рынке технологий. Если ожидания от ИИ окажутся завышенными (как это иногда бывало с предыдущими технологическими хайпами), коррекция может ударить по финансовой стабильности.

В итоге, чтобы ИИ действительно способствовал более рациональным и устойчивым ожиданиям, а не создавал новые уязвимости, необходим баланс между инновациями и осторожным регулированием. Без этого экономика рискует перейти от эпохи человеческих иррациональностей к эпохе алгоритмических, но всё равно коллективных ошибок**.**

Заключение. Искусственный интеллект радикально меняет природу рациональных ожиданий, переводя эту теоретическую конструкцию из абстракции в реально работающий механизм. Он позволяет минимизировать когнитивные ограничения и эмоциональные искажения человека, повышая общую информационную эффективность экономики.

Вместе с тем, широкое внедрение ИИ порождает новые системные риски: однородность поведения, непрозрачность моделей и уязвимость к внешним воздействиям.

Наиболее перспективным видится развитие гибридного интеллекта: ИИ берёт на себя обработку больших данных и краткосрочное прогнозирование, а человек сохраняет контроль над стратегическими и этическими решениями.

Для обеспечения устойчивости необходимы стандарты объяснимого ИИ и меры по поддержанию алгоритмического разнообразия. Только в этом случае экономика ИИ сможет сочетать высокую эффективность с приемлемым уровнем стабильности.

Список использованных источников:

1.Rational Expectations and the Theory of Price Movements / Muth, J. F. // Econometrica, 1961. – P. 315–317.

2.Expectations and the Neutrality of Money / Lucas, R. E. Jr. // Journal of Economic Theory, 1972. – P. 103–106.

3.Rational Expectations and Inflation / Sargent, T. J. // Harper and Row, 1986. – P. 1–10.

4.A Behavioral Model of Rational Choice / Simon, H. A. // The Quarterly Journal of Economics, 1955. – P. 99–103.

5.EarnHFT: Efficient hierarchical reinforcement learning for high frequency trading / Qin, M. et al. // Proceedings of the AAAI 6.Conference on Artificial Intelligence, 2024.

7.AI-Powered Trading, Algorithmic Collusion, and Price Efficiency / Dou, W. W., Goldstein, I., & Ji, Y. // NBER Working Paper 34054, 2025.

8.Discussions on homogenization in AI trading (from NBER papers on RL in markets and HFT risks) / Various authors // NBER, 2025.

9.Explainable AI in Finance: Addressing the Needs of Diverse Stakeholders / CFA Institute // CFA Institute, 2025.

10.Reports on data poisoning risks in AI systems / Interos and FS-ISAC // Interos & FS-ISAC, 2025.

11.Искусственный интеллект в принятии решений в управлении проектами / Кишкевич Д.В. // БГУИР, 2024.

12.Искусственный интеллект в банках: преодоление барьеров на пути к цифровой трансформации / Слободян А.А. // Экономическая мозаика. Выпуск 11 (часть 2). БГЭУ, 2025.

УДК 339.138:004.738.5

174. ВЛИЯНИЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ НА СТРУКТУРУ ПОТРЕБЛЕНИЯ И МОНОПОЛИЗАЦИЮ ЦИФРОВЫХ РЫНКОВ

Бруевич К.Н. студент гр.578105
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь
Петрович Ю.Ю. – старший преподаватель каф. ЭИ, магистр

Аннотация. В работе рассмотрено влияние рекомендательных алгоритмов на трансформацию потребительского поведения и процессы монополизации цифровых рынков. Проанализированы основные типы алгоритмов (коллаборативная, контентная и гибридная фильтрация), а также их воздействие на формирование «фильтрационных пузырей», концентрацию спроса на гиперпопулярных объектах и усиление рыночной власти крупных платформ. Показано, что рекомендательные системы создают эффект масштаба данных и сетевые экстерналии, выступая барьером входа для новых игроков. Отмечены регуляторные вызовы, связанные с непрозрачностью алгоритмов и неадекватностью традиционного антимонопольного законодательства. Сделан вывод о необходимости обновления подходов к регулированию цифровых рынков.

Современные цифровые платформы – маркетплейсы (Amazon, Ozon, Wildberries), видеохостинги (YouTube, TikTok), стриминговые сервисы (Spotify, Netflix) и социальные сети – в значительной степени определяют потребительский опыт. По данным на 2025 год, более 70% пользователей интернета ежедневно взаимодействуют с рекомендательными системами, а на крупнейших платформах до 80% просматриваемого контента и приобретаемых товаров так или иначе связаны с алгоритмическими подсказками. Ключевым инструментом, формирующим этот опыт, выступают рекомендательные алгоритмы. Они автоматически отбирают товары, видео или музыку на основе анализа поведения пользователя, его социально-демографического профиля и истории взаимодействий. В технической литературе выделяют три основных типа рекомендательных систем: коллаборативная фильтрация («другим пользователям с похожими вкусами понравилось это»), контентная фильтрация (на основе сходства свойств объектов) и гибридные нейросетевые модели, которые доминируют на крупнейших платформах [1; 2]. Гибридные алгоритмы, в частности, используются на YouTube и TikTok: они комбинируют анализ поведения пользователя с извлечением признаков из самого контента (аудиодорожка, визуальные паттерны, метаданные), что позволяет предсказывать вовлечённость с высокой точностью. Важно понимать, что алгоритмы не просто отражают предпочтения – они активно конструируют их, подстраивая предлагаемый контент под ожидаемую реакцию пользователя. Это явление получило название «прескриптивная персонализация»: алгоритм не столько угадывает вкус, сколько формирует его, постепенно сужая поле доступных альтернатив.

Одним из наиболее заметных макроэкономических эффектов внедрения рекомендательных алгоритмов является трансформация структуры потребления. За счёт так называемого «фильтрационного пузыря» (filter bubble) пользователю показывается всё более узкий спектр товаров или контента, соответствующий его прошлым действиям. Этот термин был введён Эли Паризером в 2011 году, но с развитием нейросетей эффект усилился многократно: современные алгоритмы способны предсказывать поведение пользователя на десятки шагов вперёд, намеренно скрывая «раздражающие» или «неинтересные» с точки зрения модели варианты. В результате происходит концентрация спроса на гиперпопулярных объектах – формируется «короткая голова» вместо «длинного хвоста» разнообразных предложений. Эмпирические исследования показывают: на YouTube 10% каналов получают 90% рекомендаций на главной странице, на TikTok 3% видео собирают 94% просмотров, на Amazon более половины продаж идёт через рекомендательные блоки [3]. Аналогичные данные получены для Spotify: 20% треков составляют 80% всех прослушиваний в плейлистах, сгенерированных алгоритмом. Таким образом, структура потребления сжимается, а нишевые товары и образовательный контент оказываются практически невидимыми для большинства пользователей. Это создаёт парадоксальную ситуацию: формально выбор потребителя не ограничен (он может найти любой товар через поиск), но фактически алгоритмическая лента подталкивает его к стандартизированным, «безопасным» с точки зрения вовлечённости объектам.

Рекомендательные алгоритмы также меняют поведение потребителей, стимулируя импульсивные, неосознанные покупки. Они активируют «Систему 1» (быстрое, интуитивное мышление по Д. Канеману), увеличивая время онлайн и частоту взаимодействий. Пользователи тратят на платформах в среднем на 30-40% больше времени, чем при самостоятельном поиске, причём значительная доля этого времени приходится на бесцельный «скроллинг», когда алгоритм непрерывно подгружает новый контент. В результате пользователи всё чаще совершают транзакции под влиянием рекомендаций, не включая рациональный анализ альтернатив [4]. Исследования показывают, что до 60% покупок на маркетплейсах совершаются именно через блоки «с этим также покупают» или

«рекомендуем вам», а не через осознанный поиск. Для платформ это означает рост конверсии и рекламных доходов, однако для малых производителей и независимых авторов персонализация создаёт непреодолимые барьеры: их товары или контент просто не попадают в рекомендательные ленты, что снижает рыночное разнообразие. Особенно остро это ощущается на рынке цифрового контента: видеоблогеры с числом подписчиков менее 10 тысяч получают в 100 раз меньше рекомендаций, чем «миллионники», даже при сопоставимом качестве роликов.

Ещё одним значимым макроэкономическим фактором становится монополизация цифровых рынков. Рекомендательные алгоритмы обучаются на больших массивах пользовательских данных. Чем больше пользователей у платформы, тем точнее её рекомендации, тем выше вовлечённость и тем больше новых пользователей она привлекает. Возникает положительная обратная связь – эффект масштаба данных. Новый конкурент не может собрать сопоставимый объём данных, поэтому его алгоритмы изначально работают хуже. Даже если новый игрок скопирует интерфейс и бизнес-модель лидера, без истории поведения миллионов пользователей его рекомендации будут случайными или тривиальными (например, показывать только самые популярные товары), что не удержит аудиторию. Кроме того, РА усиливают сетевые экстерналии на двухсторонних рынках (потребители + продавцы) и создают «эффект привязывания» (lock-in): накопленный профиль предпочтений становится ценным активом, который пользователю невыгодно терять при переходе на другую платформу [5]. Чем дольше человек пользуется одной платформой, тем точнее её алгоритм предсказывает его желания – и тем болезненнее будет переход на альтернативный сервис с «холодным стартом». Это превращает пользовательские данные в своего рода невозвратные инвестиции. В итоге алгоритмы систематически перераспределяют спрос в пользу уже доминирующих игроков, формируя алгоритмическую монополию, которая не требует традиционных барьеров входа (патенты, лицензии). На практике это означает, что даже если завтра появится идеальный клон YouTube с открытым кодом, он не сможет конкурировать, потому что у него не будет данных о вкусах миллиардов пользователей.

Однако внедрение рекомендательных алгоритмов связано не только с экономическими преимуществами для платформ, но и с серьёзными регуляторными вызовами. Ключевая проблема – непрозрачность работы РА («чёрный ящик»). Пользователи и даже регулирующие органы не знают, почему конкретный товар или видео было рекомендовано. Алгоритмы могут учитывать сотни факторов – от времени удержания взгляда на превью до частоты нажатия кнопки «не рекомендовать», – но эти параметры являются коммерческой тайной. Это создаёт риски манипуляции выбором, дискриминации поставщиков и нарушения принципов добросовестной конкуренции. Традиционное антимонопольное законодательство, оценивающее рыночную власть через долю рынка и цены, не учитывает власть через управление вниманием [6]. В ответ на эти вызовы в ЕС с 2024 года действуют Digital Services Act (требует от крупных платформ раскрывать основные параметры ранжирования и предоставлять пользователям хотя бы один вариант рекомендательной ленты, не основанный на профилировании) и Digital Markets Act (обязывает платформ-«привратников» обеспечивать равный доступ к данным о производительности для сторонних продавцов). В России и Беларуси также обсуждаются подходы к регулированию рекомендательных систем в рамках антимонопольных пакетов [7; 8]. В частности, в Беларуси в 2025 году велись консультации с крупнейшими маркетплейсами (Ozon, Wildberries) о добровольном раскрытии параметров ранжирования товаров белорусских производителей, однако законодательного закрепления эти меры пока не получили.

Несмотря на сложность регулирования, влияние рекомендательных алгоритмов на структуру потребления и монополизацию рынков становится всё более заметным. Они превращаются не просто в технологический инструмент, а в активного агента, перераспределяющего спрос и закрепляющего доминирование крупных платформ. В ближайшие годы следует ожидать дальнейшего совершенствования нейросетевых моделей (включая большие языковые модели, встроенные в рекомендательные системы), что только усилит описанные эффекты. Одновременно растёт запрос на децентрализованные альтернативы – открытые протоколы рекомендаций, где пользователь может выбирать алгоритм или настраивать его параметры прозрачно. В итоге можно говорить о том, что алгоритмическая рыночная власть становится одним из ключевых факторов трансформации современной цифровой экономики, определяя направления её долгосрочного развития и конкурентоспособности. Для политиков и регуляторов необходимо срочное обновление антимонопольного законодательства с введением категории «алгоритмическая рыночная власть»; для бизнеса – внедрение этических кодексов использования РА и добровольный аудит на предмет дискриминации нишевых поставщиков; а для потребителей – развитие критического мышления и цифровой гигиены, осознанное отношение к рекомендациям как к потенциально манипулятивному инструменту.

Список использованных источников:

1. Циммерманн, Дж. Сторителлинг как самый мощный инструмент рекламы / Дж. Циммерманн; пер. с англ. – Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2023. – 256 с. – ISBN 978-5-00100-012-3.

2. Ларин, С. Э. Рекомендательные системы: обзор и анализ методов / С. Э. Ларин // Россия молодая: сборник материалов конференции. – Кузбасский государственный технический университет, 2024. – URL: [электронный ресурс]. – Режим доступа: по подписке (дата обращения: 28.03.2026).

3. Хмелькова, Н. В. Восприятие потребителями рекомендательных алгоритмов в маркетинге: методология и результаты исследований / Н. В. Хмелькова, А. В. Агеносов, Р. С. Сидиков // Вестник Академии знаний. – 2025. – № 2 (67). – С. 620–629.

4. Эмоциональный маркетинг: базовые принципы [Электронный ресурс] // Блог Megaplan. – 2025. – URL: https://megaplan.ru/blog/management/emotsionalnyj-marketing-bazovye-printsip/ (дата обращения: 28.03.2026).

5. Паризер, Э. Фильтрующий пузырь: Как алгоритмы ограничивают наше мировоззрение / Э. Паризер. – New York: Penguin Press, 2011. – 294 с. – ISBN 978-1-59420-300-8.

6. Усмонова, Д. И. Влияние алгоритмов рекомендаций на потребительское решение и этические и экономические аспекты / Д. И. Усмонова, А. С. Сагдиев, О. А. Айдарова // Экономика и управление: проблемы, тенденции, перспективы: сборник научных статей. – Минск: БГУИР, 2025. – С. 112–118.

7. Филиппович, К. В. Осознанное и неосознанное потребление / К. В. Филиппович // Цифровая наука. – 2025. – № 2. – С. 1–2.

8. Как в Беларуси пытаются повлиять на бизнес маркетплейсов [Электронный ресурс] // Neg.by: деловой портал. – 2025. – 16 октября. – URL: https://neg.by/novosti/otkrytj/kak-v-belarusi-pytayutsya-povliyat-na-biznes-marketpleysov/ (дата обращения: 28.03.2026).

УДК 338.242.4:339.13(476)

175. ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Мухин А. С., студент гр. 477603, Климович И. В., студент гр. 477603
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И. М. – канд. экон. наук, доцент

Аннотация. В статье рассматривается состояние государственного регулирования электронной торговли в Республике Беларусь, анализируются современные проблемы развития сектора и предлагаются пути их решения на основе зарубежного опыта. Особое внимание уделяется вопросам защиты национальных производителей от агрессивной политики маркетплейсов. Исследование базируется на анализе законодательной базы, данных Национального статистического комитета, а также передового опыта регулирования электронной коммерции ряда государств (Китая, России, государств-членов ЕС, Казахстана). Выявлено, что фрагментарность регулирования создает барьеры для развития отечественного бизнеса и защиты прав потребителей. Предложены рекомендации по совершенствованию механизма государственного регулирования электронной торговли.

Ключевые слова. Электронная торговля, государственное регулирование, цифровая экономика, защита прав потребителей, национальные производители, антимонопольное регулирование, ЕАЭС, налоговая асимметрия, контрафакт, цифровые платформы, законодательство, интернет-торговля

Актуальность темы государственного регулирования электронной торговли в Республике Беларусь обусловлена динамичным ростом сектора и необходимостью адаптации законодательства к глобальным вызовам. По данным Национального статистического комитета, доля электронной торговли в розничном товарообороте выросла с 8,1% в 2023 году до 11,7% в 2024 году (+44,4%), что свидетельствует о качественном изменении потребительских предпочтений [1]. Однако параллельно доля отечественных товаров снизилась с 59,5% до 56,4%, демонстрируя вытеснение национальных производителей [2]. Актуальность усиливается интеграцией Республики Беларусь в рамках ЕАЭС, где разрабатываются единые правила трансграничной торговли. Фрагментарность регулирования создает риски неравной конкуренции, контрафакта и налоговой асимметрии.

Электронная торговля (согласно ст. 13 Закона Республики Беларусь «О торговле» №231-З) – это оптовая, розничная торговля, характеризующаяся заказом, покупкой, продажей товаров с использованием информационных систем и сетей. По результатам обобщения информации выделены следующие этапы развития электронной торговли в Беларуси (таблица 1):

Таблица 1 – Этапы развития электронной торговли в Республике Беларусь

Этап	Период	Доля в рознице	Характеристика
Становления	1999–2011	до 1%	Появление первого интернет-магазина OZ.by, низкий доступ к интернету
Роста	2011–2015	1,0–2,0%	Неравномерное развитие, резкое восстановление в 2015 (+53,8%)
Устойчивый роста	2016–2018	2,8–3,7%	Формирование регулятивной базы, развитие инфраструктуры
Стабилизация	2019–2022	4,1–6,0%	Рост Wildberries на 81%, появление Ozon (2021)
Ускоренное развитие	2023–наст. вр.	8,1–11,7%	Революционный скачок (+44,4% за год)

Примечание: собственная разработка по данным [1, 3]

Текущая структура рынка демонстрирует доминирование иностранных платформ. Российские маркетплейсы (Wildberries, Ozon) контролируют свыше 40% рынка электронной торговли, тогда как белорусские площадки – менее 12% совокупно [4]. Импорт потребительских товаров через маркетплейсы вырос на 114,1% в 2024 году, что усиливает давление на национального производителя [1].

Анализ правового регулирования, экономической ситуации и инфраструктуры электронной торговли выявил комплекс взаимосвязанных проблем:

а) Фрагментарность и неполнота правовой базы. В настоящее время нормы, регулирующие сферу электронной коммерции, рассредоточены по множеству различных нормативных правовых актов (законодательство о торговле, защите прав потребителей, налоговый и гражданский кодексы). Такая разрозненность норм создает правовую неопределенность и позволяет иностранным платформам пользоваться регуляторными пробелами, позиционируя себя исключительно как технические посредники и избегая ответственности организаторов торговли. При этом проект Указа «О регистрации платформ», призванный систематизировать часть требований, вступит в силу только с 1 июля 2027 года, что сохраняет текущий регуляторный вакуум на ближайшие годы [3].

б) Налоговая асимметрия. Пороговое значение в 10 000€, установленное Министерством по налогам и сборам Республики Беларусь, годовой выручки освобождает иностранные организации от регистрации в качестве плательщиков НДС, тогда как белорусские производители несут полную налоговую нагрузку. Эта дифференциация дает иностранным продавцам ценовое преимущество и вытесняет национальные товары.

в) Недобросовестная конкуренция. На платформах распространены практики копирования товарных карточек с занижением цен, использования инструментов защиты интеллектуальной собственности для блокировки оригинальных производителей. Несоответствие информации о стране производства упаковке нарушает Закон «О защите прав потребителей» (ст. 7).

г) Непрозрачность алгоритмов поиска и ранжирования. Отсутствие нормативных требований к раскрытию принципов работы поисковых и рекомендательных алгоритмов маркетплейсов позволяет операторам платформ злоупотреблять своим положением, искусственно продвигая собственные торговые марки или доминирующих продавцов в ущерб сторонним поставщикам.

д) Несоответствие инфраструктуры форматам ЕАЭС. Несмотря на интеграционные процессы, в Республике Беларусь до настоящего времени не внедрен институт официальных операторов электронной торговли (ОЭТ), предусмотренный механизмами союза (в отличие от Российской Федерации и Казахстана). Отсутствие унифицированных правил таможенного оформления и логистического сопровождения мелких трансграничных отправлений затрудняет использование преимуществ единого рынка ЕАЭС и сдерживает экспортный потенциал национальных производителей.

Для преодоления выявленных инфраструктурных и нормативных барьеров, а также для более эффективной реализации экспортного потенциала в рамках ЕАЭС, Республике Беларусь необходимо комплексное совершенствование национального законодательства. В этом контексте особую актуальность приобретает анализ передового международного опыта правового регулирования электронной коммерции, антимонопольного контроля и интеграции цифровых платформ.

Китайская Народная Республика. В 2019 году принят Закон «Об электронной коммерции», установивший обязательную регистрацию предпринимателей, требования к выдаче инвойсов и защиту интеллектуальной собственности. В 2021 году внедрены антимонопольные руководства, запретившие практику «выбора одного из двух» (принуждение продавцов к эксклюзивности). В апреле 2021 г. Alibaba оштрафована на 18,2 млрд юаней (4% оборота) за злоупотребление доминирующим положением. Комбинация четких правовых обязательств и высоких штрафов заставила платформы изменить поведение.

Российская Федерация. Пятый антимонопольный пакет (№ 301-ФЗ от 10.07.2023) установил критерии доминирования для цифровых платформ: доля рынка свыше 35% и выручка более 2 млрд руб. Федеральная антимонопольная служба признала Wildberries и Ozon занимающими доминирующее положение. С 2025 года введено обязательное 14-дневное уведомление продавцов об изменении условий. Внедрена система межплатформенной блокировки нарушителей: при повторном выявлении контрафакта продавец блокируется во всех маркетплейсах-участниках соглашения [5].

Республика Казахстан. Национальный план развития электронной торговли определил целевые показатели и синхронизировал развитие законодательства, платежных систем и логистики. Введено налоговое выравнивание: освобождение национальных ИП от налогов при лимитах дохода и обязательная регистрация иностранных продавцов как плательщиков НДС. Внедрен институт оператора электронной торговли (ОЭТ), упрощающий таможенное оформление мелких отправлений.

Европейский Союз. Digital Markets Act (DMA, 07.03.2024) ввел прямой запрет на самопреферирование при ранжировании товаров и обязал раскрывать алгоритмы. Digital Services Act (DSA, 17.02.2024) установил строгие требования к верификации продавцов через процедуру KYC и систему «Доверенные информаторы» для оперативного удаления контрафакта. С 1 июля 2021 года отменено освобождение от НДС для мелких посылок, платформы получили статус «расчетных поставщиков».

На основе анализа международного опыта для Республики Беларусь предлагается комплекс мер:

1. Комплексное законодательное регулирование и адаптация антимонопольного контроля. Разработка специализированного Закона «Об электронной коммерции», который закрепит правовой статус маркетплейсов, разграничит ответственность между платформой и продавцом, а также установит единые правила оказания услуг в цифровой среде.

Параллельно требуется модернизация действующего антимонопольного законодательства Республики Беларусь с учетом специфики цифровых рынков. Вместо установления новых порогов доминирования целесообразно ввести понятие «сетевых эффектов» для оценки рыночной власти цифровых платформ, сохранив базовые критерии доминирования в соответствии с национальным законодательством, но усилив контроль за злоупотреблением рыночной властью со стороны крупных игроков.

2. Налоговое выравнивание и поддержка национального бизнеса. Внедрение механизма, обязывающего иностранные платформы и зарубежных продавцов, реализующих товары белорусским потребителям, регистрироваться в качестве плательщиков НДС. Это устранит ценовое преимущество импортных товаров, возникающее из-за налоговой асимметрии.

Одновременно предлагается рассмотреть применение казахстанской модели стимулирования внутреннего рынка: введение налоговых каникул или освобождение национальных индивидуальных предпринимателей от ряда налогов при условии непревышения определенных лимитов дохода от реализации товаров через электронные площадки.

3. Противодействие обороту контрафакта и защита прав потребителей. Внедрение процедуры обязательной KYC-верификации (Know Your Customer — «знай своего клиента») для продавцов по европейским стандартам, что обяжет платформы проверять юридический статус и финансовые реквизиты поставщиков до их допуска на площадку.

Создание единого реестра недобросовестных поставщиков и внедрение механизма межплатформенной блокировки (по российской практике). В случае выявления продажи контрафактной продукции на одном маркетплейсе, аккаунт продавца должен автоматически блокироваться на всех остальных партнерских площадках.

4. Обеспечение прозрачности рекомендательных алгоритмов. Введение законодательного запрета на «самопреферирование» — практику, при которой маркетплейс искусственно завышает в поисковой выдаче товары собственных торговых марок в ущерб аналогичным товарам независимых продавцов.

Установление требования об обязательном раскрытии платформами общих критериев и параметров, определяющих ранжирование товаров (по аналогии с европейским Digital Markets Act), что обеспечит поставщикам понятные и справедливые условия конкуренции за внимание потребителя.

5. Развитие инфраструктуры и углубление интеграции в рамках ЕАЭС. Ускоренное внедрение в Республике Беларусь института официального оператора электронной торговли (ОЭТ), предусмотренного механизмами ЕАЭС.

Функционирование ОЭТ позволит консолидировать логистические потоки, существенно упростить и ускорить процедуры таможенного декларирования мелких трансграничных отправлений, что в итоге снизит издержки белорусского бизнеса и расширит его экспортный потенциал на рынках стран-партнеров.

Таким образом, электронная торговля Республики Беларусь находится в стадии ускоренного роста, однако фрагментарность регулирования создает риски снижения конкурентоспособности национальных производителей на внутреннем рынке. При росте доли электронной торговли до 11,7% доля отечественных товаров в розничном товарообороте снизилась до 56,4%, что подтверждает критичность ситуации. Международный опыт показывает, что защита национальных интересов достигается через комплексное регулирование: установление четких критериев доминирования платформ, налоговое выравнивание, верификацию продавцов и развитие инфраструктуры. Реализация предложенного комплекса мер, включая принятие профильного закона «Об электронной коммерции», устранение налоговой асимметрии для иностранных продавцов, внедрение механизмов межплатформенной блокировки контрафакта и интеграцию в рамках институтов ОЭТ ЕАЭС, обеспечит справедливую конкуренцию, защиту потребителей и трансформацию вызовов цифровизации в драйвер экономического роста Республики Беларусь.

Список использованных источников:

1. Белстат. Розничная торговля. Статистика по доле e-commerce в 2024 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10211000045.

2. produkt.by. Доля белорусской продукции в продажах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://produkt.by/storys/reteyl/dolya-belorusskoy-produkcii-v-prodazhakh-reteyla-po-itogam-2025-go.

3. Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь. Деятельность МАРТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mart.gov.by/activity/torgovlya-i-uslugi/analiticheskaya-informatsiya/.

4. Национальный банк Республики Беларусь. Банкаускі веснік: научно-теоретич. журн. – 2023. – № 742. – 34 с.

5. Gratanet. FAS vs Marketplaces: topical issues of legal regulation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gratanet.com/publications/fas-vs-marketplaces.

UDC 338.242.4:339.13(476)

STATE REGULATION OF ELECTRONIC COMMERCE IN THE REPUBLIC OF BELARUS: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Mukhin A. S., student gr. 477603, Klimovich I. V., student gr. 477603
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lazarevich I. M. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. The article examines the state of state regulation of electronic commerce in the Republic of Belarus, analyzes the current problems of the sector's development and suggests ways to solve them based on foreign experience. Special attention is paid to the protection of national producers from the aggressive policies of marketplaces. The study is based on an analysis of the legislative framework, data from the National Statistical Committee, as well as best practices in regulating e-commerce in a number of countries (China, Russia, EU member states, Kazakhstan). It is revealed that the fragmentation of regulation creates barriers to the development of domestic business and consumer protection. Recommendations for improving the mechanism of state regulation of electronic commerce are proposed.

Keywords. Electronic commerce, government regulation, digital economy, consumer protection, national producers, antimonopoly regulation, EAEU, tax asymmetry, counterfeiting, digital platforms, legislation, online commerce

176. ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАКРОСТРУКТУР: ОТ РЫНОЧНОГО САМОРЕГУЛИРОВАНИЯК ЦИФРОВЫМ РЫНКАМ

Григорчик А.Д., студент гр.421701
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Макеева Е.Н. – старший преподаватель кафедры экономики, магистр

Аннотация. В статье исследуется трансформация рыночных механизмов под влиянием искусственного интеллекта (ИИ) и цифровых платформ. Автор анализирует переход от классической модели рыночного саморегулирования к алгоритмической координации, осуществляемой «платформами-вратарями». Особое внимание уделено специфике формирования цифровых экосистем в Республике Беларусь и на пространстве ЕАЭС, а также проблеме концентрации платформенной власти. Рассматриваются современные подходы к проактивному антимонопольному регулированию и внедрению ИИ в государственное управление. Сделан вывод о необходимости формирования гибридной модели управления, обеспечивающей баланс между инновационным развитием, защитой конкуренции и технологическим суверенитетом государства.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, цифровые платформы, антимонопольное регулирование, алгоритмическая координация, технологический суверенитет, цифровая экономика Беларуси, ЕАЭС, платформенная власть, государственное управление.

Трансформация рыночных макроструктур в эпоху искусственного интеллекта. Стремительное развитие искусственного интеллекта (ИИ) знаменует фундаментальную трансформацию экономических основ современного общества. Если предыдущие технологические уклады — от парового двигателя до интернета — изменяли преимущественно способы производства и коммуникации, то ИИ, особенно в его генеративных и агентных формах, вторгается в святая святых рыночной экономики: сферу принятия решений и координации деятельности. Это ставит перед политической экономией принципиально новые вопросы о том, как меняются механизмы рыночного саморегулирования и как переосмыслить экономическую эффективность в цифровую эпоху. Переход от традиционной координации к организации экономической жизни вокруг цифровых платформ требует пересмотра устоявшихся теоретических конструктов. Классическая модель, рассматривавшая рынок как спонтанный порядок независимых агентов, сегодня дополняется жестким алгоритмическим управлением, что меняет саму природу конкуренции и распределения прибавочной стоимости.

Эволюция рыночного саморегулирования в условиях тотальной цифровизации приобретает новые, зачастую парадоксальные черты. Концепция «невидимой руки рынка» Адама Смита предполагала, что оптимальное распределение ресурсов достигается через свободные ценовые сигналы при условии низких трансакционных издержек. Однако современная трансформация добавляет новые переменные: контроль над массивами данных (Big Data) и доминирующими вычислительными мощностями становится важнее, чем владение классическими средствами производства. Исследования белорусских учёных подтверждают, что цифровая экономика требует принципиально новых подходов к анализу рыночных структур и переоценки эффективности государственного регулирования, так как старые метрики перестают отражать реальную рыночнуюсилу субъектов [2]. Возникает феномен «программируемого саморегулирования», где рыночные механизмы опосредованы алгоритмами, которые не просто отражают конъюнктуру, но активно конструируют её через динамическое ценообразование и персонализированные рекомендации, снижая прозрачность процессов для рядовых участников.

Особенностью современного этапа является формирование глобальных цифровых рынков, организованных вокруг платформ-посредников, так называемых «вратарей» (gatekeepers). Они выступают активными архитекторами экономических процессов, устанавливая правила доступа и фактически облагая «цифровой рентой» других участников. Ключевой характеристикой таких рынков становится сверхвысокая концентрация, обусловленная сетевыми эффектами: чем больше пользователей у платформы, тем выше её ценность, что создает естественные барьеры для входа новых игроков. В условиях интеграционных объединений, таких как ЕАЭС, это порождает вызовплатформенной экспансии, требующий скоординированного регуляторного ответа и создания общих цифровых экосистем для защиты внутреннего рынка и снижения барьеров для трансграничной торговли [3].

В ответ на беспрецедентную концентрацию власти регуляторы вынуждены переходить от реактивного антимонопольного контроля к проактивному установлению правил игры. В Республике Беларусь эта стратегия находит отражение в деятельности Министерства антимонопольного регулирования и торговли (МАРТ). Ведомство уделяет пристальное внимание не только классическим ценовым сговорам, но и вопросам технологической дискриминации, запрещая платформам устанавливать кабальные условия для отечественных контрагентов и ограничивать доступ к цифровым экосистемам для малого и среднего бизнеса [6]. Таким образом, правовая система адаптируется к защите конкуренции в среде, где алгоритм может быть инструментом скрытого доминирования.

Искусственный интеллект окончательно меняет архитектуру макроструктур, превращаясь из прикладного инструмента в базовую инфраструктурную технологию. В этих условиях государства переосмысливают свою роль: от пассивного ограничителя негативных последствий к активному архитектору национальной ИИ-экосистемы. В Республике Беларусь данная позиция закреплена в планах по разработке комплексной стратегии развития искусственного интеллекта. Как отмечает генеральный директор ОИПИ НАН Беларуси С. Кругликов, технологии развиваются с такой скоростью, что концептуальные документы должны быть максимально гибкими и адаптивными, чтобы отвечать вызовам завтрашнего дня [1]. Важным фундаментом здесь выступает историческая преемственность: белорусская научная школа обладает глубокими компетенциями в области математического моделирования и кибернетики, что позволяет создавать оригинальные, конкурентоспособные на мировом уровне решения [4]. Обеспечение технологического суверенитета становится вопросом национальной безопасности, предотвращающим критическую зависимость от импортного программного обеспечения.

Интеграция генеративного ИИ в платформенные решения углубляет трансформацию рыночной власти. Новым источником влияния становится когнитивное превосходство — способность ИИ формировать предпочтения пользователей и даже предсказывать их поведение еще до момента осознания потребности. Это ставит под сомнение классическую догму о суверенитете потребителя. В связи с этим понятие экономической эффективности также требует актуализации: теперь это не только аллокативная эффективность, но и динамическая устойчивость — способность экономики к непрерывным инновациям и адаптации к внешним шокам.

Государство берет на себя роль гаранта безопасности в этой новой среде. В 2025 году знаковым событием стало принятие модельного закона «О технологиях искусственного интеллекта», разработанного при активном участии белорусских экспертов и рекомендованного для внедрения на пространстве СНГ [1]. Этот документ закладывает этические и правовые рамки использования ИИ, обеспечивая баланс между защитой граждан и поддержкой бизнеса.

Практические кейсы, такие как внедрение ИИ-помощников в работу Национального статистического комитета Республики Беларусь, доказывают, что технологии машинного обучения могут существенно повысить качество государственного администрирования, делая его более точным и менее бюрократизированным [5].

Заключение. Резюмируя, можно утверждать, что ИИ и цифровые платформы инициируют тектонический сдвиг в механизмах рыночной координации. Традиционный рынок трансформируется в гибридную систему, где спонтанность ограничена алгоритмическими рамками.

Для Республики Беларусь ключевой задачей в этом контексте остается развитие собственной нормативной базы и научно-технологической базы, что позволит не только эффективно интегрироваться в цифровую экономику ЕАЭС, но и сохранить субъектность в условиях глобальной конкуренции за когнитивные и вычислительные ресурсы.

Список использованных источников:

1. В Беларуси планируют разработать концепцию развития ИИ / С. Кругликов // Белорусский институт стратегических исследований. — 2025. — 13 авг. — URL: https://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/2025/august/89758/ (дата обращения: 29.03.2026).

2. Тарасевич И. А. Цифровая экономика Беларуси: анализ и направления развития // Электронный сборник трудов молодых специалистов Полоцкого государственного университета. — 2020. — Вып. 31 (101). — С. 79–82.

3. Копачева К. С., Тарарышкина Л. И. Цифровизация экономики: переход к экосистемам и их использование в условиях таможенной территории ЕАЭС // Международные отношения: история, теория, практика : материалы XII науч.-практ. конф. молодых ученых. — Минск : БГУ, 2022. — С. 380–385.4.

4. Абламейко С. Искусственный интеллект в Беларуси – история и перспективы // Наука и инновации. — 2022. — № 5. — С. 26–31.

5. Experience of the Republic of Belarus on application of artificial intelligence in statistics is presented at the meeting in Dushanbe // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — 2024. — URL: https://belstat.gov.by/en/o-belstate/meropriyatiya/experience-of-the-republic-of-belarus-on-application-of-artificial-intelligence-in-statistics-is-pre/ (дата обращения: 29.03.2026).

6. Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь. Официальный сайт. — URL: https://www.mart.gov.by (дата обращения: 29.03.2026).

УДК 314.152.2

177. ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Попова В.А.[1], студент гр.477603
Черкасова Е.И.[2], студент гр.477603
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники[2]
г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И.М. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые проблемы демографической безопасности Республики Беларусь: депопуляция, старение населения, миграционные дисбалансы, кризис института семьи и высокая предотвратимая смертность. Проанализированы действующие государственные программы в области демографии и здравоохранения на 2021–2025 и 2025–2029 годы, оценены их результаты и выявлены сохраняющиеся угрозы. Предложены научно обоснованные меры демографической политики, включающие стимулирование рождаемости, поддержку института семьи, регулирование миграционных процессов и вовлечение старшего поколения в социально-экономическую жизнь регионов.

Ключевые слова: демографическая безопасность; депопуляция; старение населения; миграция; институт семьи; рождаемость; Республика Беларусь.

Актуальность исследования проблем демографической безопасности регионов Республики Беларусь обусловлена ее критической значимостью для «обеспечения защищенности социально-экономического развития государства и общества от демографических угроз, при котором обеспечивается развитие Республики Беларусь в соответствии с ее национальными демографическими интересами» [1]. Ключевыми демографическими проблемами Беларуси являются сокращение численности населения страны, старение населения, высокие темпы оттока квалифицированных специалистов за рубеж, высокая смертность населения от внешних причин, рост репродуктивных заболеваний, деградация института семьи, проявляющаяся в росте разводов, снижении количества браков и увеличении числа неполных семей, и др. Комплексный характер этих угроз требует внедрения научно обоснованных мер демографической политики и объединенных усилий государства и общества, что и определяет актуальность данного исследования.

В республике создана и действует законодательная база, способствующая поддержанию демографической безопасности страны в целом, так и регионов. Так, Законом Республики Беларусь «О демографической безопасности Республики Беларусь» от 4 января 2002 г., №80.3. определены:

– система понятий, раскрывающих основу демографической безопасности страны (демографическая безопасность; демографические угрозы; демографические интересы государства и общества, личности; демографическая политика; репродуктивные права);

– демографические угрозы (депопуляция; старение населения; нерегулируемые миграционные процессы; деградация института семьи);

– принципы обеспечения, цель и задачи демографической безопасности;

– органы государственного управления в области обеспечения демографической безопасности, их полномочия;

– показатели демографических угроз в Республике Беларусь (нетто-коэффициент воспроизводства населения; коэффициент депопуляции; коэффициент рождаемости; коэффициентами смертности населения; ожидаемая продолжительность предстоящей жизни; коэффициент старения населения; сальдо миграционного обмена между городской и сельской местностью, в том числе по полу, возрасту, уровню образования; численность нелегальных мигрантов; коэффициенты брачности и разводимости) [1].

Правительством Республики Беларусь принимаются Государственные программы, в которых представлены научно обоснованные величины показателей демографических угроз, определяющих их предельно допустимый уровень для сохранения демографической безопасности, в том числе в разрезе регионов.

На текущий момент действуют Государственная программа «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы, основанная на ключевых положениях Национальной стратегии устойчивого развития до 2035 года, и с 2025 года – Программа деятельности Правительства Республики Беларусь на 2025-2029 годы, направленная на обеспечение демографической безопасности населения [2, 3]. Ключевые направления данных программ:

1. Укрепление института семьи и стимулирование рождаемости. Подпрограмма «Семья и детство» направлена на совершенствование службы планирования семьи, улучшение медицинской помощи женщинам и детям, поддержку семей с детьми и популяризацию духовно-нравственных

ценностей; среди реализуемых мер – семейный капитал, пособия, помощь в строительстве жилья, бесплатное питание для детей до двух лет, социальное обслуживание и поощрение материнства орденом Матери [2]. С 2025 года акцент смещается на развитие программ поддержки вторых и последующих детей, расширение ЭКО (до двух бесплатных циклов), совершенствование адресности пособий и создание гибкой сети дошкольных учреждений, что позволит замедлить отрицательную динамику сокращения численности населения в 1,5 раза за пятилетие [3].

2. Повышение доступности и качества медицинской помощи. Подпрограмма «Профилактика и контроль неинфекционных заболеваний» охватывает борьбу с сердечно-сосудистыми, онкологическими, эндокринными и другими хроническими заболеваниями; внедряются интервенционные технологии, развиваются межрайонные центры, совершенствуются скрининговые программы и методы лечения [2]. Несмотря на снижение заболеваемости цереброваскулярными болезнями, смертность среди трудоспособного населения выросла на 10%, что требует дополнительных усилий, а в 2025-2029 годах будет создана единая цифровая система здравоохранения с долей оцифрованных карт до 95%, внедрены стандарты менеджмента качества, персонифицированная медицина, роботизация операций, что направлено на достижение ожидаемой продолжительности жизни 76,5 года и снижение смертности трудоспособного населения до 4,8% к 2030 году [2, 3].

3. Охрана психического здоровья и борьба с зависимостями. Подпрограмма «Предупреждение и преодоление пьянства и алкоголизма, охрана психического здоровья» уже принесла положительные результаты: потребление алкоголя снизилось с 13,3 до 10,5 литра на душу населения, уменьшилось число зависимых и уровень суицидов [2]. В будущем планируется усиление первичного звена, развитие программ профилактики суицидального поведения, повышение эффективности заместительной терапии; цель – снижение потребления алкоголя до 9,8 л, смертности от суицидов до 16,8 случая на 100 тысяч и охват реабилитацией не менее 10% зависимых [3].

4. Противодействие туберкулезу и ВИЧ-инфекции. С 2015 по 2019 год смертность от туберкулеза снизилась на 45%, заболеваемость – на 43,1%, однако растет доля пациентов с множественной лекарственной устойчивостью; подпрограмма предусматривает нормативные реформы, международное сотрудничество, диверсификацию финансирования и комплексное лечение сочетанных патологий [2]. Программа по профилактике ВИЧ-инфекции демонстрирует стабильность: распространенность – 0,2%, вертикальная передача – менее 2%, в Беларуси 80,5% знают свой статус, 77,3% имеют подавленную вирусную нагрузку, цель – достижение показателей 90-90-90 [2]. В 2025-2029 годах будет расширен доступ к терапии, устранены правовые барьеры, оптимизировано финансирование и охвачено профилактикой не менее 64% ключевых групп [3].

5. Развитие системы здравоохранения. Подпрограмма «Обеспечение функционирования системы здравоохранения» включает переход к командной работе врачей, проект «Заботливая поликлиника», развитие скорой помощи и цифровизацию: электронные рецепты используют 90% врачей, телемедицина охватывает 262 учреждения, экспорт медицинских услуг вырос на 110,5% [2]. В перспективе – переход к оплате по результатам, внедрение интеллектуальных систем мониторинга, развитие добровольного страхования, аккредитация медорганизаций и строительство 26 межрайонных хирургических центров, что позволит увеличить экспорт услуг до 144,7% от уровня 2020 года [3].

6. Укрепление здоровья и социальной защиты. В рамках Программы деятельности Правительства на 2025-2029 годы особое внимание уделяется популяризации здорового образа жизни: планируется увеличение доли граждан, систематически занимающихся спортом, до 29,5%, строительство бассейнов в каждом районном центре и подготовка 3700 мастеров спорта [3]. Социальная защита охватит не менее 23% пожилых и инвалидов за счет создания диверсифицированного рынка услуг, расширения сети учреждений, привлечения частных организаций и обеспечения адаптивной среды [3].

7. Рынок труда и инфраструктура. Для удержания безработицы на уровне не более 4% к 2030 году будут реализованы меры по мотивации граждан к трудоустройству и привлечению квалифицированной иностранной рабочей силы; в инфраструктуре произойдет переход к стандартам комфортного проживания, реконструкция жилищного фонда и модернизация инженерных сетей [3]. К 2029 году централизованным водоснабжением будет охвачено 96% населения, водоотведением – 83% [3].

Комплексный подход демонстрирует устойчивость государственной политики в сфере здравоохранения и демографии; достигнуты значимые результаты: снижение смертности, рост доступности медицинской помощи, цифровизация, поддержка семьи и борьба с социальными рисками [2, 3]. Однако сохраняются сферы, требующие усиления, – рост смертности среди трудоспособного населения, устойчивые формы туберкулеза, необходимость усиления профилактики и социальной поддержки, при этом Программа на 2025-2029 годы отвечает этим вызовам, предлагая решения, направленные на устойчивое развитие и повышение качества жизни населения [3].

На современном этапе ключевыми проблемами в области обеспечения демографической безопасности регионов Республики Беларусь являются:

1. Устойчивая депопуляция. Прогнозируется убыль населения страны более чем на 10% к 2050 году. Негативная динамика характерна для большинства регионов, особенно сельских. Суммарный коэффициент рождаемости в 2022 году составил 1,38, что значительно ниже уровня простого воспроизводства (2,15). Наиболее низкие показатели рождаемости – в Минске (1,129) и Витебской области (1,229). Нетто-коэффициент воспроизводства населения устойчиво ниже единицы – около 0,66 [5]. В 2024 году естественная убыль населения составила -4,6 человека на 1000 населения. Наиболее высокая убыль – в Витебской (–5,6), Могилевской (–5,4) и Гомельской (–4,9) областях. Это подрывает экономический и оборонный потенциал страны [6].

2. Кризис института семьи проявляется в снижении коэффициента брачности и росте коэффициента разводимости. В 2024 году коэффициент брачности составил 5,3 на 1000 человек (наивысший – в Брестской области – 5,8, наименьший – в Витебской – 4,6) [7]. Коэффициент разводимости остается стабильно высоким – 3,2 на 1000 человек, с наибольшими значениями в Могилевской и Гомельской областях (3,3) [8]. Это приводит к увеличению числа неполных семей и ослаблению социальной структуры.

3. Демографическое старение. Коэффициент старения населения достиг 16,1% и продолжает расти. Медианный возраст населения Беларуси составляет 41,3 года [10]. В сельской местности доля пожилых людей превышает 30%. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении демонстрирует положительную динамику и достигла 74,6 года, при этом мужчины живут в среднем 69,3 года, а женщины – 79,7 года [11]. Разрыв между полами превышает 10 лет.

4. Миграционные вызовы. Сальдо миграционного обмена между городской и сельской местностью остается отрицательным для сельских регионов. Доля населения в возрасте 30-34 лет в сельской местности составляет 1%, тогда как в городах – 6%. В возрастной группе 35-39 лет – 5,2% в сельской местности против 23,6% в городской [9]. Это свидетельствует о перемещении трудоспособного и образованного населения в крупные города, особенно в Минск, что усугубляет дисбаланс на региональных рынках труда. По экспертным оценкам, количество нелегальных мигрантов может составлять от 10 до 15 тысяч человек.

По полу и уровню образования миграция также носит асимметричный характер: мужчины чаще мигрируют в поисках работы, женщины – по семейным причинам. Высшее образование преобладает среди мигрантов в городские центры, особенно в Минск.

5. Проблемы здоровья нации. Высокая предотвратимая смертность от внешних причин и рост репродуктивных заболеваний ограничивают демографический потенциал. По последним данным, ожидаемая продолжительность жизни мужчин составляет 69,3 года, что на 10,4 года меньше, чем у женщин [11]. Смертность мужчин в трудоспособном возрасте в 3-4 раза превышает смертность женщин. Это усугубляет гендерный дисбаланс, особенно в сельских районах.

Национальные демографические интересы государства и общества – это сознательно регулируемая рождаемость, устойчиво снижающаяся смертность и увеличение продолжительности жизни, прогрессивная возрастно-половая структура населения, оптимальные миграционные процессы, укрепление семьи как социального института [2].

1. Борьба с депопуляцией. Для преодоления сокращения численности населения, особенно в малых городах и сельской местности, необходимо усилить мотивацию к рождению детей. Перспективным решением может стать внедрение инвестиционного счета при рождении ребенка по аналогии с сингапурской программой «Бэби-бонус» (Baby Bonus Scheme): государство открывает целевой счет, средства с которого ребенок сможет использовать по достижении совершеннолетия на образование, жилье или медицинские нужды, а родительские взносы софинансируются государством. Для регионов с наиболее сложной демографической ситуацией (Витебская и Могилевская области) размер софинансирования может быть увеличен [12].

В Беларуси уже действует программа «Семейный капитал» (при рождении третьего и последующего ребенка), однако существенного влияния на рождаемость она не оказала. Предлагается расширить ее, включив поддержку при рождении второго ребенка, а также предусмотреть ежегодную индексацию капитала. Введение семейной ипотеки с пониженной ставкой и запуск программы «белорусского детского ваучера» – целевой субсидии на дополнительное образование, кружки или лечение ребенка – также способны повысить привлекательность семейной модели жизни [13].

Важным аспектом может стать пересмотр пенсионного законодательства: включение в страховой стаж периодов ухода за ребенком до 3 лет в полном объеме, поскольку их исключение демотивирует женщин к рождению детей.

2. Преодоление последствий старения населения. Рост доли пожилых людей, особенно в сельских районах Гомельской и Гродненской областей, требует переосмысления их роли в обществе. Необходимо развивать программы активного долголетия: обучение цифровым навыкам на базе библиотек и «Белпочты», волонтерство и межпоколенческие проекты. Создание региональных геронтологических центров с профилактикой заболеваний и психологической поддержкой поможет сохранить здоровье. Особое внимание – поддержке «серебряных» специалистов в востребованных

отраслях (АПК, образование, здравоохранение) через гибкий график, наставничество и налоговые льготы для работодателей.

Однако не все сферы деятельности одинаково доступны для пожилых. Решения: республиканская онлайн-платформа «Беларусь: Опыт и Перспектива» для удаленного менторства; развитие «серебряного предпринимательства» в сферах агроэкотуризма и народных промыслов; инфраструктура «третьего возраста» – сеть клубов по интересам на базе ТЦСОН, где пожилые люди могут быть организаторами, лекторами и хранителями знаний.

3. Регулирование миграционных процессов. Для снижения оттока квалифицированных кадров из региональных центров и моногородов и привлечения новых специалистов необходимо создать условия для профессиональной реализации внутри страны. Важным инструментом является введение специальных виз для востребованных специалистов в сферах медицины, IT и инженерии на основе системы «балльной миграции» (points-based system), позволяющей отбирать кандидатов по четким критериям: уровень образования, профессиональный опыт, знание языка, возраст, наличие приглашения от работодателя. Бонусные баллы предлагается начислять за готовность работать в регионах с дефицитом кадров. Успешные примеры подобных программ существуют в Канаде (Express Entry), Австралии [14] и Великобритании [15].

Параллельно программа «Вяртанне» может стимулировать репатриацию белорусов, работающих за рубежом, через налоговые льготы, помощь с жильем в рамках госпрограмм строительства арендного жилья и карьерную адаптацию [4]. Создание цифровой платформы «Мая Краіна» с государственными курсами, стажировками и карьерными треками обеспечит прозрачность профессионального развития как для возвращающихся соотечественников, так и для новых мигрантов. Также целесообразно внедрить региональные миграционные квоты, учитывающие потребности конкретных территорий, и открыть интеграционные центры для адаптации мигрантов на базе крупных вузов и региональных университетов.

4. Укрепление института семьи. Деградация семейных ценностей и рост числа разводов требуют системной, а не разрозненной поддержки семьи. Для изменения общественной атмосферы необходимы целенаправленные кампании по популяризации семейных ценностей. Реализовать это можно через ежегодный общереспубликанский фестиваль семьи, аналогичный популярному в Германии фестивалю «Киндерцехе» (Kinderzeche), который совмещает праздник, историческую реконструкцию и просвещение. В социальной рекламе стоит использовать технику «позитивного сторителлинга» – видеоролики и публикации, основанные на реальных историях многодетных семей, пар, преодолевших кризис, или успешных межпоколенческих проектов, как это практикуется в рамках программы «Семья – это мы» в Татарстане, Россия [16].

Для формирования осознанного подхода к созданию семьи с юности необходимо ввести с 1 по 11 класс курс «Семейная культура». Алгоритм внедрения: разработка возрастных учебных пособий с учетом белорусских традиций; подготовка педагогов-психологов; открытые уроки с участием успешных семейных пар. Аналогичные курсы успешно реализованы в Польше и Словении [17].

Практическую помощь семьям в кризисных ситуациях окажут бесплатные центры семейной медиации и консультирования на базе ТЦСОН и ЗАГСов. Алгоритм работы: первичный прием → диагностика (юрист, психолог, соцработник) → медиация по методике, утвержденной Министерством юстиции → пострезолютивное сопровождение. Подобные службы доказали эффективность в снижении числа разводов в Финляндии и Эстонии [18].

Для укрепления родственных связей и профилактики одиночества необходимы семейные клубы на базе дворцов культуры, библиотек и парков. Деятельность должна быть разноформатной: от мастер-классов до лекций по психологии и семейному праву. Перспективны межпоколенческие проекты, например «Бабушка на час», где пожилые люди помогают с присмотром за детьми, или творческие лаборатории по обучению традиционным ремеслам. Это укрепляет семейные узы и формирует пространство, где ценность семьи и преемственности поколений становится реальной практикой [19].

В работе выявлено, что демографическая безопасность Республики Беларусь находится под воздействием устойчивых угроз: депопуляции, старения населения, кризиса института семьи, миграционных дисбалансов и высокой предотвратимой смертности. Анализ действующих государственных программ показал их системный характер, но недостаточную эффективность в преодолении негативных демографических тенденций. Обосновано, что для стабилизации демографической ситуации необходим комплекс дополнительных мер, включающий расширение стимулирования рождаемости, усиление института семьи, регулирование миграционных процессов и активное вовлечение старшего поколения в социально-экономическую жизнь регионов.

Список использованных источников:

[1] О демографической безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 4 янв. 2002 г., № 80-З : в ред. Закона Респ. Беларусь от 21.12.2005 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026. – Режим доступа: https://etalonline.by/document/?regnum=h10200080. – Дата доступа: 31.03.2026.

[2] О Государственной программе «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 19 янв. 2021 г., № 28 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100028. – Дата доступа: 31.03.2026.

[3] Об утверждении Программы деятельности Правительства Республики Беларусь на 2025–2029 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 8 мая 2025 г., № 254 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22500254. – Дата доступа: 31.03.2026.

[4] «Утечка мозгов» как глобальное явление [Электронный ресурс] // Гуманитарный портал. – Режим доступа: https://gtmarket.ru/library/articles/1653. – Дата доступа: 20.09.2025.

[5] Суммарный коэффициент рождаемости по территории РБ [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь : Официальная статистика : База данных. – Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10101200011. – Дата доступа: 26.09.2025.

[6] Естественный прирост (убыль) на 1000 человек населения [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь : Официальная статистика : База данных. – Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10101200009. – Дата доступа: 26.09.2025.

[7] Число браков на 1000 человек населения [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь : Официальная статистика : База данных. – Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10101200015. – Дата доступа: 05.10.2025.

[8] Число разводов на 1000 человек населения [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь : Официальная статистика : База данных. – Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10101200017. – Дата доступа: 07.10.2025.

[9] Демографическая статистика Республики Беларусь : статистический сборник / Нац. статистический ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2025. – 215 с. – (Статистика Беларуси).

[10] Демография Беларуси 2025 (Население, Возраст, Пол, Тенденции) [Электронный ресурс] // Worldometer. – Режим доступа: https://www.worldometers.info/demographics/belarus-demographics/. – Дата доступа: 17.10.2025.

[11] Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by/. – Дата доступа: 17.10.2025.

[12] Baby Bonus Scheme [Electronic resource] // Made for Families. – Mode of access: https://www.madeforfamilies.gov.sg/support-measures/raising-your-child/financial-support/baby-bonus-scheme. – Date of access: 17.10.2025.

[13] Исследование востребованности льготных ипотечных программ [Электронный ресурс] // Единый ресурс застройщиков (ЕРЗ.РФ). – Режим доступа: https://erzrf.ru/news/eksperty-vyyasnili-kak-veroyatnyye-izmeneniya-usloviy-semeynoy-ipoteki-otrazyatsya-na-rossiyskikh-semyakh-s-odnim-rebenkom. – Дата доступа: 18.10.2025.

[14] Express Entry в Канаду: обзор системы [Электронный ресурс] // Canada Mania. – Режим доступа: https://canadamania.ca/immigratsiya/express-entry/. – Дата доступа: 19.10.2025.

[15] Skilled Worker visa (UK) [Electronic resource] // GOV.UK. – Mode of access: https://www.gov.uk/skilled-worker-visa. – Date of access: 18.10.2025.

[16] Семья – это мы [Электронный ресурс] // Министерство труда, занятости и социальной защиты Республики Татарстан. – Режим доступа: https://mtsz.tatarstan.ru/. – Дата доступа: 18.10.2025.

[17] Подготовка к семейной жизни [Электронный ресурс] // Wyższa Szkoła Dziennikarstwa im. Melchiora Wańkowicza. – Режим доступа: https://www.wdz.edu.pl/. – Дата доступа: 18.10.2025.

[18] European Commission for the Efficiency of Justice (CEPEJ) [Electronic resource] // Council of Europe. – Mode of access: https://www.coe.int/en/web/cepej. – Date of access: 19.10.2025.

[19] Grandparents as Parents [Electronic resource] // Catholic Charities of Contra Costa County. – Mode of access: https://www.ccrcca.org/ru/resources/family-resource-directory/item/grandparents-as-parents/. – Date of access: 19.10.2025.

UDC 314.152.2

DEMOGRAPHIC SECURITY OF THE REGIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Popova V. A.[1]

Cherkasova E. I.[2]

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[2]*, Minsk, Republic of Belarus*

Lazarevich I. M. – PhD in economics, associate professor

Abstract. The article examines the key problems of demographic security of the Republic of Belarus: depopulation, population ageing, migration imbalances, the crisis of the family institution and high preventable mortality. The current state programmes in the field of demography and healthcare for 2021–2025 and 2025–2029 are analysed, their results are evaluated, and the remaining threats are identified. Scientifically based measures of demographic policy are proposed, including stimulating the birth rate, supporting the family institution, regulating migration processes and involving the older generation in the socio-economic life of the regions.

Keywords: demographic security; depopulation; population ageing; migration; family institution; birth rate; Republic of Belarus.

178. РОЛЬ ЦИФРОВЫХ МАРКЕТИНГОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ПРОДВИЖЕНИИ БАНКОВСКИХ ПРОДУКТОВ

Куликовская А.С., студентка гр.274001, Кебец О.А., студентка гр.274001

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Архипова Л.И. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. Статья анализирует роль цифровых маркетинговых инструментов в продвижении банковских продуктов. Рассматриваются методы привлечения клиентов, удержания и повышения лояльности. Особое внимание уделяется MarTech-инструментам, которые обеспечивают персонализированный клиентский опыт. Подчеркивается важность омниканальности и интеграции всех каналов для повышения эффективности маркетинга и конкурентоспособности банков.

Цифровые маркетинговые инструменты представляют собой совокупность технологических решений и платформ, которые позволяют банкам взаимодействовать с целевой аудиторией, персонализировать предложения, автоматизировать процессы продаж и оценивать эффективность маркетинговых кампаний в цифровой среде. В банковском секторе их применение имеет специфические особенности, обусловленные нематериальным характером финансовых услуг, высоким уровнем доверия со стороны клиентов и действием регуляторных ограничений.

Данные инструменты обеспечивают присутствие банка в ключевых цифровых каналах, позволяют собирать и анализировать данные о поведении пользователей для персонализации коммуникаций, автоматизируют взаимодействие с клиентами, снижая операционные издержки, а также формируют новые каналы продаж и коммуникации без необходимости расширения физической инфраструктуры банка [1].

Финансовый сектор, и особенно банковская деятельность, является одним из лидеров по внедрению инновационных технологий, что существенно трансформирует подходы к взаимодействию с клиентами и продвижению банковских продуктов [2]. В современных условиях традиционное представление о банковском маркетинге как о совокупности инструментов стимулирования сбыта постепенно заменяется комплексной стратегией интеграции в цифровую среду и удовлетворения персонализированных потребностей клиентов. Данная трансформация приобретает особую значимость в условиях экономической нестабильности, когда маркетинг выступает не только фактором роста, но и инструментом обеспечения устойчивости бизнеса, управления репутацией и снижения рисков [3].

Цифровая трансформация наделяет банковские продукты рядом специфических характеристик, определяющих особенности их продвижения. Одной из ключевых является нематериальность банковских услуг и необходимость дистанционной коммуникации. В отличие от товаров материального производства, банковский продукт невозможно оценить до момента использования, что усиливает роль маркетинговых коммуникаций в формировании доверия и понимания выгод. В условиях цифровой экономики эта коммуникация в значительной степени переносится в онлайн-среду, где важную роль играют удобство интерфейсов, персонализация и скорость взаимодействия.

Особое значение также приобретает фактор доверия и безопасности. В условиях информационной перегрузки, роста киберугроз и мошеннических операций маркетинговые коммуникации должны не только информировать клиентов, но и формировать ощущение надежности и защищенности. Поэтому продвижение банковских продуктов все чаще сопровождается акцентом на использование современных технологий защиты.

С учетом обозначенных особенностей продвижения банковских продуктов в цифровой среде особую значимость приобретает использование современных инструментов цифрового маркетинга. Они позволяют банкам не только привлекать новых клиентов, но и выстраивать долгосрочные отношения с существующей аудиторией, анализировать эффективность коммуникаций и оптимизировать маркетинговые стратегии.

К инструментам привлечения клиентов относятся поисковая оптимизация (SEO – Search Engine Optimization), контекстная и таргетированная реклама, медийная реклама, партнерские программы, контент-маркетинг и маркетинг в социальных сетях (SMM – Social Media Marketing). Их основная задача – генерация трафика на цифровые платформы банка и

формирование первичного интереса к продуктам, при этом их применение в банковской сфере требует соблюдения строгих регуляторных требований к рекламе [4].

Инструменты удержания и повышения лояльности включают программы лояльности, персонализированные коммуникации, омниканальные стратегии, геймификацию и образовательный контент. Они позволяют анализировать поведение клиентов и формировать индивидуальные предложения, повышая уровень вовлеченности и долгосрочной лояльности.

Важную роль также играют инструменты аналитики и автоматизации маркетинга. К ним относятся системы веб-аналитики, CRM-системы с аналитическими модулями, когортный и предиктивный анализ, а также платформы автоматизации коммуникаций (email-маркетинг). Их использование позволяет банкам оценивать эффективность маркетинговых кампаний, прогнозировать поведение клиентов и оптимизировать маркетинговые бюджеты [5].

Одним из ключевых современных инструментов цифрового маркетинга в банковском секторе являются маркетинговые технологии (MarTech). Они позволяют финансовым организациям глубже понимать потребности клиентов за счет сбора и анализа больших массивов данных о поведении, предпочтениях и истории взаимодействия с банковскими сервисами. Быстрое развитие цифровых технологий формирует новые ожидания пользователей финансовых услуг, поэтому MarTech становятся важным инструментом повышения качества клиентского опыта и сокращения «цифровых разрывов», возникающих из-за изменений в поведении клиентов [6].

Ключевым направлением применения MarTech в банковской сфере является развитие маркетинга, управляемого данными (DDM – Data Driven Marketing). Его реализация осуществляется через интеграцию CRM-систем, платформ управления клиентскими данными (CDP), инструментов веб- и мобильной аналитики. Это позволяет банкам аккумулировать информацию о клиентах из различных точек контакта (мобильные приложения, интернет-банк, отделения), проводить более точную сегментацию, формировать карты клиентского пути (CJM) и прогнозировать спрос на финансовые продукты. Дополнительную роль играет интеграция MarTech в концепцию Total Experience (TX), объединяющую пользовательский опыт (UX), клиентский опыт (CX), опыт сотрудников (EX) и мультиканальное взаимодействие (MX). Такой подход позволяет банкам выстраивать согласованные коммуникации через мобильные приложения, веб-сайты, социальные сети и электронную почту.

Ключевой тенденцией развития цифрового маркетинга в банковской сфере становится формирование омниканальной модели взаимодействия с клиентами. Эффективность цифровых маркетинговых инструментов усиливается за счет реализации омниканального подхода, предполагающего согласованное взаимодействие с клиентом через различные каналы – мобильные приложения, интернет-банк, веб-сайты, социальные сети, контакт-центры и офлайн-отделения – с сохранением единого контекста коммуникации.

Цифровые маркетинговые инструменты играют ключевую роль в продвижении банковских продуктов. Они позволяют эффективно привлекать новых клиентов, повышать лояльность существующей аудитории и оптимизировать маркетинговые процессы на основе анализа данных. В условиях цифровой трансформации такие решения становятся основой эффективного маркетинга, создают омниканальную среду и повышают конкурентоспособность банков, делая продвижение продуктов более точным, гибким и ориентированным на реальные потребности клиентов.

Список использованных источников:

1. Кардава, Э.Ф. Специфика применения digital-маркетинга банковскими учреждениями / Э.Ф. Кардава // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. – 2024. – №1(13). – с. 111-116.

2. Зверев, А. В. Цифровая трансформации экономики и финансовой системы России / А. В. Зверев, М. Ю. Мишина, А. В. Новиков // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2021. – № 6(114). – С. 82 – 95

3. Петров А.В., Сидорова К.Л. Маркетинг в банковской сфере: стратегии в условиях нестабильности. – М.:Финансы и кредит, 2023. - 215 с.

4. Что такое digital-маркетинг: как работают цифровые каналы продвижения и коммуникации. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://direct.yandex.ru/base/articles/cifrovoy-digital-marketing-chto-eto-i-kak rabotaet.

5. Машистов, Н.И. Современные подходы к удержанию клиентов в условиях цифровой трансформации / Н.И. Машистов // Финансовые рынки и банки. – 2025. – №5. – с. 762-765.

6. What is MarTech? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://medium.com/@101writer/what-is-martech-40443a9e095d.

УДК 336.7

179. КИБЕРРИСКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИНАНСОВУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ И СТОИМОСТЬ КОМПАНИЙ

Хорольский Н.В., студент гр. 477603
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И. М. – канд. экон. наук, доц.

Аннотация. В современной глобальной экономике с тотальной цифровизацией бизнес-процессов вопрос обеспечения информационной безопасности трансформировался из технической задачи в фундаментальную проблему корпоративного управления и макроэкономической стабильности [1]. Актуальность исследования обусловлена тем, что информация стала ключевым активом, а способность компании защищать данные напрямую коррелирует с ее способностью генерировать прибыль и сохранять доверие инвесторов [2]. В экономическом контексте киберриски можно определить как форму финансовой угрозы, возникающую вследствие критической зависимости бизнеса от уязвимости информационных систем [3]. Особенность данных рисков заключается в их трансграничном характере и способности воздействовать на весь рынок, создавая предпосылки для системных кризисов [4].

Ключевые слова. Киберриски, финансовая стабильность, стоимость компании, кибербезопасность, рыночная капитализация, системный риск, цифровая экономика, утечка данных, киберустойчивость, количественная оценка рисков, метод дисконтированных денежных потоков, стоимость капитала, корпоративное управление, киберстрахование, финансовое хеджирование, волатильность акций, программы-вымогатели, атаки на цепочки поставок, инвестиционная привлекательность.

Для формирования целостного представления о проблеме необходимо определить место киберриска в системе экономических отношений. В научной литературе он рассматривается как подвид операционного риска, обладающий уникальными свойствами: транзитивностью (способностью передаваться между контрагентами), высокой скоростью реализации и асимметричностью информации [5].

С точки зрения теории информационной безопасности, сущность киберрисков раскрывается через триаду свойств информации, закрепленную в документах Международной организации по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссии (МЭК) [6]:

1. Нарушение конфиденциальности: Несанкционированный доступ к чувствительной информации, что для публичной компании означает потерю интеллектуальной собственности и деловой репутации.
2. Нарушение целостности: Модификация финансовых реестров или данных, что подрывает доверие к достоверности отчетности.
3. Нарушение доступности: Блокировка доступа к сервисам, ведущая к остановке операционной деятельности.

Эволюция киберугроз обусловлена рядом фундаментальных факторов. Во-первых, это экспоненциальный рост цифровизации. Согласно отчету Всемирного экономического форума, киберпреступность институционализировалась и входит в пятерку главных глобальных рисков [7]. Во-вторых, наблюдается технологическое усложнение атак за счет использования искусственного интеллекта. Как отмечает Группа экспертов G7 по кибербезопасности, злоумышленники используют генеративные нейросети для автоматизации атак и создания гиперреалистичных фишинговых сообщений [8]. В-третьих, геополитическая напряженность трансформировала кибератаки в инструмент государственного воздействия, что подтверждается данными Международного валютного фонда [9].

На современном этапе выделяются три основных вида угроз, оказывающих наибольшее влияние на корпоративный сектор:

1. Программы-вымогатели: Использование вредоносного ПО для шифрования данных с целью получения выкупа. Тренд последних лет – рост атак на 75 % и развитие модели «вымогательство как услуга» [10].
2. Утечки данных: Хищение конфиденциальной информации, влекущее регуляторные штрафы и репутационный крах.
3. Атаки на цепочки поставок: Компрометация программного обеспечения поставщиков для скрытого доступа к целевым организациям.

Влияние киберрисков на экономику реализуется на двух уровнях: макроуровне (финансовая стабильность системы) и микроуровне (стоимость конкретной компании).

Высокая взаимосвязанность финансовых институтов создает каналы для «заражения». Атака на ключевой инфраструктурный узел способна вызвать каскадный эффект. Отчет Федеральной резервной системы США подчеркивает, что локальный сбой может привести к кризису ликвидности и панике на рынках [11]. Практика показывает, что киберриски способны наносить трансграничный ущерб.

Примером служит атака на Центральный банк Бангладеш через систему межбанковских сообщений SWIFT, доказавшая уязвимость глобальной финансовой инфраструктуры [12]. Другим примером является вирус-шифровальщик NotPetya, ущерб от которого превысил 10 миллиардов долларов по всему миру [13].

На корпоративном уровне киберриски трансформируются в финансовые потери через изменение фундаментальных показателей оценки бизнеса. Наиболее репрезентативной моделью для анализа является метод дисконтированных денежных потоков. Согласно классической финансовой теории, текущая стоимость бизнеса определяется как сумма ожидаемых в будущем свободных денежных потоков, приведенных к текущему моменту времени [14]. Негативное воздействие киберинцидентов на параметры данной модели осуществляется по нескольким ключевым направлениям.

Во-первых, происходит снижение денежных потоков. Это обусловлено прямыми потерями: расходами на расследование инцидента и восстановление систем, которые, по данным корпорации IBM, в среднем составляют 4,88 млн долларов на инцидент [15]. К этому добавляются юридические издержки и штрафы, которые в рамках Общего регламента по защите данных (GDPR) могут достигать 4 % от годового оборота [16]. Существенным фактором является потеря выручки от простоя бизнеса, как в случае с компанией Clorox, потерявшей значительную часть квартальной прибыли из-за кибератаки [17].

Во-вторых, наблюдается рост стоимости капитала. Ставка дисконтирования отражает рискованность вложений в актив. Инвесторы воспринимают киберуязвимость как дополнительный риск, что ведет к росту волатильности акций и увеличению премии за риск. Рейтинговые агентства включают киберустойчивость в кредитный рейтинг, снижение которого ведет к удорожанию заемного финансирования. Рост средневзвешенной стоимости капитала математически снижает справедливую стоимость акций.

В-третьих, происходит разрушение нематериальных активов. Для современных компаний деловая репутация (гудвилл) и бренд составляют основную часть стоимости. Утечка данных, как в случае с бюро кредитных историй Equifax (падение капитализации на 35 %), разрушает доверие клиентов, что ведет к долгосрочному снижению доли рынка [18]. Эмпирические исследования Национального бюро экономических исследований США подтверждают статистически значимую отрицательную реакцию фондового рынка на объявления об инцидентах [19].

Особую роль киберриски играют в сделках слияния и поглощения. Технологический аудит стал обязательным этапом сделок. Выявление скрытых уязвимостей ведет к дисконтированию (снижению) цены покупки, как это произошло в сделке телекоммуникационного холдинга Verizon и интернет-компании Yahoo, где цена была снижена на 350 млн долларов после раскрытия информации об утечках [20].

Для управления описанными угрозами необходим переход от качественных оценок к количественному моделированию. Передовым подходом является внедрение метрики Кибер-стоимость под риском (Cyber Value at Risk). Согласно исследовательской компании Gartner, данный метод позволяет рассчитать максимальный вероятный финансовый убыток на заданном горизонте с определенной доверительной вероятностью [21]. Это позволяет интегрировать киберриск в систему финансового планирования и обосновывать инвестиции в информационную безопасность.

В целях минимизации влияния киберрисков на стоимость бизнеса и обеспечения финансовой устойчивости для менеджмента компаний и корпоративного сектора предлагается комплекс стратегических мер:

1. Интеграция в корпоративное управление: Киберриск должен признаваться ключевым бизнес-риском. Необходим отказ от техноцентричного подхода в пользу риск-ориентированного управления на уровне Совета директоров.

2. Финансовое хеджирование: Использование киберстрахования позволяет трансформировать неопределенный риск катастрофических убытков в прогнозируемые операционные расходы, снижая волатильность денежных потоков [22].

3. Операционная устойчивость: Внедрение архитектуры «нулевого доверия» и создание изолированных контуров резервного копирования для минимизации последствий атак программ-вымогателей.

4. Коллективная безопасность: Участие в отраслевом обмене информацией об угрозах и взаимодействие с регуляторами для превентивного реагирования на системные угрозы.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о фундаментальной трансформации киберрисков из технической категории в ключевой фактор экономической среды, определяющий финансовую устойчивость и инвестиционную привлекательность бизнеса. Выявленная взаимосвязь между уязвимостью информационных систем и рыночной капитализацией подтверждает, что игнорирование цифровых угроз ведет к неизбежной эрозии акционерной стоимости через механизмы снижения денежных потоков и роста стоимости капитала.

Преодоление данных вызовов требует перехода к комплексной стратегии управления, включающей интеграцию вопросов кибербезопасности в приоритеты Совета директоров, применение

методов количественного моделирования потерь и использование инструментов финансового хеджирования. Практическая реализация предложенного комплекса мер позволит минимизировать волатильность финансовых результатов, оптимизировать структуру капитала и обеспечить долгосрочную конкурентоспособность компании в условиях цифровой экономики.

Список использованных источников:

1. State of cybersecurity resilience 2023 : report / Accenture. – URL: https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/accenture-com/document/Accenture-State-Of-Cybersecurity-2023.pdf (date of access: 13.03.2026).

2. Global cybersecurity outlook 2024 : insight report / World Economic Forum. – Geneva, 2024. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Cybersecurity_Outlook_2024.pdf (date of access: 13.03.2026).

3. Cyber risk : staff report / International Monetary Fund. – 2024. – URL: https://www.imf.org/en/Topics/cybersecurity (date of access: 13.03.2026).

4. SRC statement on financial system cyber risk resilience / Systemic Risk Council. – 2020. – URL: https://www.systemicriskcouncil.org/2020/02/src-statement-on-financial-system-cyber-risk-resilience/ (date of access: 13.03.2026).

5. Cyber resilience : range of practices / Basel Committee on Banking Supervision. – Basel : BIS, 2018. – URL: https://www.bis.org/bcbs/publ/d454.pdf (date of access: 13.03.2026).

6. Information technology. Security techniques : ISO/IEC 27000:2018. – URL: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:27000:ed-5:v1:en (date of access: 13.03.2026).

7. The global risks report 2024 / World Economic Forum. – Geneva, 2024. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf (date of access: 13.03.2026).

8. G7 Cyber Expert Group statement on AI and cybersecurity / US Department of the Treasury. – 2024. – URL: https://home.treasury.gov/system/files/136/G7-CEG-Statement-AI-Cybersecurity.pdf (date of access: 13.03.2026).

9. Global financial stability report, April 2024 / International Monetary Fund. – Washington, 2024. – URL: https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2024/04/16/global-financial-stability-report-april-2024 (date of access: 13.03.2026).

10. 2024 global threat report / CrowdStrike. – 2024. – URL: https://go.crowdstrike.com/rs/281-OBQ-266/images/Global-Threat-Report-2024.pdf (date of access: 13.03.2026).

11. Cybersecurity and financial system resilience report / Federal Reserve. – Washington, 2024. – URL: https://www.federalreserve.gov/publications/files/cybersecurity-and-financial-system-resilience-report-202406.pdf (date of access: 13.03.2026).

12. Bangladesh Bank hackers stole $81m via SWIFT system // BBC News. – 2016. – URL: https://www.bbc.com/news/world-asia-35765646 (date of access: 13.03.2026).

13. The untold story of NotPetya, the most devastating cyberattack in history // Wired. – 2018. – URL: https://www.wired.com/story/notpetya-cyberattack-ukraine-russia-code-crashed-the-world/ (date of access: 13.03.2026).

14. Бригхэм, Ю. Финансовый менеджмент : полный курс : в 2 т. / Ю. Бригхэм, Л. Гапенски. – СПб. : Экономическая школа, 2021. – 497 с.

15. Cost of a data breach report 2024 : report / IBM Security. – 2024. – URL: https://www.ibm.com/downloads/cas/1ZMX7Z24 (date of access: 13.03.2026).

16. Regulation (EU) 2016/679 (General Data Protection Regulation) // Official Journal of the European Union. – 2016. – URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679 (date of access: 13.03.2026).

17. Clorox says cyberattack will weigh on earnings // The Wall Street Journal. – 2023. – URL: https://www.wsj.com/articles/clorox-cyberattack-earnings-impact-116666666 (date of access: 13.03.2026).

18. Equifax's market value falls 30% after data breach // Reuters. – 2017. – URL: https://www.reuters.com/article/us-equifax-breach-idUSKCN1BR2L4 (date of access: 13.03.2026).

19. The effect of data breaches on market value : working paper / National Bureau of Economic Research. – 2022. – URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w29999/w29999.pdf (date of access: 13.03.2026).

20. Verizon, Yahoo agree to lowered $4.48 billion deal // Reuters. – 2017. – URL: https://www.reuters.com/article/us-yahoo-m-a-verizon-idUSKBN1601C0 (date of access: 13.03.2026).

21. The Gartner cyber risk quantification guide / Gartner. – 2023. – URL: https://www.gartner.com/en/audit-risk/trends/cyber-risk-quantification (date of access: 13.03.2026).

22. Allianz risk barometer 2024 / Allianz Global Corporate & Specialty. – Munich, 2024. – URL: https://www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/reports/Allianz-Risk-Barometer-2024.pdf (date of access: 13.03.2026).

UDC 336.7

CYBER RISKS AND THEIR IMPACT ON FINANCIAL STABILITY AND COMPANY VALUE

Khorolski N.V., student gr. 477603
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Lazarevich I. M. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. In the modern global economy, characterized by the total digitalization of business processes, the issue of ensuring information security has transformed from a technical task into a fundamental problem of corporate governance and macroeconomic stability [1]. The relevance of this research is due to the fact that information has become a key asset, and a company's ability to protect data directly correlates with its ability to generate profits and maintain investor confidence [2]. In an economic context, cyber risks can be defined as a form of financial threat arising from the critical dependence of business on the vulnerability of information systems [3]. A specific feature of these risks lies in their cross-border nature and their capacity to impact the entire market, creating prerequisites for systemic crises [4].

Keywords. Cyber risks, financial stability, company value, cybersecurity, market capitalization, systemic risk, digital economy, data breach, cyber resilience, quantitative risk assessment, discounted cash flow method, cost of capital, corporate governance, cyber insurance, financial hedging, stock volatility, ransomware, supply chain attacks, investment attractiveness.

180. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ГИПЕРПЕРСОНАЛИЗАЦИИ МАРКЕТИНГОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ В *IT*-СФЕРЕ

Горбель А. А. Дыдо А. В.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шкор О. Н. – ст. преподаватель, магистр экон. наук, доктор философии в обл. экономики

Аннотация. Представлена концептуальная архитектура системы гиперперсонализации маркетинговых коммуникаций, интегрирующая модели генеративного искусственного интеллекта в процессы *Account-Based Marketing* для *IT*-сферы. Оценивается экономическая и коммуникативная эффективность разработанного фреймворка с традиционными алгоритмами массовой сегментации.

Современный ландшафт цифрового маркетинга переживает фундаментальную трансформацию под влиянием технологий *GenAI* (далее Генеративный Искусственный Интеллект). В связи с этим актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью адаптации коммуникационных стратегий к новым технологическим реалиям [1]. В условиях высокой конкуренции на рынке информационных технологий (*IT*), где продукты отличаются технической сложностью, а циклы сделок занимают длительное время, традиционные методы сегментации аудитории демонстрируют значительное снижение эффективности, уступая место предиктивным алгоритмам и машинному обучению [2]. Возникает критическая потребность в переходе от массовых коммуникаций к гиперперсонализации — созданию уникального ценностного предложения для каждого отдельного клиента в режиме реального времени.

Целью работы является исследование прикладных аспектов использования генеративных нейросетей для автоматизации и повышения точности маркетинговых коммуникаций в *IT*-сфере. В рамках исследования анализируются механизмы интеграции ИИ (далее Искусственный Интеллект) в *CRM*-системы (далее Системы Управления Взаимоотношениями с Клиентами) и разрабатываются алгоритмы адаптивного взаимодействия с целевой аудиторией.

Современный *IT*-маркетинг требует глубокого понимания контекста клиента: его технологического стека, бизнес-задач и должности ЛПР (далее Лицо, Принимающее Решение). Традиционная автоматизация позволяет лишь подставлять базовые переменные в шаблонные тексты. Внедрение *GenAI* переводит этот процесс на новый уровень, позволяя генерировать смысловую часть сообщения на основе анализа цифрового следа пользователя.

В ходе исследования была разработана комплексная архитектура гиперперсонализированной коммуникации. Данная архитектура объединяет разрозненные данные о клиенте (поведение на сайте, профессиональный профиль) и использует ИИ для динамического формирования контента на каждом этапе воронки продаж. Концептуальная схема взаимодействия модулей интеллектуальной обработки данных и генерации релевантных сообщений представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Архитектура автоматизированной системы гиперперсонализации маркетинговых коммуникаций на базе *GenAI*

Архитектура демонстрирует, как неструктурированные данные преобразуются в персонализированные касания без потери технической экспертизы. Особое внимание в работе уделено

подходу *ABM* (далее *Account-Based Marketing* или Маркетинг на основе учетных записей). Интеграция *LLM* (далее Большие Языковые Модели) в системы *ABM* позволяет автоматизировать процесс создания уникальных ценностных предложений для энтерпрайз-сегмента и масштабировать B2B (далее Бизнес для Бизнеса) продажи [3]. Модели способны автоматически анализировать публичные отчеты компаний-таргетов и генерировать релевантные кейсы, демонстрируя решение специфических задач конкретной организации.

Для наглядной демонстрации эффективности предложенных алгоритмов в работе смоделирован процесс трансформации стандартного сообщения в гиперперсонализированное. Алгоритмы генеративного ИИ способны динамически адаптировать лексику, техническую глубину и аргументацию (*Tone of Voice*) в зависимости от профессионального профиля ЛПР [4]. Данные примеры можно увидеть на рисунке 2, где наглядно отображено изменение вектора коммуникации в зависимости от профиля получателя.

Рисунок 2 – Примеры адаптации маркетингового сообщения под различные роли ЛПР с помощью генеративного ИИ

Однако внедрение подобных систем сопряжено с определенными техническими и этическими вызовами. Успешная реализация стратегии гиперперсонализации требует интеграции автоматизированных модулей фактчекинга для предотвращения генерации ложной информации («галлюцинаций» нейросетей), а также использования алгоритмов анонимизации для неукоснительного соблюдения политик конфиденциальности при обработке клиентских данных [5].

Проведенное исследование подтверждает, что интеграция технологий генеративного искусственного интеллекта в маркетинговые процессы *IT*-компаний знаменует переход от вероятностного маркетинга к детерминированному. Использование предложенных фреймворков и алгоритмов позволяет значительно повысить ключевые метрики вовлеченности (*Open Rate*, *CTR*) и конверсии (*Conversion Rate*), одновременно снижая стоимость привлечения клиента (*CAC*).

Внедрение *GenAI* автоматизирует рутинные процессы создания контента, высвобождая ресурсы маркетинговых команд для стратегического планирования и оптимизации пользовательского пути. Разработанные в рамках исследования архитектурные подходы могут служить прикладной методологической базой для *IT*-предприятий, стремящихся модернизировать свои стратегии *ABM* и повысить общую экономическую эффективность цифровых коммуникаций.

Список использованных источников:

1. Dierks, A. Unlocking profitable B2B growth through gen AI / A. Dierks, R. Deveau [et al.] // McKinsey & Company Global Insights. — 2024. — April.

2. Yaprak, B. Generative Artificial Intelligence in Marketing: The Invisible Danger of AI Hallucinations / B. Yaprak // Journal of Economy Business and Management. — 2024. — Vol. 8, № 2.

3. Generative Content in B2B Communications: Personalization, Tone Drift, And the Effect on Customer LTV // The American Journals. — 2025..

4. Kshetri, N. Generative artificial intelligence in marketing: Applications, opportunities, challenges, and research agenda / N. Kshetri, Y. K. Dwivedi [et al.] // International Journal of Information Management. — 2023. — Vol. 73. — P. 102642. (Глубокая академическая статья о переходе от традиционного маркетинга к генеративным ИИ-стратегиям).

5. AI or Human Voiceover in Ads: How Pre-Exposure Affects Trust in the Advertisement, Perceived Voice Effectiveness and Mental Effort // Tilburg University Research. — 2025.

181. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВНЕДРЕНИЯ КРИПТОБАНКОВ В ФИНАНСОВУЮ СИСТЕМУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Марчук К.Г. студент гр.420604, Куновский Д.С. студент гр.420604

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Мазайский А.Г. – преподаватель Каф.Экономики

Институционализация криптобанков в финансовой системе Республики Беларусь представляет собой уникальную модель глубокой интеграции цифровых активов в национальный экономический контур, превосходящую по уровню нормативной детализации подходы ведущих мировых юрисдикций. На основе анализа положений Указа № 19 от 16 января 2026 г. в статье оцениваются макроэкономические эффекты внедрения гибридных финансовых посредников, их влияние на трансмиссионный механизм монетарной политики и фискальную устойчивость государства в контексте глобальной конкуренции цифровых гаваней.

Эволюция глобальной финансовой архитектуры в 2026 году характеризуется необратимой конвергенцией децентрализованных технологий и классических банковских институтов, что находит наиболее полное отражение в актуальной нормативной базе Республики Беларусь. Указ № 19 «О криптобанках и отдельных вопросах контроля в сфере цифровых знаков (токенов)» от 16 января 2026 г. выступает фундаментом данной трансформации, определяя криптобанки как особый тип финансовых организаций, наделенных правом совмещения операций с фиатными валютами и цифровыми активами [1]. Нормативная логика документа направлена на легализацию статуса данных посредников в качестве полноправных участников платежной системы, что радикально меняет ландшафт финансового посредничества и создает предпосылки для формирования высокотехнологичного инвестиционного хаба, способного к автономному функционированию в условиях внешней изоляции.

Сравнительный анализ международной практики регулирования цифровых активов выявляет существенные отличия белорусской модели от подходов Швейцарии (FINMA), Сингапура (MAS) и Сальвадора. В то время как швейцарская юрисдикция ограничивается расширением существующих банковских лицензий для работы с криптоактивами (кейсы Sygnum и SEBA), а Сингапур фокусируется на регулировании платежных услуг через закон «О платежных услугах» (PSA), Республика Беларусь вводит уникальную правовую дефиницию «криптобанка» как самостоятельного институционального звена. В отличие от Сальвадора, где легализация биткоина носила характер директивного внедрения платежного средства, белорусский подход базируется на создании структурированной среды, где цифровые знаки интегрированы в систему банковского надзора и пруденциального регулирования. Уникальность отечественного опыта заключается в требовании 100-процентного резервирования обязательств в токенах высоколиквидными активами, что значительно жестче стандартов частичного резервирования, применяемых в традиционных банковских системах Европы и США.

Институциональная природа криптобанков в белорусской юрисдикции базируется на принципе гибридности, при котором кастодиальное хранение ключей неразрывно связано с традиционным расчетно-кассовым обслуживанием. Указ № 19 устанавливает жесткие пруденциальные требования к минимальному размеру собственного капитала криптобанков, который в 2026 году должен составлять не менее 25 млн белорусских рублей. Регуляторная архитектура требует перехода от классических методов надзора к технологическому аудиту смарт-контрактов и мониторингу распределенных реестров в режиме реального времени. Согласно прогнозным оценкам Национального банка, интеграция криптобанков позволит снизить операционные издержки на проведение трансграничных платежей на 15–20%, что эквивалентно росту ВВП на 0,8 процентных пункта к концу 2026 года за счет активизации внешнеэкономической деятельности [2].

Макроэкономические эффекты интеграции криптобанков проявляются через качественное изменение трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики. Появление посредников, предлагающих трансграничные расчеты в токенизированных активах, модифицирует работу процентного канала: ожидается, что к четвертому кварталу 2026 года доля цифровых активов в агрегате М2 может достичь 12%. Конкуренция за сбережения домохозяйств между традиционными депозитами и процентными инструментами криптобанков вынуждает коммерческие банки повышать эффективность, что ведет к сужению процентного спреда. Риски «криптоизации» экономики нивелируются требованиями Указа № 19 о приоритетном использовании токенов, номинированных в национальном фиате, а также планируемым внедрением цифрового рубля, где криптобанки выступят ключевыми узлами распределения и верификации трансакций.

Экономический потенциал для реального сектора заключается в снижении трансакционных издержек на 15–20% при осуществлении международных платежей и возможности прямого привлечения инвестиций через выпуск обеспеченных токенов (Asset-Backed Tokens), что особенно актуально для промышленных предприятий в условиях ограниченного доступа к классическим рынкам капитала. Для частных лиц внедрение криптобанков означает демократизацию доступа к инвестиционным

продуктам: граждане получают возможность использовать легальные инструменты стейкинга и доходного фермерства, защищенные национальным правом, что позволяет хеджировать инфляционные риски эффективнее традиционных валютных вкладов. Трансформация институциональной среды стимулирует таких игроков, как Whitebird и Dzengi.com, к переходу от модели узкоспециализированных площадок к полнофункциональному криптобанкингу с ведением гибридных счетов и выпуском платежных карт, привязанных к криптоактивам. Крупнейшие государственные финансовые институты, включая ОАО «АСБ Беларусбанк», рассматривают создание обособленных цифровых подразделений для кастодиального хранения активов и обслуживания смарт-контрактов крупных экспортеров, что позволяет удерживать капитал внутри страны и формировать замкнутый контур безопасных цифровых расчетов.

Взаимодействие криптобанков с бюджетной системой приобретает характер сквозного фискального контроля, обеспечиваемого абсолютной прозрачностью трансакций в блокчейн-сетях. Специфические фискальные инструменты адаптируются к динамике цифрового сектора: постановлением Министерства по налогам и сборам № 8 от 18 февраля 2026 года установлен коэффициент доходности от операций с цифровыми знаками на уровне 0,0367, что ниже показателя 2025 года (0,0570) и направлено на стимулирование притока институционального капитала. Подготовка к запуску государственной платформы распределенного реестра (DLT) в третьем квартале 2026 года обеспечит автоматизацию налогового администрирования «на уровне кода», исключая возможность уклонения от обязательств. Ожидаемые поступления в бюджет от деятельности криптобанков и связанных с ними сервисов в 2026 году прогнозируются на уровне 4,2% от общего объема доходов сектора услуг.

Соответствие белорусской модели международным стандартам FATF и Basel III обеспечивается имплементацией «правила перемещения» (Travel Rule), обязывающего криптобанки верифицировать данные об отправителе и получателе при каждой трансакции, превышающей порог в 1000 базовых величин. Регуляторная логика Указа № 19 в этой части опирается на внедрение протоколов сквозной аналитики блокчейна, что позволяет финансовым институтам проводить автоматизированный скоринг трансакций на предмет связи с адресами, имеющими высокую степень риска (высокий риск AML-несоответствия).

Риск-ориентированный подход предполагает наложение предельно высоких коэффициентов взвешивания по риску (до 1250%) на позиции криптобанков в необеспеченных волатильных активах, таких как биткоин или эфириум, что полностью соответствует финальным стандартам Базельского комитета по банковскому надзору (BCBS) от 2024 года [3]. Это создает мощный экономический стимул для криптобанков концентрировать ликвидность в стейблкоинах, обеспеченных государственными облигациями или реальными активами (RWA — Real World Assets), минимизируя системные риски для банковского сектора в целом. Для поддержания стабильности Указ № 19 вводит обязательный норматив ликвидности цифровых активов (D-LCR), требующий наличия резервов в фиатных средствах на специальных счетах в Национальном банке в размере не менее 15% от объема выпущенных токенизированных обязательств.

Закрепление институционального статуса криптобанков в правовом поле Республики Беларусь выступает вектором укрепления суверенитета в условиях фрагментации рынков. Имплементация Указа № 19 знаменует переход от регулятивных экспериментов к системной интеграции цифровых активов в платежный ландшафт. Формирование данной экосистемы детерминирует создание каналов токенизации активов под эгидой государственного надзора. Белорусская модель, синтезирующая стандарты Базеля III и функционал смарт-контрактов, позиционирует юрисдикцию как лабораторию инжиниринга. Роль криптобанков как валидаторов цифрового рубля обеспечивает автономность контура и минимизирует риски оттока капитала. Эффективность модели прямо коррелирует с плотностью компетенций и интеграцией инструментов в бюджетные процессы. К концу 2026 г. инфраструктура позволит сформировать рынок труда на стыке банкинга и блокчейна. Институционализация сектора становится фундаментом хаба, транслирующего стандарты прозрачности.

Список использованных источников:

1. О криптобанках и отдельных вопросах контроля в сфере цифровых знаков (токенов) : Указ Президента Респ. Беларусь, 16 янв. 2026 г., № 19 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — 17.01.2026. — 3-1/22319.

2. Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.nbrb.by. — Дата доступа: 14.03.2026.

3. Prudential treatment of cryptoasset exposures [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.bis.org/bcbs/publ/d545.htm. — Дата доступа: 15.03.2026.

182. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ MARTECH-РЕШЕНИЙ В МАРКЕТИНГЕ БАНКОВ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Куликовская А.С., студентка гр.274001

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Архипова Л.И. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. В статье рассмотрены современные тенденции использования MarTech-решений в маркетинге банков. Анализируются их возможности для персонализации, автоматизации маркетинга и улучшения клиентского взаимодействия. Также рассматриваются ограничения, связанные с цифровой зрелостью банков, нормативными требованиями и инвестиционными затратами.

Цифровая трансформация оказывает существенное влияние на развитие современного бизнеса, способствуя активному внедрению инновационных технологий в маркетинговую деятельность. В условиях высокой конкуренции компании все чаще используют цифровые инструменты для автоматизации маркетинговых процессов, повышения эффективности коммуникации с клиентами и персонализации предложений.

Для обозначения технологий, повышающих эффективность маркетинговой деятельности, первоначально использовался термин MarketingTech. В дальнейшем американский предприниматель и эксперт в области маркетинговых технологий Скотт Бринкер предложил более компактное обозначение – MarTech, образованное путем объединения слов marketing и technology. В настоящее время данный термин широко используется для обозначения совокупности программных решений, цифровых платформ и онлайн-инструментов, предназначенных для привлечения, охвата, удержания и взаимодействия с клиентами [1].

Особую актуальность применение MarTech-решений приобретает в банковской сфере. Согласно исследованию Американской банковской ассоциации, около 73% банков уже используют подобные инструменты [2]. На рисунке 1 представлена динамика использования основных MarTech-инструментов в банковской сфере в период с 2024 по 2025 годы.

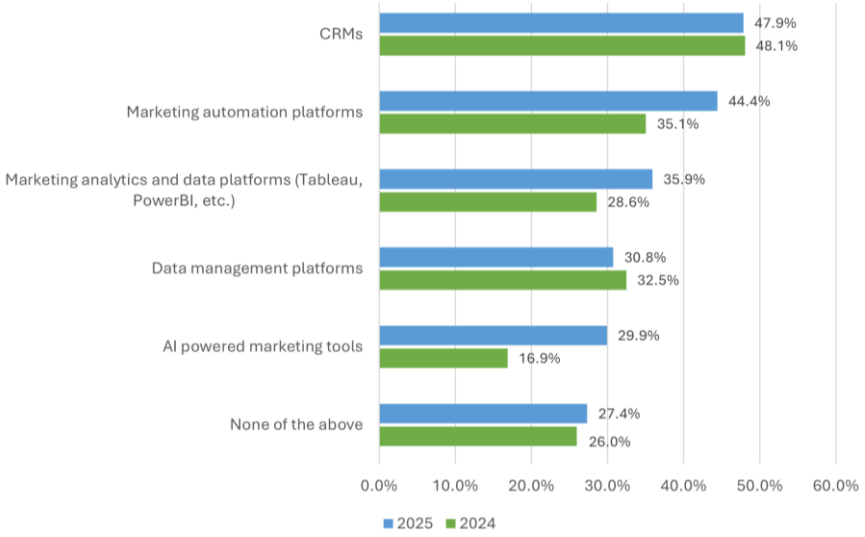


Рисунок 1 – Динамика использования MarTech-инструментов в банковском секторе за 2024-2025 годы [2]

Наиболее значительные изменения наблюдаются в применении маркетинговых инструментов, основанных на технологиях искусственного интеллекта (ИИ). За период с 2024 по 2025 год доля их использования увеличилась с 17% до 30%, что свидетельствует о возрастающем интересе компаний к ИИ-решениям в маркетинге. Среди наиболее актуальных технологий выделяются Emotion AI и AI Agents.

Emotion AI представляет собой технологию анализа эмоционального состояния клиента на основе его поведенческих и биометрических данных. Ее применение позволяет банкам

глубже понимать потребности и реакцию пользователей, что особенно важно для персонализации предложений и повышения качества клиентского опыта. Благодаря этому финансовые организации могут более точно сегментировать аудиторию, усиливать таргетинг и повышать вовлеченность.

AI Agents – это автономные программные системы, способные самостоятельно выполнять различные маркетинговые задачи, включая персонализацию контента, запуск и автоматизацию рекламных кампаний. В банковской сфере такие агенты повышают точность таргетинга, ускоряют процессы маркетинга и снижают нагрузку на сотрудников, анализируют поведение пользователей и подбирают оптимальные продукты для разных групп клиентов.

Одновременно развивается направление GEO (Generative Engine Optimization) – подход к оптимизации присутствия брендов в генеративных системах, таких как ChatGPT и Google AI. В отличие от классического SEO, где важны позиции сайта в поисковой выдаче, эффективность GEO определяется репутацией бренда, качеством контента и широтой его упоминаний [3].

Дополнительно растет интерес к TrustOps-инструментам, которые обеспечивают прозрачность, контроль и доверие к цифровым процессам и взаимодействию с клиентами. Это критически важно для банков, потому что финансовые операции требуют высокого уровня безопасности и соответствия нормативным требованиям.

Параллельно развивается направление Visual Intelligence, использующее компьютерное зрение и анализ визуальных данных для оценки контента, поведения пользователей и эффективности визуальных маркетинговых кампаний. Для банков такие технологии позволяют точнее сегментировать аудиторию, анализировать взаимодействие клиентов с цифровыми каналами и улучшать визуальные коммуникации, повышая доверие и удовлетворенность клиентов.

Внедрение современных маркетинговых технологий в банковской сфере требует учета действующих законодательных ограничений и нормативных требований. В частности, на данном этапе особое значение имеет соблюдение законодательства о защите персональных данных клиентов, в частности закона Республики Беларусь «О защите персональных данных № 99-З», который предусматривает обязанность операторов обеспечить законность обработки, предотвращать несанкционированный доступ и раскрытие, а также иметь документированную политику обработки данных [4].

Кроме того, при использовании современных маркетинговых решений необходимо учитывать требования закона Республики Беларусь «О рекламе» и Банковского кодекса Республики Беларусь, которые регулируют правила продвижения финансовых услуг, прозрачность взаимодействия с клиентами и соблюдение стандартов практики.

Также внедрение MarTech требует значительных финансовых инвестиций, включая затраты на программное обеспечение, инфраструктуру и квалифицированные кадры. Не менее важным фактором является уровень цифровой зрелости банка. Именно он позволяет оценить, насколько компания готова к реализации цифровой стратегии, эффективно ли используются технологии и в цифровые решения встроены в операционную деятельность. Соблюдение этих норм обеспечивает легитимность и доверие к цифровым инициативам банков, минимизирует юридические риски и создает основу для устойчивого внедрения инновационных инструментов маркетинга

Таким образом, внедрение MarTech-инструментов становятся ключевыми факторами развития банковской сферы, обеспечивая повышение эффективности маркетинговой деятельности. В то же время их использование требует учета нормативных ограничений, значительных финансовых вложений и достаточного уровня цифровой зрелости банков. В совокупности это определяет необходимость комплексного и взвешенного подхода к внедрению инновационных маркетинговых технологий в банковской деятельности.

Список использованных источников:

1. Бринкер, С. Agile-маркетинг. Хакерские практики для эффективного бизнеса / Скотт Бринкер; пер. с англ. И. А. Лейко; [науч.ред.Ю.Тегель]. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. – 272 с.

2. Bank marketing technology reaches a tipping point [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bankingjournal.aba.com/2025/04/bank-marketing-technology-reaches-a-tipping-point/.

3. GEO вместо SEO: как меняется поиск и почему репутация становится главным фактором видимости бренда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sostav.ru/blogs/286021/81028.

4. О защите персональных данных: Закон Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З: с изм. и доп. от 1 июня 2022 г. № 175-З – Минск: Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 2022. – 14 с.

183. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ БЛАГ В IT-СФЕРЕ

Лях Е.С., Снитко Р.Е.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шкода В.И. – старший преподаватель

В работе рассматривается понятие общественного блага и раскрывается его основная концепция. Конкретизируется понимание общественного блага в сфере цифровой экономики. Описывается проблема «безбилетника» Мансура Олсона через призму традиционного понимания общественного блага. Проводится анализ open source как одной из форм общественного блага в сфере IT.

В условиях цифровой экономики происходит трансформация классического понимания экономических категорий и процессов. В данном исследовании рассматривается модификация понятия «общественное благо» под влиянием цифровой среды.

Традиционно общественные блага обладают двумя свойствами: неконкурентностью (при потреблении блага одним человеком оно не теряет ценности для других) и неисключаемостью (практически невозможно запретить кому-либо пользоваться общественным благом) [1]. Свойство неисключаемости по определению порождает проблему «безбилетника», или же осознанное уклонение индивида от оплаты общественного блага. Решение данной проблемы на себя берет государство за счет налогов, однако частная инициатива создания все еще подвержена недопроизводству блага. Принципиально новым вектором рассмотрения проблематики создания общественного блага являются формы его производства в цифровой среде.

С точки зрения цифровой экономики общественное благо представляет собой открытое программное обеспечение, модели искусственного интеллекта, стандарты и контент, доступные всем и способствующие устойчивому развитию. Одним из ярких примеров формы общественного блага этого направления является open source, или же программное обеспечение с открытым исходным кодом. В основе производства лежит разработка бесплатного продукта высокообразованными программистами-волонтерами со скоростью инноваций, которая в некоторых отношениях опережает разработку коммерческого программного обеспечения.

Open source фундаментально отличается от классического представления общественного блага по следующим причинам:

1 Строгое определение ролей «потребитель-производитель» теряет актуальность. В open source используется понятие «просьюмеризма», где потребитель, интегрируя код под личные нужды, неизбежно выступает в роли соавтора или создателя новой версии продукта. При этом производитель является первичным потребителем своего же продукта, так как в ходе тестировки, распространения и модификации он получает бесплатную обратную связь, что помогает ему решать прикладные задачи собственной мотивации. Например, согласно исследованиям профессора Гарвардской школы бизнеса Джоша Лернера и его коллеги Жана Тироля, программист может мотивироваться как «сигнальными» стимулами (прозрачная демонстрация вклада, навыков и пользы созданного продукта создают портфолио на рынке труда, например, платформа GitHub), так и благоприятными условиями развития, которые предполагают автономию в разработке, не опираясь на коммерческий проприетарный код, специфичный для данного предприятия [2].

2 Пассивное потребление блага «безбилетником» не является убытком, а, напротив, провоцирует рост пользовательской базы, превращая технологию в рыночный стандарт (например, как это произошло с серверами Apache или ядром Linux), что генерирует косвенную ценность для производителей через **сетевые эффекты**.

3 Коммерческие компании поменяли вектор своей конкуренции с продуктами с открытым кодом на попытку стать его бенефициаром. Например, компания Microsoft, которая ранее выдвигала категоричное несогласие с политикой open source, на данный момент является одним из крупнейших контрибьюторов в ядро **Linux**, сделала открытым свой флагманский фреймворк **.NET** и приобрела платформу **GitHub**, став фактическим куратором главной экосистемы открытого кода в мире.

Таким образом, на примере open source показано, как категория «общественное благо» трансформирует его классическую модель, нивелируя проблему «безбилетника» за счёт внутренних стимулов и сетевых эффектов.

Список использованных источников:

1. Самуэльсон, П.Э. Экономика: учеб.пособие / П.Э.Самуэльсон, В.Д.Нордхаус. – М.:Изд.дом «Вильямс», 2014.–1360.

2. Лернер, Д. Простая экономика открытого исходного кода/ Д. Лернер, Ж. Тироль // Журнал промышленной экономики. – 2002. – Т. 50, № 2. – С. 197–234.

184. МЕТОДОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТОВАРНОГО АССОРТИМЕНТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Мацуганова М.Д.

Витебский государственный технологический университет
г. Витебск, Республика Беларусь

Казаков В.Е. – канд. техн. наук

Аннотация: В статье рассматриваются особенности оптимизации товарного ассортимента в электронной экономике, где традиционные методы управления запасами трансформируются под влиянием цифровых платформ и динамического ценообразования. Предлагается структурно-логическая схема оптимизации, адаптированная для цифровой среды.

Цифровая трансформация изменяет подходы к управлению ассортиментом. Электронная коммерция характеризуется высокой динамикой спроса, возможностью мгновенной корректировки цен и детализированными данными о поведении потребителей. Однако это создает вызовы: феномен «длинного хвоста» приводит к иммобилизации капитала в запасах, особенно актуальной для моделей FBO на маркетплейсах, где хранение имеет стоимостную оценку.

Базовым инструментом остается совмещенный ABC-XYZ-анализ, однако в электронной экономике его применение имеет специфику. ABC-сегментация в e-commerce часто дополняется анализом вклада в выручку с учетом затрат на продвижение, поскольку товары категории A могут требовать значительных инвестиций в контекстную рекламу для поддержания продаж. XYZ-сегментация, базирующаяся на коэффициенте вариации спроса, приобретает особое значение в условиях высокой волатильности, характерной для цифровых платформ [1].

Критически значимыми становятся затраты на хранение (на маркетплейсах тарифы дифференцированы по оборачиваемости) и расходы на привлечение трафика, достигающие 20–30% выручки для низкомаржинальных позиций [2].

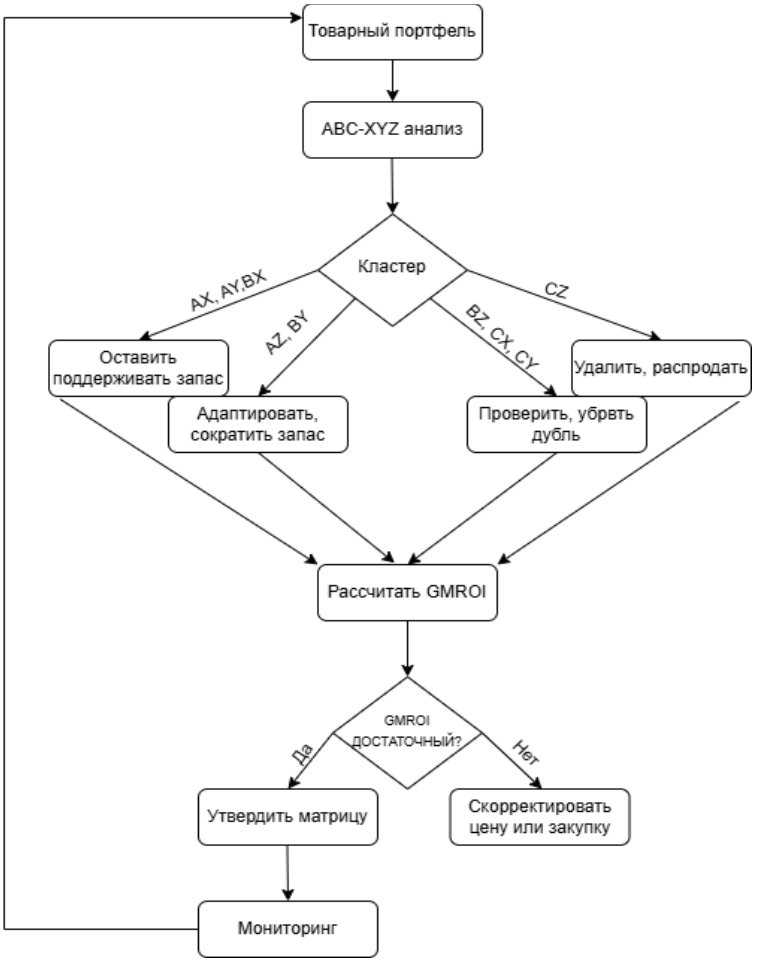


Рисунок 1 – Алгоритм оптимизации товарного ассортимента в электронной коммерции

Представленный на рисунке 1 алгоритм реализуется через последовательное выполнение четырех этапов, каждый из которых направлен на повышение эффективности ассортиментного портфеля.т

На первом этапе проводится анализ всего товарного портфеля с использованием метода ABC-XYZ. Результатом данной диагностики становится распределение каждой товарной позиции по одному из четырех укрупненных кластеров, что позволяет сформировать дифференцированный подход к управлению [3].

На основе полученной кластеризации осуществляется принятие решений, в рамках которого для каждой группы товаров применяется соответствующая стратегия. Позиции кластеров AX, AY и BX, составляющие основу прибыли при стабильном спросе, подлежат сохранению и требуют постоянного наличия на складе. Товары групп AZ и BY, характеризующиеся высокой доходностью, но нестабильным спросом, адаптируются через сокращение страхового запаса и применение динамического ценообразования. Для позиций кластеров BZ, CX и CY, демонстрирующих низкую эффективность, проводится дополнительный анализ на наличие дублирующих позиций; при обнаружении субститутов менее эффективный товар выводится из ассортимента. Наконец, неликвидные товары группы CZ подлежат немедленной стоп-закупке и распродаже остатков.

После формирования обновленной ассортиментной матрицы осуществляется расчет и корректировка интегрального показателя GMROI (Gross Margin Return on Investment) — коэффициента, отражающего рентабельность инвестиций в товарные запасы и показывающего, сколько рублей прибыли приносит каждый рубль, вложенный в запасы. В случае, если полученное значение оказывается ниже установленного целевого уровня, производится итеративная корректировка ценовых параметров или объемов закупки до достижения приемлемых значений.

Завершающим этапом выступает контроль, в рамках которого утвержденная матрица внедряется в операционную деятельность, а затем осуществляется регулярный мониторинг ключевых показателей эффективности. Данный этап замыкает управленческий цикл, обеспечивая возврат к первому этапу для постоянного пересмотра ассортимента в условиях динамично меняющейся рыночной среды [4].

Таким образом, электронная коммерция предъявляет принципиально новые требования к управлению товарным ассортиментом, обусловленные высокой динамикой спроса, цифровой природой взаимодействия с потребителем и спецификой экономики маркетплейсов. Применение предложенной методологии, адаптирующей классический ABC-XYZ-анализ к условиям e-commerce, интегрирующей показатель GMROI с учетом затрат на продвижение и хранение, а также использующей алгоритмическое управление листингами, позволяет достичь следующих результатов.

Во-первых, достигается существенное снижение затрат на хранение на маркетплейсах за счет сокращения доли низкооборачиваемых позиций (кластер CZ). Это особенно важно в условиях дифференцированных тарифов на складское обслуживание, где длительное хранение товаров с низкой скоростью продаж приводит к значительному росту операционных издержек.

Во-вторых, повышается эффективность рекламных бюджетов путем исключения товарных позиций, конкурирующих за трафик внутри собственного ассортимента. Устранение дублирующих предложений позволяет перераспределить рекламные расходы в пользу наиболее маржинальных товаров, снижая общую стоимость привлечения клиента и увеличивая отдачу от каждого вложенного в продвижение рубля.

В-третьих, обеспечивается увеличение рентабельности инвестиций в товарные запасы за счет концентрации ресурсов на позициях с прогнозируемым спросом и оптимальной логистической схемой. Фокусировка на товарах, прошедших многоступенчатую фильтрацию по критериям стабильности спроса, маржинальности и оборачиваемости, позволяет высвободить оборотный капитал, ранее иммобилизованный в неликвидах, и направить его на развитие перспективных направлений.

Таким образом, предложенная методология оптимизации ассортимента выступает не просто инструментом сокращения издержек, но и стратегическим механизмом повышения конкурентоспособности предприятия в цифровой среде. Регулярное применение ABC-XYZ-анализа, интегрированного с расчетом GMROI и учетом специфики цифровых платформ, позволяет предприятию не только минимизировать потери от иммобилизации капитала в неликвидах, но и формировать ассортиментную матрицу, максимально соответствующую актуальным потребительским предпочтениям.

Список использованных источников:

1. Стерлигова, А.Н. Управление запасами в цепях поставок : учебник / А.Н. Стерлигова. – М. : ИНФРА-М, 2020. – 430 с.

2. Лукинский, В.С. Модели и методы теории логистики : учеб. пособие / В.С. Лукинский. – СПб. : Питер, 2019. – 448 с.

3. Бланк, И.А. Управление торговым предприятием : учебник / И.А. Бланк. – М. : Эльга, 2018. – 780 с.

Оптимизация ассортимента в электронной коммерции: интеграция ABC-XYZ-анализа и инструментов динамического ценообразования / А.В. Петров [и др.] // Логистика и управление цепями поставок, 2023. – № 4. – С. 45-52.

4.Smith, A.D. E-commerce and Digital Supply Chain Management : monograph / A.D. Smith. – New York : Routledge, 2022. – 312 p.

УДК 338.242:004.9

185. ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА КУЛЬТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА

Муравейко Е. С., Палто К.В., студенты группы 477602,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И.М. – канд. экон. наук, доцент

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы цифровой трансформации системы контроля качества и культуры производства на промышленном предприятии. Проанализированы недостатки существующих методов мониторинга, основанных на бумажных носителях, и предложено решение в виде специализированного веб-приложения. Обоснована структура инвестиций в ИТ-проект и описаны качественные эффекты от автоматизации сбора и обработки данных о состоянии производственных процессов.

Введение. Современный этап развития экономики Республики Беларусь характеризуется усилением внимания к вопросам цифровой трансформации промышленных предприятий. В условиях растущей конкуренции ключевым фактором успеха становится эффективность внутренних бизнес-процессов. Инвестиции в информационные технологии позволяют оптимизировать затраты и обеспечить высокий уровень контроля качества, что особенно актуально для экспортно-ориентированных производителей.

Безопасность, качество работ и комфортные условия обеспечиваются на предприятии через комплексную систему организационных, технических, социальных и санитарно-гигиенических мер. Основная цель культуры производства – чистота на рабочих местах, дисциплина, соблюдение стандартов и психологический климат в коллективе. Объектом исследования выступает система поддержания культуры производства в ООО «Миран». В которой внедрены стандарты бережливого производства, включающие четкие требования к состоянию рабочих мест и эксплуатации оборудования. Несмотря на наличие регламентированной системы, текущий процесс контроля культуры производства содержит ряд критических проблем, снижающих эффективность управления:

1. Трудоемкость и децентрализация данных. Процесс проверки включает ежедневный обход участков, заполнение бумажных чек-листов и фиксацию нарушений на фотокамеры. Последующий перенос данных в электронные таблицы и загрузка фотографий на сервер выполняются вручную. Это создает временной лаг между моментом обнаружения проблемы и информированием ответственных лиц, что критично для оперативного устранения нарушений.

2. Сложность мониторинга повторяющихся нарушений. При ручной обработке данных крайне затруднительно отслеживать динамику по конкретным объектам или видам нарушений. Отсутствие автоматизированной системы «истории нарушений» не позволяет эффективно выявлять системные ошибки и применять настраиваемые критерии оценки для рецидивных случаев.

3. Отсутствие мобильного доступа к эталонным стандартам. В ходе проверок сотрудники вынуждены полагаться на память при оценке соответствия рабочего места стандарту. Отсутствие оперативного доступа к визуальным «эталонным состояниям» (фотографиям идеального порядка для каждого конкретного участка) непосредственно в момент проверки снижает объективность выставляемых баллов.

4. Проблемы коммуникации и информирования. Текущая схема рассылки графиков проверок и уведомлений о выявленных несоответствиях осуществляется через стандартные каналы связи, что приводит к перегрузке почты и риску пропуска важных задач. Отсутствие системы автоматических push-уведомлений для исполнителей и руководителей участков замедляет реакцию на критические замечания.

5. Сложность верификации и обоснования управленческих решений. Система мотивации на предприятии напрямую связана с результатами мониторинга культуры производства. Ручной процесс формирования сводных справок для планово-экономического отдела повышает риск ошибок в расчетах премий. В случае возникновения споров с персоналом поиск подтверждающих материалов (фотофиксации и комментариев за конкретную дату) в неструктурированных папках на сервере требует значительных временных затрат.

6. Высокие издержки на администрирование. Формирование графиков на следующую неделю, подсчет итоговых оценок по бригадам и участкам, а также подготовка аналитической отчетности занимают существенную часть рабочего времени административного персонала, которое могло быть направлено на решение стратегических задач по улучшению процессов.

Для минимизации влияния вышеописанных факторов в ООО «Миран» было разработано специализированное веб-приложение, которое представляет собой интегрированную экосистему для управления культурой производства, архитектура которого спроектирована таким образом, чтобы полностью охватить жизненный цикл процесса мониторинга. В основу визуального интерфейса легла

концепция модульности, где каждый функциональный блок отвечает за конкретный этап управленческого цикла, обеспечивая бесшовный переход данных между участниками процесса. Архитектура и функциональные модули решения:

1. Модуль «Планирование». Позволяет формировать интерактивный календарь проверок на неделю вперед. Система обеспечивает автоматическое распределение задач между ответственными лицами с привязкой к конкретным производственным участкам (СПГ, инструментальный участок, сборочный цех и др.). Интеграция системы уведомлений гарантирует своевременное информирование персонала о назначенных аудитах.

2. Модуль «Чек-листы и формы». Содержит цифровые шаблоны проверок, адаптированные под специфику каждого подразделения. Гибкий «Редактор форм» позволяет администраторам оперативно вносить изменения в критерии оценки (например, требования 5S или промышленной безопасности) без модификации программного кода.

3. Модуль «Отчеты и верификация». Служит для регистрации результатов обхода. Система поддерживает функцию фотофиксации нарушений с возможностью добавления текстовых комментариев. Модуль редактирования отчетов позволяет верифицировать данные до их окончательного сохранения в архив.

4. Модуль «Статистика и аналитика». Является ядром системы, обеспечивающим визуализацию накопленных данных. Модуль автоматически строит графики динамики баллов и гистограммы распределения нарушений по участкам и типам.

Заключение. Проведенное исследование подтверждает, что цифровая трансформация процессов мониторинга является необходимым условием для повышения эффективности управления культурой производства на современном промышленном предприятии. Разработанное специализированное веб-приложение позволяет полностью устранить недостатки традиционных методов контроля, основанных на бумажных носителях, обеспечивая переход к единому информационному пространству. Автоматизация этапов планирования, сбора данных и формирования отчетности не только существенно снижает трудозатраты управленческого персонала, но и ликвидирует временные разрывы в передаче критически важной информации.

Основная практическая ценность внедрения данного решения заключается в создании прозрачной и объективной системы оценки, основанной на принципах доказательного менеджмента. Использование инструментов фотофиксации и оперативный доступ к библиотеке эталонных стандартов минимизируют влияние человеческого фактора и субъективность при вынесении управленческих решений. Кроме того, интеграция автоматизированных алгоритмов расчета премиальных баллов способствует росту доверия со стороны персонала и повышает уровень его вовлеченности в процессы непрерывного совершенствования производственной среды.

Внедрение аналитического модуля создает фундамент для перехода предприятия к превентивной модели управления. Визуализация накопленных данных позволяет руководству своевременно выявлять скрытые закономерности и системные сбои, направляя ресурсы на устранение их первопричин. В долгосрочной перспективе использование веб-приложения будет способствовать устойчивому росту культуры производства, снижению непроизводственных потерь и укреплению конкурентных позиций ООО «Миран» за счет высокой операционной эффективности и стабильного качества организации рабочих процессов.

Список использованных источников:

1. Культура производства ООО «МИРАН»: локальный нормативный акт / ООО «Миран». – Минск, 2026. – 3 с.

2. Цифровизация промышленности: задачи, преимущества внедрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://adeptik.com/blog/cifrovizaciya-promyshlennosti/. – Дата доступа: 23.10.2023.

3. Галлямова, Т. Р. Культура производства как фактор повышения эффективности деятельности предприятия / Т. Р. Галлямова, А. Р. Закирова, А. С. Прошкина // Управленческий учет. – 2021. – № 11, ч. 1. – С. 224–231.

4. Мирошниченко М.А., Хуткубия М.Б. Формирование факторов, обусловливающих неизбежность перехода современной экономики на модель максимальной экономии и ресурсосбережения // Вестник Академии знаний. 2019. № 1(30). С. 107-113.

186. ФИНАНСОВЫЕ РИСКИ МАЛОГО БИЗНЕСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ МИНИМИЗАЦИИ

Ровкач А. М., Гаврукович А. В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И.М. – канд. экон. наук, доцент

В работе исследуются финансовые риски малого бизнеса в Республике Беларусь, а также причины высокой уязвимости бизнеса на ранних стадиях жизненного цикла. На основе анализа статистических данных Национального статистического комитета Республики Беларусь и результатов мониторинга сектора МСП раскрываются ключевые факторы, приводящие к кассовым разрывам, снижению ликвидности и прекращению деятельности в. В качестве научной новизны предлагается заимствовать опыт Сингапура, включающий развитие программ льготного кредитования, частичное возмещение затрат на модернизацию и цифровизацию, а также стимулирование долгосрочных инвестиций в перспективные проекты. Показана практическая и государственная значимость внедрения данных решений: повышение устойчивости малого бизнеса, создание рабочих мест, снижение количества закрывающихся предприятий и рост прозрачности предпринимательской среды.

Малый бизнес воспринимается как возможность самореализации, источник дохода и вклад в развитие экономики страны. Каждый год появляются сотни новых субъектов хозяйствования, что подтверждает интерес и стремление людей к предпринимательской деятельности. В последние годы в Республике Беларусь наблюдается рост числа молодых предпринимателей, запускающих стартапы в сфере услуг, включая IT сектор. Однако значительная их часть не может продолжать свою деятельность. Основные причины связаны с высокой уязвимостью предпринимателей к финансовым рискам: недостатком стартового капитала, кассовыми разрывами и непредсказуемыми изменениями законодательства, что обусловливает актуальность исследования этих рисков и поиска направлений их минимизации.

Развитие малого предпринимательства является одним из ключевых факторов устойчивости экономической системы, качества бизнес-среды и адаптации государства к глобальным изменениям. Малый бизнес формирует конкуренцию, обеспечивает занятость, стимулирует инновации и повышает мобильность экономики. Для Республики Беларусь сектор малого и среднего предпринимательства особенно важен, так как он составляет основу несырьевого экономического роста, диверсифицирует производство и способствует развитию человеческого капитала.

Однако положительные макроэкономические показатели скрывают сложное положение предпринимателей. При вкладе сектора МСП в ВВП 27,4% (2024 г.) значительная часть новых бизнесов закрывается в первые два-три года. Среди 128,9 тыс. юридических лиц МСП и 237,3 тыс. ИП (на 01.01.2025) ежегодно тысячи прекращают деятельность, что свидетельствует о высокой чувствительности к финансовым и налоговым рискам [1]. Сокращение их числа указывает на необходимость не только финансовой поддержки, но и системных инструментов предупреждения рисков [2].

Финансовые риски предпринимателей носят комплексный характер и включают потерю ликвидности, кассовые разрывы, дефицит оборотного капитала, ошибки финансового планирования, завышенные ожидания по продажам, рост издержек, инфляционные колебания и ограниченный доступ к кредитным ресурсам [3]. Кассовые разрывы становятся одним из наиболее частых проявлений финансовой нестабильности [3]. Они возникают при несоответствии сроков поступления выручки и обязательных платежей, и для микропредприятий даже кратковременная задержка может приводить к нарушению обязательств и штрафным санкциям. Во многих случаях кассовые разрывы выявляются уже постфактум, когда возможности оперативного реагирования существенно ограничены [4]. Немаловажную роль играют инфляционные и макроэкономические риски. Рост себестоимости, удорожание сырья, материалов, логистики, рост тарифов на коммунальные услуги, повышение расходов на персонал – все эти изменения существенно влияют на рентабельность малого бизнеса [3]. В результате маржинальность снижается, а способность покрывать текущие обязательства становится все более ограниченной [5].

Ограниченный доступ к финансированию выступает значимым фактором риска для малого бизнеса. Предприниматели без кредитной истории или существенного залогового обеспечения испытывают трудности с привлечением банковских ресурсов, а доступные микрозаймы характеризуются повышенными процентными ставками, что усиливает финансовую нагрузку [3]. В результате компании не всегда могут поддерживать достаточный уровень ликвидности и формировать резервный фонд для покрытия возможных потерь [4].

В этих условиях ключевой научной и практической задачей становится разработка механизмов, способных предупреждать риски до того, как они создадут угрозу устойчивости бизнеса [3].

В международной практике значительный интерес представляет опыт Сингапура, где повышение устойчивости и эффективности малого и среднего бизнеса обеспечивается за счет активной финансовой и консультационной поддержки со стороны государства. Государственные органы создают для субъектов условия, при которых доступ к финансированию, технологиям и внешним рынкам становится менее зависимым от их первоначального капитала и уровня развития внутренней инфраструктуры [6].

Важным элементом является система государственных программ кредитования, в рамках которых малые и средние предприятия могут получать займы на пополнение оборотных средств и развитие бизнеса при сниженных процентных ставках и с государственными гарантиями. Это позволяет компаниям сглаживать кассовые разрывы, поддерживать ликвидность и реализовывать проекты развития без чрезмерного роста долговой нагрузки [7].

Для проектов по модернизации, автоматизации и цифровизации предприятий используются гранты и субсидии, частично компенсирующие затраты на оборудование, программное обеспечение и услуги консультантов [8]. Подобные меры стимулируют обновление основных фондов, повышение производительности труда и снижение операционных издержек, что напрямую влияет на устойчивость бизнеса в условиях конкурентного рынка [9].

Отдельное внимание в Сингапуре уделяется поддержке инновационных компаний и стартапов, которым предоставляются специальные программы финансирования на ранних стадиях развития. Государство готово разделять риски с частными инвесторами при вложениях в перспективные проекты, что позволяет молодым предприятиям быстрее выходить на рынок и наращивать масштабы деятельности [10].

Комплексный характер государственной политики проявляется в сочетании финансовых мер с консультационной и образовательной поддержкой предпринимателей. Бизнесу доступны программы развития управленческих компетенций, помощи при выходе на внешние рынки, а также сопровождение проектов по трансформации и повышению эффективности, что дополнительно снижает вероятность ошибок в управлении и повышает выживаемость компаний [11].

Опыт Сингапура показывает, что системная поддержка малого и среднего бизнеса через льготное кредитование, субсидирование инвестиционных проектов, стимулирование инноваций и развитие предпринимательских компетенций приводит к снижению доли закрывающихся предприятий и укреплению финансовой устойчивости всего сектора. Эти подходы могут быть использованы в Республике Беларусь для разработки простых алгоритмов контроля: регулярного анализа входящих и исходящих платежей, определения критических периодов по ликвидности и систематического отслеживания изменений налогового законодательства, влияющих на конкретное предприятие. Применение этих алгоритмов в практической деятельности способствует снижению вероятности банкротства в первые годы функционирования, когда уязвимость бизнеса к финансовым рискам особенно высока.

Использование элементов сингапурского опыта, таких как развитие программ льготного кредитования, частичное возмещение затрат на модернизацию и цифровизацию, а также стимулирование долгосрочных инвестиций в перспективные проекты, может повысить эффективность национальных инструментов поддержки. Это способствует сохранению и созданию рабочих мест, увеличению налоговых поступлений и повышению прозрачности предпринимательской среды, что является важным условием устойчивого экономического роста [12].

Таким образом, результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для корректировки системы поддержки малого и среднего бизнеса, направляя ее не только на компенсацию возникающих проблем, но и на их предупреждение. Предложенные направления минимизации финансовых рисков обладают прикладным потенциалом и могут служить основой для разработки программ развития малого предпринимательства и совершенствования действующих инструментов государственной поддержки.

Список использованных источников

1. Об основных экономических показателях деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства [Электронный ресурс] // Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/strukturnaja_statistika/osnovnye-pokazateli-deyatelnosti-mikroorganizatsiy-i-malykh-organizatsiy/godovye-dannye/ob-osnovnykh-ekonomicheskikh-pokazatelyakh-deyatelnosti-subektov-malogo-i-srednego-predprinimatelstv/. – Дата доступа: 21.10.2025.

2. Малое и Среднее предпринимательство в Республике Беларусь: статистический сборник, 2024 год [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/d91/w2w4iqc52r0dnxzgsrhltggrzxs0yrf4.pdf. – Дата доступа: 21.10.2025.

3. Риджал, К. П. Предотвращение ущерба и минимизация финансовых рисков / К. П. Риджал // Вестник магистратуры [Электронный ресурс]. – 2024. – № 5–5 (152). – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/predotvraschenie-uscherba-i-minimizatsiya-finansovyh-riskov. – Дата доступа: 17.10.2025.

4. Семина, Л. А. Направления минимизации финансовых рисков организации / Л. А. Семина // Экономика Профессия Бизнес [Электронный ресурс]. – 2020. – № 3. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-minimizatsii-finansovyh-riskov-organizatsii. – Дата доступа: 17.10.2025.

5. Гусев, А. А. Управление финансовыми рисками и их минимизацией / А. А. Гусев // Теория и практика современной науки [Электронный ресурс]. – 2019. – № 5 (47). – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-finansovymi-riskami-i-ih-minimizatsiey. – Дата доступа: 17.10.2025.

6. Enterprise Financing Scheme [Электронный ресурс] // Enterprise Singapore. – Режим доступа: https://www.enterprisesg.gov.sg/financial-support/enterprise-financing-scheme. – Дата доступа: 24.11.202.

7. Effective Government Financing Schemes for SMEs in Singapore [Электронный ресурс] // Counto. – Режим доступа: https://counto.sg/effective-government-financing-schemes-for-smes-in-singapore/. – Дата доступа: 24.11.2025.

8. Singapore Startup Grants: 2026 Guide [Электронный ресурс] // Osome. – Режим доступа: https://osome.com/sg/blog/startup-grants/. – Дата доступа: 24.11.2025.

9. Enterprise Development Grant (EDG) [Электронный ресурс] // Enterprise Singapore. – Режим доступа: https://www.enterprisesg.gov.sg/financial-support/enterprise-development-grant. – Дата доступа: 12.12.2025.

10. Government-Assisted Business Loans for SMEs [Электронный ресурс] // OCBC Bank. – Режим доступа: https://www.ocbc.com/business-banking/smes/loans/government-assisted. – Дата доступа: 12.12.2025.

11. Enterprise Financing Scheme – SME Working Capital Loan [Электронный ресурс] // Enterprise Singapore. – Режим доступа: https://www.enterprisesg.gov.sg/financial-support/enterprise-financing-scheme—sme-working-capital. – Дата доступа: 14.12.2025.

12. Singapore Allocates S$440M for Tech Startup Funding [Электронный ресурс] // BuiltIn Singapore. – Режим доступа: https://builtinsingapore.com/articles/singapore-government-invests-4440m-tech-investment-fund-20241030. – Дата доступа: 14.12.2025.

187. ПРОБЛЕМА СНИЖЕНИЯ ДОВЕРИЯ К РЕКЛАМЕ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

Покатович Ю.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шкор О.Н. – доктор философии в области экономики

Аннотация. В работе рассматривается проблема снижения доверия к рекламе в социальных сетях как одно из актуальных направлений современного маркетинга. Выделены основные причины ослабления доверия аудитории, среди которых избыток рекламного контента, недостаточная прозрачность коммуникации, недостоверность отдельных сообщений и неуместность рекламных материалов. Особое внимание уделено условиям повышения доверия к рекламе в цифровой среде. Установлено, что повышение доверия к рекламе в социальных сетях связано с прозрачностью коммуникации, достоверностью содержания, полезностью контента и ответственным взаимодействием бренда с аудиторией.

Социальные сети занимают важное место в системе современных маркетинговых коммуникаций. Они используются компаниями для продвижения товаров и услуг, формирования узнаваемости бренда, поддержания контакта с аудиторией и стимулирования потребительской активности. Вместе с тем активное развитие цифровой среды обострило проблему снижения доверия пользователей к рекламным сообщениям, размещаемым на таких платформах [1].

Доверие к рекламе является важным условием ее эффективности, поскольку именно оно влияет на восприятие информации, отношение к бренду и готовность потребителя совершить целевое действие. Если рекламное сообщение воспринимается как правдивое, уместное и понятное, вероятность положительной реакции возрастает. Если же реклама вызывает сомнение, раздражение или ощущение давления, ее результативность заметно снижается. В социальных сетях эта проблема проявляется отчетливо, так как рекламный контент включается в личное информационное пространство пользователя и постоянно конкурирует с обычными публикациями, новостями, комментариями и развлекательными материалами [2].

Одной из главных причин снижения доверия к рекламе в социальных сетях является избыток рекламного контента. Современный пользователь ежедневно сталкивается с большим количеством объявлений, спонсируемых публикаций, рекомендаций блогеров, нативных интеграций и различных форм коммерческого продвижения. Внимание аудитории снижается, а сами сообщения начинают восприниматься как навязчивые и однотипные. В таких условиях реклама перестает выполнять не только убеждающую, но и информационную функцию, поскольку пользователь заранее относится к ней настороженно [3].

Не менее важной причиной является недостаточная прозрачность рекламной коммуникации. В социальных сетях реклама все чаще подается в форме, близкой к обычному пользовательскому контенту. Она может выглядеть как личная рекомендация, повседневный совет, обзор или впечатление от использования товара. Подобный формат облегчает включение рекламы в информационную ленту, однако одновременно создает риск смешения коммерческого сообщения с независимым мнением. Если пользователь не сразу понимает рекламный характер публикации, это отрицательно влияет на доверие как к самой информации, так и к бренду, который использует такие способы продвижения [6].

Серьезной проблемой остается и недостаточная достоверность рекламных сообщений. В стремлении привлечь внимание аудитории бренды нередко акцентируют только положительные стороны продукта, прибегают к преувеличениям или создают чрезмерно идеализированный образ товара. В результате реальный опыт потребления может не совпадать с тем впечатлением, которое было сформировано рекламой. Такое несоответствие особенно быстро становится заметным в социальных сетях, где пользователи активно делятся мнениями, оставляют комментарии и сравнивают собственный опыт с обещаниями бренда. Если рекламное сообщение не подтверждается на практике, формируется недоверие не только к конкретной публикации, но и к компании в целом [3].

Еще одной причиной снижения доверия выступает неуместность рекламного контента. Даже правильно оформленная реклама может восприниматься отрицательно, если она не соответствует интересам аудитории, нарушает логику потребления контента или появляется слишком часто. В социальных сетях пользователь рассчитывает на персонализированное и комфортное информационное пространство. Поэтому реклама, которая не учитывает особенности целевой аудитории, быстро вызывает раздражение [1].

Особое значение имеет и специфика рекламы у лидеров мнений. Продвижение через блогеров и авторов контента стало одним из наиболее заметных направлений цифрового маркетинга. Этот формат строится на личном доверии аудитории к конкретному человеку, его стилю общения и рекомендациям. Однако именно в данной сфере особенно остро проявляется проблема скрытого рекламного воздействия. Если коммерческая интеграция маскируется под личное мнение, у аудитории возникает ощущение обмана. В результате снижается доверие и к блогеру, и к бренду. По этой причине

открытое обозначение рекламного сотрудничества становится необходимым условием этичной и эффективной коммуникации [5].

Повышение доверия к рекламе в социальных сетях возможно прежде всего на основе прозрачности. Пользователь должен ясно понимать, где перед ним рекламное сообщение, а где размещено независимое мнение. Открытое обозначение партнерских материалов, честное указание на коммерческий характер публикации и отказ от сокрытия рекламных целей создают основу для более устойчивого восприятия информации. Прозрачность не снижает эффективность рекламы, а, напротив, делает коммуникацию более понятной и предсказуемой для аудитории [6].

Вторым важным условием является достоверность содержания. Реклама должна опираться на реальные характеристики продукта, не искажать его свойства и не формировать необоснованных ожиданий. Чем точнее рекламное сообщение отражает действительные преимущества товара или услуги, тем выше вероятность того, что потребитель воспримет его положительно. В условиях социальных сетей это особенно важно, поскольку любая неточность быстро становится предметом обсуждения [1].

Большое значение имеет полезность рекламного контента. В современной цифровой среде реклама должна не только привлекать внимание, но и выполнять содержательную функцию. Пользователь лучше воспринимает те сообщения, которые помогают ему ориентироваться в выборе, объясняют особенности продукта, отвечают на распространенные вопросы или демонстрируют реальные ситуации использования. Полезный контент воспринимается как более уважительный по отношению к аудитории, поскольку он не сводится к прямому навязыванию покупки. Именно поэтому более высокий уровень доверия вызывают обзоры, инструкции, демонстрации, комментарии специалистов и реальные примеры применения продукта [6].

Отдельного внимания заслуживает сторителлинг как способ повышения доверия к рекламе. В условиях социальных сетей сухая и прямолинейная реклама часто уступает по эффективности содержательному повествованию, связанному с жизненными ситуациями, потребностями и опытом людей. История позволяет показать продукт в более естественном контексте, сделать коммуникацию менее формальной и установить эмоциональный контакт с аудиторией. Однако сторителлинг приносит положительный результат только в том случае, если он сохраняет правдоподобие, не превращается в искусственную схему воздействия и остается связанным с реальными ценностями бренда [4].

Существенным фактором повышения доверия является и репутация компании в цифровой среде. Реклама воспринимается не отдельно, а в контексте общего отношения к бренду. Если компания поддерживает открытый диалог с пользователями, отвечает на комментарии, корректно реагирует на замечания и последовательно подтверждает качество своего продукта, ее рекламные сообщения вызывают больше доверия. Напротив, негативный фон, жалобы клиентов, игнорирование обратной связи и репутационные противоречия ослабляют воздействие даже хорошо подготовленной рекламы. Следовательно, доверие к рекламе тесно связано с доверием к самому бренду [5].

Нельзя не отметить значение умеренности в рекламной активности. Даже качественная, честная и полезная реклама может вызвать отрицательную реакцию, если пользователь сталкивается с ней слишком часто. В социальных сетях важен баланс между коммерческим продвижением и естественным информационным взаимодействием. Чрезмерное количество рекламы создает эффект давления и нарушает комфорт восприятия контента. Поэтому повышение доверия невозможно без разумного контроля частоты рекламы и без более бережного отношения к вниманию аудитории [3].

Проблема снижения доверия к рекламе в социальных сетях является одной из наиболее значимых для современного маркетинга. Она связана с перенасыщенностью цифровой среды рекламными сообщениями, недостаточной прозрачностью отдельных форматов, недостоверностью части контента, ростом критичности аудитории и распространением скрытых способов воздействия. Повышение доверия возможно при соблюдении нескольких ключевых условий: прозрачного обозначения рекламы, правдивой подачи информации, создания полезного контента, умеренности рекламной активности, корректного использования рекомендаций лидеров мнений и поддержания положительной репутации бренда. Именно такой подход позволяет сделать рекламу в социальных сетях более убедительной, этичной и эффективной, а также превратить ее из источника раздражения в полноценный инструмент содержательной коммуникации с потребителем.

Список использованных источников:

1. Котлер Ф., Келлер К. Маркетинг менеджмент. – 15-е изд. – СПб. : Питер, 2022. – 848 с.

2. Чалдини Р. Психология влияния. – СПб. : Питер, 2021. – 416 с.

3. Иванова Е.В. Реклама в социальных сетях как инструмент цифрового маркетинга // Маркетинг и маркетинговые исследования. – 2023. – № 4. – С. 25–31.

4. Сторителлинг в цифровой среде и его влияние на потребительское доверие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru. – Дата доступа: 29.03.2026.

5. Рекомендации по раскрытию рекламы для инфлюенсеров в социальных сетях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ftc.gov/system/files/documents/plain-language/1001a-influencer-guide-508_1.pdf. – Дата доступа: 29.03.2026.

6. Влияние рекламы в социальных сетях на поведение потребителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.frontiersin.org/journals/communication/articles/10.3389/fcomm.2025.1595796/full. – Дата доступа: 29.03.2026.

188. КИБЕРРИСКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИНАНСОВУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ И СТОИМОСТЬ КОМПАНИЙ

Хорольский Н.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И. М. – канд. экон. наук, доц.

В условиях современной глобальной экономики, характеризующейся тотальной цифровизацией бизнес-процессов, обеспечение информационной безопасности трансформировалось из сугубо технической задачи в фундаментальную проблему корпоративного управления [1]. Актуальность исследования обусловлена тем, что способность компании защищать свои цифровые активы теперь напрямую коррелирует с ее способностью генерировать прибыль и сохранять доверие инвесторов. В широком экономическом контексте киберриски — это специфическая форма финансовой угрозы, возникающая вследствие уязвимости информационных систем. Особенность данного вида рисков заключается в их трансграничном характере и способности воздействовать не только на конкретную компанию, но и на весь рынок, создавая предпосылки для системных кризисов [2].

В экономической литературе киберриск традиционно рассматривается как подвид операционного риска. С точки зрения теории информационной безопасности, его сущность раскрывается через нарушение трех базовых свойств информации: конфиденциальности (кража интеллектуальной собственности и клиентских баз), целостности (несанкционированная модификация финансовых реестров, подрывающая достоверность отчетности) и доступности (блокировка сервисов, ведущая к остановке операционной деятельности).

Эволюция киберугроз обусловлена тремя ключевыми факторами: экспоненциальным ростом цифровизации, геополитической напряженностью и технологическим усложнением атак [3]. В частности, злоумышленники активно применяют искусственный интеллект для автоматизации поиска уязвимостей и обхода систем защиты. Генеративные нейросети позволяют создавать фишинговые кампании высокой степени персонализации, а технологии дипфейк (deepfake) все чаще используются для компрометации корпоративных коммуникаций и авторизации мошеннических транзакций.

На современном этапе выделяются три основных вида угроз, оказывающих наиболее деструктивное влияние на корпоративный сектор. К первой категории относятся программы-вымогатели (Ransomware), подразумевающие блокировку ИТ-систем с целью получения выкупа. Тренд последних лет здесь — тактика «двойного вымогательства», включающая не только шифрование, но и угрозу публикации украденных коммерческих тайн. Не менее опасными являются масштабные утечки данных (Data Breach), то есть компрометация персональных данных, влекущая за собой жесткие регуляторные санкции и коллективные судебные иски. Третьим вектором выступают атаки на цепочки поставок (Supply Chain Attacks), заключающиеся во внедрении вредоносного кода через легитимное программное обеспечение подрядчиков. В условиях глобального аутсорсинга ИТ-услуг этот вектор использует принцип «слабого звена», позволяя хакерам получать доступ к тысячам защищенных компаний через одного уязвимого поставщика.

Влияние киберрисков реализуется на макро- и микроэкономическом уровнях. На макроуровне высокая интеграция финансовых институтов создает угрозу системных кризисов. Локальный технический сбой у облачного провайдера или в клиринговом центре способен вызвать каскадный эффект («эффект домино») и спровоцировать кризис ликвидности. Это эмпирически подтверждается инцидентами в системе межбанковских переводов SWIFT и распространением вирусов-шифровальщиков, наносящих колоссальный трансграничный ущерб. Подобные прецеденты вынуждают центральные банки и финансовые регуляторы по всему миру внедрять обязательное стресс-тестирование киберустойчивости инфраструктуры, чтобы предотвратить коллапс платежных систем.

На корпоративном (микроэкономическом) уровне киберриски трансформируются в прямые финансовые потери через изменение фундаментальных показателей оценки бизнеса. В рамках классического метода дисконтированных денежных потоков [4] негативное воздействие осуществляется по трем взаимосвязанным направлениям.

Во-первых, наблюдается эрозия операционных денежных потоков. Снижение потоков обусловлено экстраординарными потерями на расследование инцидентов, техническое восстановление периметра и уплату регуляторных штрафов, которые в европейской юрисдикции достигают 4 % от глобального оборота компании. По данным корпорации IBM, средний ущерб от одной утечки данных составляет 4,88 млн долларов США [5]. Существенным фактором также является потеря выручки от вынужденного простоя бизнеса (Business Interruption), когда компания физически не может обслуживать клиентов и отгружать товары. Кроме того, длительные простои приводят к необходимости выплаты неустоек контрагентам и разрыву долгосрочных контрактов, что наносит непоправимый удар по будущей выручке.

Во-вторых, происходит рост стоимости привлечения капитала. Ставка дисконтирования математически отражает рискованность вложений в актив. Институциональные инвесторы закладывают низкую киберустойчивость в премию за риск, что ведет к росту волатильности акций компании. Кроме того, ведущие рейтинговые агентства учитывают киберриски при присвоении кредитных рейтингов. Снижение рейтинга из-за уязвимости инфраструктуры ведет к удорожанию заемного финансирования. Увеличение средневзвешенной стоимости капитала (WACC) автоматически снижает справедливую рыночную стоимость компании. Для публичных компаний это также означает падение мультипликаторов оценки (таких как P/E, EV/EBITDA), что делает их менее привлекательными для инвесторов.

В-третьих, киберинциденты приводят к разрушению нематериальных активов. В современной экономике гудвилл и сила бренда формируют значительную часть капитализации. Падение рыночной стоимости кредитного бюро Equifax на 35 % после массовой утечки данных стало хрестоматийным примером того, как потеря доверия потребителей ведет к долгосрочному снижению доли рынка [6]. Наряду с этим, киберриски стали критическим фактором в сделках слияния и поглощения (M&A): выявление скрытых уязвимостей в ходе технологического аудита является законным основанием для существенного дисконтирования цены покупки целевой компании.

Для эффективного управления данными угрозами необходим концептуальный переход от интуитивных качественных оценок к строгому количественному моделированию. Передовым подходом является внедрение метрики «Кибер-стоимость под риском» (Cyber Value at Risk). Данная методология, основанная на стохастическом моделировании, позволяет рассчитать максимальный вероятный финансовый убыток на заданном горизонте и математически обосновать бюджет на информационную безопасность через показатель возврата инвестиций [7].

В целях обеспечения финансовой устойчивости и защиты акционерной стоимости для менеджмента компаний предлагается комплекс стратегических мер. Фундаментальным шагом является интеграция в корпоративное управление, требующая признания киберриска стратегическим бизнес-риском на уровне Совета директоров. Это подразумевает отказ от отношения к информационной безопасности как к сервисной ИТ-функции и внедрение риск-ориентированного подхода. Важным инструментом служит финансовое хеджирование через использование программ киберстрахования. Данный подход позволяет трансформировать неопределенный риск катастрофических убытков в фиксированные и прогнозируемые операционные расходы (страховые премии), что существенно снижает волатильность денежных потоков в кризисные периоды [8]. Кроме того, необходимо обеспечить операционную устойчивость посредством внедрения архитектуры «нулевого доверия» (Zero Trust), предполагающей непрерывную верификацию каждого пользователя, а также создания физически изолированных контуров резервного копирования данных для быстрого восстановления после атак вымогателей. Неотъемлемым элементом устойчивости также является формирование культуры кибергигиены среди сотрудников, поскольку человеческий фактор остается наиболее эксплуатируемой уязвимостью.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о фундаментальной трансформации киберрисков из технической категории в ключевой фактор экономической среды, определяющий финансовую устойчивость и инвестиционную привлекательность бизнеса. Выявленная взаимосвязь между уязвимостью информационных систем и рыночной капитализацией подтверждает, что игнорирование цифровых угроз ведет к неизбежной эрозии акционерной стоимости через механизмы снижения денежных потоков и роста стоимости капитала.

Преодоление данных вызовов требует перехода к комплексной стратегии управления, включающей интеграцию вопросов кибербезопасности в приоритеты Совета директоров, применение методов количественного моделирования потерь и использование инструментов финансового хеджирования. Практическая реализация предложенного комплекса мер позволит минимизировать волатильность финансовых результатов, оптимизировать структуру капитала и обеспечить долгосрочную конкурентоспособность компании в условиях цифровой экономики.

Список использованных источников:

1. Global cybersecurity outlook 2024 / World Economic Forum. – Geneva, 2024. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Cybersecurity_Outlook_2024.pdf (date of access: 17.03.2026).

2. SRC statement on financial system cyber risk resilience / Systemic Risk Council. – 2020. – URL: https://www.systemicriskcouncil.org/2020/02/src-statement-on-financial-system-cyber-risk-resilience/ (date of access: 17.03.2026).

3. Global financial stability report, April 2024 / International Monetary Fund. – Washington, 2024. – URL: https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2024/04/16/global-financial-stability-report-april-2024 (date of access: 17.03.2026).

4. Бригхэм, Ю. Финансовый менеджмент : полный курс : в 2 т. / Ю. Бригхэм, Л. Гапенски. – СПб. : Экономическая школа, 2021. – Т. 1. – 497 с.

5. Cost of a data breach report 2024 : report / IBM Security. – 2024. – URL: https://www.ibm.com/downloads/cas/1ZMX7Z24 (date of access: 17.03.2026).

6. Equifax's market value falls 30% after data breach // Reuters. – 2017. – URL: https://www.reuters.com/article/us-equifax-breach-idUSKCN1BR2L4 (date of access: 17.03.2026).

7. The Gartner cyber risk quantification guide / Gartner. – 2023. – URL: https://www.gartner.com/en/audit-risk/trends/cyber-risk-quantification (date of access: 17.03.2026).

8. Allianz risk barometer 2024 / Allianz Global Corporate & Specialty. – Munich, 2024. – URL: https://www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/reports/Allianz-Risk-Barometer-2024.pdf (date of access: 17.03.2026).

189. ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЕЛ ФИБОНАЧЧИ В МАРКЕТИНГЕ

Резникова Д.М., студент гр. 477601

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Метельский В.М. – канд. физ.-мат. наук, доцент каф. ВМ

Аннотация: В работе исследуется междисциплинарное применение ряда Фибоначчи и «золотого сечения» в маркетинговой практике. Проанализированы визуальный дизайн, стратегическое планирование и когнитивная психология. На примерах глобальных корпораций и статистических данных математически обосновано, что использование пропорции золотого сечения выступает прагматичным инструментом оптимизации пользовательского опыта, снижения стратегической неопределенности и формирования потребительского доверия.

Для понимания механизмов влияния чисел Фибоначчи на маркетинговые процессы следует рассмотреть их математическую сущность. Ряд Фибоначчи представляет собой последовательность, в которой каждое последующее число равно сумме двух предыдущих. Данный ряд неразрывно связан с константой «золотого сечения» – геометрического отражения связей между соседними числами в ряду Фибоначчи или идеальной пропорцией, приятной для визуального восприятия и эффективной для работы [1]. Для любого n-го числа Фибоначчи справедлива формула Бине, выражающая связь элементов ряда с пропорцией φ:

$$F_n = \frac{\varphi^n - (-\varphi)^{-n}}{\sqrt{5}} \quad (1),$$

где F_n – n-е число последовательности; φ≈1,61803 – иррациональная константа «золотого сечения».

Стремление отношения смежных чисел обеспечивает идеальную геометрическую прогрессию, которая находит применение в визуальном маркетинге:

$$\lim_{n\to\infty} \frac{F_n}{F_{n-1}} = \varphi \quad (2),$$

Анализ корпоративной айдентики подтверждает, что интеграция пропорции 1:1,618 напрямую влияет на коммерческие показатели. Практическим подтверждением служит архитектура логотипов всемирно известных брендов: классический логотип Apple, а также логотип Twitter графически построены на пересечении окружностей, радиусы которых строго подчинены ряду Фибоначчи (рисунок 1).

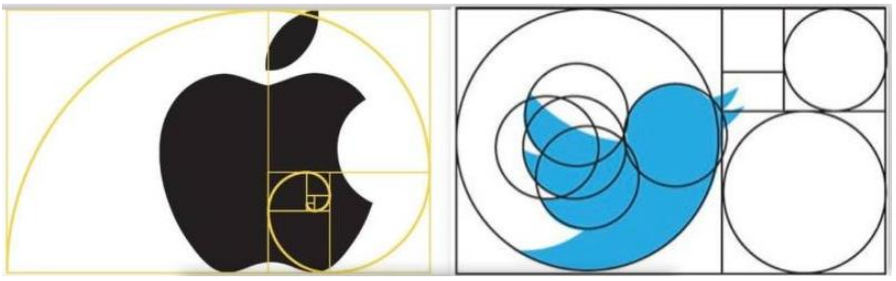


Рисунок 1 – Графический анализ логотипов брендов на основе золотого сечения

Согласно исследованиям в области нейромаркетинга с применением айтрекинга (eye-tracking) – технология отслеживания и фиксации движений глаз (взгляда) с помощью специальных приборов (айтрекеров), которая определяет, куда, как долго и в какой последовательности смотрит человек – пользователи на 53 % чаще отдают подсознательное предпочтение формам, базирующимся на пропорции «золотого сечения», при этом скорость визуального распознавания таких объектов зрительной корой объективно выше [2].

Помимо графического дизайна, принципы Фибоначчи активно применяются в пространственном мерчандайзинге и проектировании торговых площадей. Расположение товаров по так называемой «золотой спирали» управляет фокусным вниманием покупателя в ритейле. Распределение площади витрины или рекламного баннера по принципам золотого сечения (выделение примерно 62% площади на фокусный товар и 38% на сопутствующую информацию или фон) позволяет снизить сенсорную перегрузку потребителя, что статистически максимизирует конверсию.

В сфере стратегического планирования ряд Фибоначчи выступает математическим аппаратом для оценки рисков. При прогнозировании маркетинговых бюджетов и сроков реализации партнерских программ команды сталкиваются с высокой степенью неопределенности. Для минимизации погрешностей применяется метод экспертной оценки Planning Poker, программно-интегрированный в корпоративные системы управления. Данный метод использует модифицированную последовательность Фибоначчи для присвоения «веса» стратегическим задачам [3]. Нелинейность данного набора чисел помогает избежать когнитивного искажения «ложной точности» в оценках и стимулирует дискуссию при высоких расхождениях. Разница между задачами с весом 2 и 3 минимальна, однако скачок от 13 к 21 математически отражает закон экспоненциального возрастания рисков, согласуясь с психофизическим законом Вебера-Фехнера, устанавливающий, что интенсивность субъективного ощущения пропорциональна логарифму интенсивности физического раздражителя. Статистика внедрения методологии Agile (гибкой методологии) показывает, что использование нелинейной шкалы Фибоначчи вместо стандартной линейной повышает итоговую точность командных оценок бюджета и сроков реализации проектов до 40 % (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ шкал оценки рисков в стратегическом планировании

Критерий оценки	Линейная шкала	Последовательность Фибоначчи
Шаг прогрессии	Арифметический (постоянный)	Экспоненциальный (возрастающий)
Учет неопределенности	Низкий (вероятность ошибки на крупных задачах недооценивается)	Высокий (разрыв значений отражает психофизический закон Вебера-Фехнера)
Когнитивные искажения	Высокая склонность к «ложной точности» оценок	Объективное признание дисперсии и высоких рисков
Точность бюджетирования	Систематически снижается при масштабировании задач	Повышается за счет закладывания адекватного буфера ресурсов

Эффективность пропорций, основанных на ряде Фибоначчи, объясняется принципами когнитивной беглости. Эволюционно мозг человека запрограммирован на быстрый поиск фрактальных паттернов, ассоциирующихся с биологической нормой, где пропорции φ встречаются повсеместно. Визуальная и структурная информация, выстроенная по правилу золотого сечения, обрабатывается с минимальными вычислительными затратами. В психологии потребительского поведения доказано, что когнитивная легкость подсознательно переносится на сам продукт, формируя высокий уровень доверия [4].

В заключение следует отметить, что последовательность Фибоначчи и производное от нее «золотое сечение» успешно трансформировались из абстрактных математических концепций в измеримые маркетинговые инструменты. Проведенный анализ доказывает, что интеграция данной пропорции в дизайн корпоративной айдентики и пространственный мерчандайзинг математически выверяет визуальный баланс и объективно снижает когнитивную нагрузку потребителя. В сфере стратегического управления применение нелинейной прогрессии через метод Planning Poker позволяет маркетинговым командам обоснованно нивелировать риски при планировании бюджетов. В конечном итоге, использование данных математических закономерностей опирается на фундаментальные механизмы нейробиологии, обеспечивая рост лояльности аудитории и коммерческих показателей за счет подсознательного эффекта когнитивной легкости.

Список использованных источников:

1. Золотое сечение в дизайне и маркетинге: как математика влияет на продажи [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://trends.rbc.ru/trends/education/6800b4e39a79477d85de130b. – Дата доступа: 17.03.2026.

2. The Golden Mean and the Brain [Electronic resource] – Режим доступа: https://www.neurosciencemarketing.com/blog/articles/golden-mean-brain.htm. – Дата доступа: 18.03.2026.

3. Planning Poker: метод экспертной оценки задач [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://simpleone.ru/glossary/planning-poker. – Дата доступа: 20.03.2026.

4. Психология восприятия и искусство плаката (Правило золотого сечения) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://psyfactor.org/lib/lomov5.htm. – Дата доступа: 20.03.2026.

190. АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К НЕЙТРАЛИЗАЦИИ НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ТРИГГЕРОВ ОТКАЗА В СИСТЕМАХ КАРПУЛИНГА

Али Марван А.Ф.А., магистрант гр.476701

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Федосенко В.А., кандидат технических наук, доцент

Аннотация. В докладе исследуются психологические барьеры карпулинга, такие как страх перед незнакомцами и угроза приватности. Автор обосновывает, что традиционные скидки неэффективны, так как нейробиологическая реакция страха предшествует рациональной оценке выгоды. Предложена система динамического ценообразования, интегрирующая верификацию и инверсию барьеров в драйверы. Результаты моделирования генетическим алгоритмом подтверждают, что встраивание психологических триггеров в архитектуру сервиса повышает уровень его принятия без дополнительных маркетинговых затрат.

Постановка проблемы. Совместные поездки (карпулинг) обладают значительным потенциалом снижения транспортной нагрузки и углеродного следа. Тем не менее, фактический уровень принятия формата остается низким: в США лишь 5,8% запросов приходятся на совместные поездки, а 44% пользователей не желают ехать с незнакомцами [1]. Аналогичная ситуация характерна для Беларуси, где охват сервисов не достигает потенциала.

Экономическая рациональность недостаточна для объяснения этого парадокса: снижение цены само по себе не конвертируется в рост принятия. Поведенческая психология выделяет два класса факторов «психологического фильтра» (рисунок 1). Барьеры (страх, угроза приватности) снижают вероятность использования сервиса на 77% независимо от ценовой выгоды [1]. Драйверы (социальный капитал, гедонистическая ценность) способны трансформировать рутину в социально значимый опыт [3]. Итоговое решение определяется балансом этих сил: доминирование страха влечет отказ, а доверия — принятие и эмоциональную лояльность к платформе.

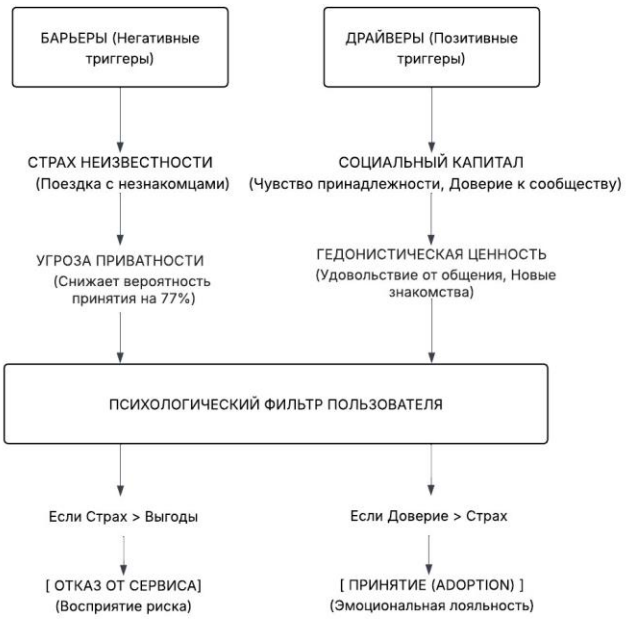


Рисунок 1 — Модель влияния психологических триггеров на принятие сервиса совместных поездок

Центральный тезис: недостаточность изолированных психологических интервенций. Существующие меры стимулирования карпулинга — информационные кампании об экологических преимуществах, программы лояльности, скидочные акции — воздействуют преимущественно на *осознанный, рациональный* уровень принятия решений. Между тем, согласно рисунку 1, психологический барьер формируется *до и ниже* уровня рационального мышления. С нейробиологической точки зрения нахождение в замкнутом пространстве транспортного средства с незнакомым человеком является эволюционным триггером, активирующим миндалевидное тело — область мозга, ответственную за реакцию «бей или беги» [4]. Лимбическая система и «рептильный мозг» обрабатывают сигнал угрозы прежде, чем неокортекс успевает приступить к рациональной

оценке ценовой выгоды. Следствием является то, что даже при существенной скидке пользователь, не преодолевший нейробиологический барьер, не перейдёт к стадии принятия.

Таким образом, внешние психологические интервенции, не изменяющие архитектуру самого сервиса, принципиально неспособны сместить баланс психологического фильтра в пользу принятия: они обращаются к неокортексу, тогда как решение об отказе уже принято лимбической системой. Данный вывод влечёт за собой ключевое методологическое следствие: барьеры должны быть преодолены непосредственно в дизайне системы — в последовательности предъявления информации, структуре ценового сигнала и механизме формирования доверия. Только при выполнении этого условия активируется правая ветвь психологического фильтра — восприятие социального капитала и гедонистической ценности, ведущее к устойчивому принятию сервиса.

Система динамического ценообразования как ответ на психологические барьеры. В рамках диссертационного исследования разработана система динамического ценообразования, ориентированная на оптимизацию заполняемости транспортных средств на межгородских маршрутах Республики Беларусь. Архитектура системы реализует принцип *«Безопасность — прежде ценообразования»*, непосредственно адресующий левую ветвь рисунка 1: верификационные данные о попутчике (рейтинг, фотоподтверждение личности) предъявляются пользователю *прежде* ценовой информации. Данная последовательность согласована с нейроповеденческой логикой: деактивация тревоги через сигналы безопасности должна предшествовать рациональной оценке стоимости, чтобы лимбическая система не заблокировала когнитивную обработку ценового предложения.

Ценовой механизм системы реализует три взаимосвязанных функции, каждая из которых адресует конкретный барьер или усиливает конкретный драйвер согласно модели рисунка 1. Во-первых, базовая цена формируется как пропорциональная доля топливных затрат водителя (≈ 0,050–0,065 BYN/км на пассажира при цене АИ-95 = 2,63 BYN/л и среднем расходе 15 км/л): такой тариф сигнализирует об отсутствии коммерческой эксплуатации, что напрямую снижает воспринимаемый риск и устраняет страх «переплатить незнакомцу». Во-вторых, динамическая скидка за незаполненность транспортного средства — до 30% при коэффициенте заполняемости $\rho \to 0$ — переосмысливает малое число попутчиков из угрозы приватности в ценовое преимущество, инвертируя барьер в драйвер: пассажир получает наименьшую цену именно тогда, когда в машине меньше всего незнакомых людей. В-третьих, бюджетно-ориентированная корректировка (снижение цены до уровня максимально допустимого бюджета пассажира при $\rho < 0{,}50$) устраняет финансовый барьер для чувствительных к цене пользователей без нарушения операционной устойчивости системы.

Алгоритмическую основу составляют два метода распределения пассажиров: детерминированный жадный алгоритм BestFit (время выполнения ≈ 5 мс) и генетический алгоритм (50 особей, 60 поколений, ≈ 16 с на сценарий). Оба метода используют единый модуль ценообразования. Принципиально важно, что генетический алгоритм демонстрирует *эмерджентное поведение*: в процессе эволюции порядка обработки пассажиров он самостоятельно, без явного программирования данного правила, помещает бюджетно-чувствительных пользователей в начало очереди — пока заполняемость транспортного средства низка и, следовательно, цена минимальна. Это эволюционно найденное решение является прямым следствием встраивания психологически обоснованной ценовой логики в функцию оценки особей алгоритма [2].

Заключение. Проведённый анализ позволяет сформулировать следующий вывод: эффективное стимулирование карпулинга принципиально невозможно посредством изолированных психологических или ценовых интервенций — необходимо системное решение, встраивающее преодоление нейробиологических барьеров в архитектуру самого сервиса. Разработанная система динамического ценообразования адресует оба уровня психологического фильтра (рисунок 1): деактивирует левую ветвь (барьеры) через прозрачность верификации и справедливость топливного тарифа, и одновременно активирует правую ветвь (драйверы) через ценовую доступность и социальный сигнал незаполненности транспортного средства. Практическим следствием является повышение уровня принятия сервиса без дополнительных маркетинговых затрат — исключительно за счёт реинжиниринга ценовой и информационной архитектуры платформы. Дальнейшим направлением исследования является валидация модели на реальных транзакционных данных белорусских перевозчиков, а также разработка гендерно-дифференцированных параметров бюджетного порога с учётом повышенной чувствительности женской аудитории к рискам безопасности [1].

Список использованных источников:

1. Gangadharaiah, R., Brooks, J., Boor, L., Kolodge, K., & Jia, Y. Barriers and Benefits: Understanding Riders' Views on Pooled Rideshare in the U.S. // Vehicles. — 2025. — Vol. 7. — Art. 13.

2. Julagasigorn, P., Banomyong, R., Grant, D.B., & Varadejsatitwong, P. What encourages people to carpool? A conceptual framework // Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. — 2021. — Vol. 12. — 100493.

3. Si, H., Shi, J., Hua, W., Cheng, L., De Vos, J., & Li, W. What influences people to choose ridesharing? // Transport Reviews. — 2023. — Vol. 43, № 6. — P. 1211–1236.

4. Stasi, A., Songa, G., Mauri, M. et al. Neuromarketing empirical approaches and food choice: A systematic review // Food Research International. — 2018. — Vol. 108. — P. 650–664.

191. ВЛИЯНИЕ КОГНИТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НА ПРИНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Змитрович А. С. студент гр.578104, Купчик М. С. студент гр.578104
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю. Ю. – старший преподаватель кафедры ЭИ, магистр

Аннотация. В данной работе проводится детальное исследование влияния психологических факторов и систематических ошибок восприятия на финансовое поведение студентов. На основе эмпирического анализа выборки из 85 студентов белорусских вузов определена степень их подверженности таким эффектам, как «ловушка невозвратных затрат», «эффект якоря», «ментальный учет» и «эффект владения». В статье анализируются причины низкой финансовой адаптации молодежи, обусловленные патерналистской моделью поведения и влиянием маркетинга в социальных сетях. Авторами предложен комплекс практических рекомендаций по использованию цифровых PFM-сервисов и психологических методик для повышения финансовой устойчивости.

Современная экономическая система функционирует в условиях тотальной цифровизации и учета чрезвычайно большого объема информационного шума, которые кардинально меняют подход потребителей к принятию решений. В эпоху избытка данных мозг человека сталкивается с дефицитом внимания, вследствие чего ограниченные когнитивные ресурсы не всегда позволяют совершать абсолютно рациональный выбор. Это неизбежно приводит к формированию устойчивых паттернов иррационального поведения, которые становятся ключевым объектом изучения теории информационного общества [1]. Еще в первой половине XX века в науке господствовала концепция классической экономики «Homo Economicus», постулирующая исключительную рациональность субъекта и его стремление к максимизации полезности на основе логического анализа. Однако работы нобелевских лауреатов Д. Канемана и Р. Талера доказали, что в реальности люди действуют под мощным влиянием различных психологических факторов и когнитивных искажений [2].

Теоретическим фундаментом данных отклонений является разделение способов мышления на две системы. «Система 1» (быстрое мышление) работает автоматически и мгновенно, предлагая решения на основе ассоциаций, в то время как «Система 2» (медленное мышление) отвечает за осознанный логический анализ и проверку интуитивных догадок. Большинство искажений возникают именно в «Системе 1» из-за стремления мозга минимизировать когнитивные усилия, что особенно критично в условиях агрессивного маркетинга. Среди наиболее значимых искажений выделяется эффект якоря, при котором человек придает слишком большое значение первым полученным данным. Вдобавок существенное влияние оказывает эффект фрейминга — зависимость решения от формы подачи информации. Классические эксперименты показали, что при положительном фрейме («спасем 200 жизней») люди выбирают менее рискованный вариант (72%), тогда как при отрицательном («погибнет 400 человек») — выбирается более рискованный вариант (78%), хотя оба варианта идентичны по результатам [3].

Особую актуальность проблема иррациональности приобретает в молодежном сегменте. Студенты представляют собой социально незащищенную группу с ограниченным бюджетом, наиболее подверженную воздействию маркетинга в социальных сетях. Важным индикатором осознания реальности в этой группе выступает «финансовая адаптация». Низкий уровень такой адаптации часто ведет к замене рационального учета эмоциональным, что сопровождается импульсивными тратами. Исследования показывают, что финансовые решения студентов характеризуются низкой склонностью к инвестициям, отказом от планирования и высокой долей расходов на развлечения. При этом характер принятия решений зависит от уровня дохода, на основе чего выделяются три модели: патерналистская (помощь родителей), рабочая (заработная плата) и экономно-ограничительная (стипендия) [4].

Для подтверждения данных тезисов нами было проведено эмпирическое исследование, в котором приняли участие 85 студентов ведущих вузов Беларуси (БГУИР, БГУ, БГУИЯ, БГЭУ и др.). Гендерный состав был распределен практически поровну: 51,8% мужчин и 48,2% женщин. Возрастной профиль (88,2% в возрасте 17–19 лет) позволил проанализировать поведение лиц на начальном этапе самостоятельной жизни. Анализ источников дохода выявил высокую степень финансовой зависимости: более 60% студентов получают средства от родителей. Это формирует патерналистскую модель поведения и снижает порог критичности восприятия цен, так как распоряжение средствами, полученными не собственным трудом, психологически дается легче. Дополнительным фактором выступает эмоциональная реактивность: молодые люди часто принимают решения под влиянием минутного стресса, что блокирует работу «Системы 2».

Эмпирическая часть исследования строилась на методе ситуативного моделирования повседневных кейсов. Проверка «эффекта якоря» при покупке одежды показала, что всего 30,6% респондентов предпочли товар с искусственно созданной скидкой от завышенной цены. Наиболее выраженным искажением в выборке оказался «эффект невозвратных затрат» (ловушка «Конкорда»). Данный феномен заставляет индивида продолжать инвестировать время или деньги в неинтересное дело только потому, что ресурсы уже были потрачены ранее. В ходе теста 64,7% студентов признали, что досмотрят скучный фильм в кинотеатре до конца, так как «билет уже оплачен». Это свидетельствует о нерациональном превалировании страха потери над текущей полезностью: студент жертвует своим невосполнимым ресурсом — временем — ради иллюзорного оправдания совершенного расхода.

Вдобавок выборка продемонстрировала неожиданную устойчивость к «эффекту нулевой цены»: в ситуации «3 по цене 2» (шоколад) 63,5% опрошенных совершили рациональный выбор, отказавшись от покупки лишнего товара. 57,6% респондентов проявили бдительность в отношении подписок, сознательно избегая бесплатных пробных периодов, чтобы не попасть в ловушку автоматических списаний.

Однако выявленные позитивные тенденции нивелируются искажением «отсутствие контроля». Несмотря на то, что 92,9% респондентов убеждены в своей финансовой дисциплинированности, фактически 76,5% из них не ведут системного учета расходов, полагаясь на память. Это создает «иллюзию контроля», при которой мелкие эмоциональные траты полностью игнорируются сознанием, создавая ложное ощущение стабильности бюджета. Возникает парадокс: студент субъективно оценивает свои траты как редкие и спонтанные, в то время как отсутствие строгого учета не позволяет ему объективно оценить реальный масштаб финансовых потерь.

Для минимизации влияния когнитивных искажений требуется внедрение комплексного подхода, сочетающего финансовое просвещение и современные технологические решения. Одной из центральных рекомендаций является переход на использование PFM-сервисов (Personal Financial Management), таких как CoinKeeper или Дзен-мани. Основное преимущество таких приложений заключается в автоматизации фиксации транзакций и визуализации данных: графическое отображение структуры расходов позволяет «Системе 2» наглядно увидеть масштаб трат, скрытых от ментального учета. Это способствует разрушению иллюзии контроля и формированию ответственного экономического поведения, что является необходимым условием повышения финансовой грамотности населения [5].

Дополнительно в практику студентов предлагается внедрить методику «отложенного решения» (правило 24 часов). Оно основано на снижении эмоционального всплеска, вызванного маркетинговыми стимулами, за счет обязательной временной паузы перед покупкой. За сутки уровень эмоциональной напряженности падает, что дает возможность провести логический анализ реальной необходимости приобретения. Кроме того эффективным является навык «обнуления ситуации» — игнорирования прошлых неудачных инвестиций при оценке текущих перспектив. Формирование подобных рациональных установок позволит студентам достичь финансового благополучия и минимизировать ошибки в условиях растущей неопределенности цифровой экономики. Сочетание психологических методов с современными инструментами контроля позволяет трансформировать пассивное потребление в осознанное управление капиталом.

Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что когнитивные искажения являются значимым фактором, формирующим экономический профиль современного студенчества. Выявленная тенденция к селективной реакции на маркетинговые стимулы указывает на прогрессирующее развитие потребительской осознанности. Тем не менее, глубинные психологические паттерны, такие как эффект неприятия потерь и дефицит системного финансового учета, продолжают провоцировать существенные иррациональные расходы. Успешная финансовая адаптация молодежи в контексте "экономики внимания" требует интеграции психологических стратегий самоконтроля и применения цифровых инструментов мониторинга. Только через понимание когнитивных механизмов и трансформацию от интуитивного к аналитическому принятию финансовых решений студенты смогут достичь устойчивого финансового благополучия и минимизировать риски в условиях динамичной и манипулятивной рыночной среды.

Список использованных источников:

1. Кастельс, М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / М. Кастельс. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. — 608 с.

2. Behavioral Economics [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w7948/w7948.pdf.

3. Влияние маркетинга и рекламы на молодежь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://os-russia.com/SBORNIKI/KON-139-1.pdf#page=98.

4. Финансовая грамотность молодежи в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/finansovaya-gramotnost-molodezhi-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki/viewer.

5. Использование мобильных приложений для обучения населения финансовой грамотности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-mobilnyh-prilozheniy-dlya-obucheniya-naseleniya-finansovoy-gramotnosti/viewer.

УДК 37.091.398-042.4(476-25)

192. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЫБОРА МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ РЕПЕТИТОРСКОГО ЦЕНТРА НА ОСНОВЕ МЕТОДА СААТИ

Павлюкович В. А., Рута А. М. студенты гр.374002

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А. А. – старший преподаватель

Аннотация. В условиях развития рынка дополнительного образования правильный выбор местоположения репетиторского центра является ключевым фактором его успешной деятельности. В работе рассматривается применение метода анализа иерархий Т. Саати для структурирования процесса выбора локации. Проведён анализ трёх районов г. Минска по демографическим, экономическим и эргономическим критериям. Результаты исследования позволяют обоснованно подходить к выбору места размещения центра с учётом приоритетов целевой аудитории и условий ведения бизнеса.

Ключевые слова. Репетиторский центр, метод Саати, многокритериальный анализ, выбор местоположения, дополнительные образовательные услуги, целевая аудитория.

В условиях высокой конкуренции на рынке образовательных услуг правильный выбор местоположения репетиторского центра является одним из ключевых факторов его успешного функционирования. Особенно это актуально для организаций дополнительного образования, где поток клиентов напрямую зависит от плотности населения, структуры потребителей (школьники, студенты, взрослые) и экономической активности района. Ошибки при выборе локации могут привести к низкой посещаемости, недостаточной выручке и, как следствие, к экономической неэффективности проекта.

Для решения задачи выбора места размещения репетиторского центра применяются методы многокритериального анализа. Одним из наиболее распространённых инструментов является метод анализа иерархий Т. Саати, который позволяет структурировать проблему выбора, определить относительную важность факторов и провести сравнительный анализ альтернатив.

Метод анализа иерархий представляет собой математический инструмент поддержки принятия решений, основанный на декомпозиции сложной проблемы на более простые элементы и последующем их попарном сравнении [1].

Основным инструментом метода является матрица попарных сравнений, в которой элементы отражают относительную важность критериев. Матрица имеет следующий вид (формула 1):

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & a_{23} \\ \frac{1}{a_{13}} & \frac{1}{a_{23}} & 1 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где a_{ij} – степень важности критерия i по сравнению с критерием j.

Для определения весов критериев используется нормализация матрицы попарных сравнений. Нормированное значение определяется по формуле 2:

$$a_{ij}^{norm} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}, \quad (2)$$

где n – количество критериев.

После нормализации вычисляется вектор приоритетов (весов критериев) по формуле 3:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{norm}}{n}, \quad (3)$$

где w_i – вес i-го критерия.

После определения весов критериев необходимо оценить степень согласованности экспертных суждений. Для этого рассчитывается максимальное собственное значение матрицы попарных сравнений λ_max и индекс согласованности.

На первом этапе матрица попарных сравнений умножается на вектор весов критериев, формируя вектор Aw, элементы которого представляют собой взвешенные суммы строк матрицы. Затем каждый

элемент вектора Aw делится на соответствующий вес критерия. Далее вычисляется максимальное собственное значение λ_max как среднее арифметическое полученных отношений.

В основе метода лежит шкала относительной важности Саати, позволяющая оценивать степень предпочтения одного критерия по отношению к другому. После формирования матрицы сравнений рассчитывается собственный вектор приоритетов, который отражает относительную значимость каждого фактора. Дополнительно вычисляется индекс согласованности, позволяющий определить корректность экспертных оценок, по следующей формуле 4:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (4)$$

где λ_{max} – максимальное собственное значение матрицы.

Однако для окончательной оценки используется отношение согласованности, которое учитывает случайную согласованность. Если значение отношения согласованности удовлетворяет условию $CR < 0{,}1$, то матрица попарных сравнений считается согласованной, а полученные веса критериев могут быть использованы в дальнейших расчётах. В противном случае необходимо пересмотреть экспертные оценки.

Для решения задачи была сформирована иерархическая структура, включающая три уровня: цель, группы критериев и альтернативные варианты размещения репетиторского центра. На верхнем уровне иерархии расположена основная цель исследования – выбор оптимального местоположения репетиторского центра в городе Минске. Второй уровень иерархии представлен тремя группами критериев: демографическими факторами, экономическими факторами и технико-эстетическими (эргономическими) характеристиками помещения.

Демографические факторы отражают потенциальный спрос на образовательные услуги. К ним относятся портрет потребителя (уровень дохода и готовность оплачивать занятия), плотность населения района (определяет потенциальный поток клиентов) и наличие целевой аудитории (школьников и студентов), формирующей стабильный спрос.

Экономические факторы определяют финансовую целесообразность размещения центра. Включают стоимость аренды квадратного метра, влияющую на уровень постоянных расходов, транспортную доступность (удобство подъезда для учащихся и их родителей) и средний уровень цен на образовательные услуги в районе, отражающий платежеспособность клиентов.

Технико-эстетические (эргономические) факторы характеризуют комфорт и привлекательность помещения. К ним относятся планировка (возможность размещения учебных зон и зон ожидания), наличие оборудованных учебных классов, а также удобство входа, наличие парковки и близость к остановкам общественного транспорта, повышающие доступность центра [2].

В качестве альтернативных вариантов размещения репетиторского центра были выбраны три района города Минска, характеризующиеся различной структурой потребителей и уровнем экономической активности. К таким районам относятся Центральный район, район проспекта Независимости вблизи учебных заведений и жилой район Каменная Горка.

Центральный район характеризуется высокой деловой активностью, развитой инфраструктурой и доступностью для клиентов из разных частей города. Проспект Независимости возле университетов отличается высокой концентрацией студентов и школьников, что формирует устойчивый спрос на услуги репетиторов. Каменная Горка представляет собой крупный жилой массив с высокой плотностью населения, где востребованы занятия для детей в шаговой доступности от дома.

На следующем этапе проводится попарное сравнение групп критериев. Экспертная оценка показала, что наибольшее влияние имеют демографические факторы, поскольку наличие целевой аудитории и её платёжеспособность напрямую определяют востребованность услуг. Экономические факторы также обладают высокой значимостью, так как арендная плата и транспортная доступность влияют на финансовую устойчивость бизнеса. Технико-эстетические характеристики помещения получили наименьший приоритет. На основе этих оценок сформирована матрица попарных сравнений (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица попарного сравнения групп критериев

Критерии	Демографические	Экономические	Эргономические
Демографические	1	2	3
Экономические	1/2	1	2
Эргономические	1/3	1/2	1
Сумма столбца	1,83	3,5	6

Далее выполняется нормализация матрицы. Для этого каждый элемент столбца делится на сумму соответствующего столбца. Это позволяет привести значения к сопоставимому масштабу и определить относительный вклад каждого критерия. Результат приведения представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Нормализованная матрица и веса критериев

Критерии	Демографические	Экономические	Эргономические	Среднее значение (вес)
Демографические	0,55	0,57	0,50	0,54
Экономические	0,27	0,29	0,33	0,30
Эргономические	0,18	0,14	0,17	0,16

Вес каждого критерия определяется как среднее арифметическое значений строки нормализованной матрицы по формуле (3). В результате расчётов веса составили: демографические факторы – 0,54, экономические – 0,30, эргономические – 0,16 [3].

Для проверки корректности экспертных оценок рассчитано отношение согласованности. Его значение составило 0,0079, что ниже допустимого порога 0,1. Это свидетельствует о высокой степени согласованности экспертных суждений, поэтому полученные веса могут использоваться в дальнейших расчётах.

После определения весов критериев проводится сравнительная оценка выбранных районов Минска по каждому фактору. Для каждого критерия строится отдельная матрица попарных сравнений альтернативных локаций. Итоговый показатель привлекательности локации рассчитывается как взвешенная сумма оценок по всем критериям (формула 5):

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \cdot r_{ij}, \tag{5}$$

где S_i – интегральная оценка i-й локации;

w_j – вес j-го критерия;

r_{ij} – оценка альтернативы i по критерию j.

В результате агрегирования всех оценок определяется интегральный показатель привлекательности каждой локации. Наиболее высокий итоговый вес соответствует наиболее предпочтительному варианту размещения репетиторского центра.

Оценка по демографическим факторам показала, что наиболее привлекательным является район Каменная Горка. Проспект Независимости занял второе место, Центральный район – третье. Анализ по экономическим факторам выявил лидерство проспекта Независимости, Каменная Горка – на втором месте, Центральный район – на третьем. По эргономическим факторам наиболее высокие оценки получили Каменная Горка и Центральный район, тогда как проспект Независимости оказался наименее приспособленным с точки зрения комфорта помещений.

Далее проведена сравнительная оценка трёх районов Минска по каждому критерию. Для каждого критерия строилась матрица попарных сравнений альтернатив. Итоговый показатель привлекательности локации рассчитывается как взвешенная сумма оценок по всем критериям.

Оценка по демографическим факторам показала, что наиболее привлекательным является район Каменная Горка, получивший наибольший вес. Анализ по экономическим факторам выявил лидерство проспекта Независимости. По эргономическим факторам наиболее высокие оценки получили Каменная Горка и Центральный район, тогда как проспект

Результаты расчётов показывают, что наиболее привлекательным местом для открытия репетиторского центра является район проспекта Независимости вблизи учебных заведений. Данный район характеризуется высокой концентрацией целевой аудитории, устойчивым спросом на образовательные услуги и относительно приемлемым уровнем арендной платы. Каменная Горка занимает второе место: несмотря на высокую плотность населения, уровень доходов здесь ниже, а транспортная доступность уступает центральным районам. Центральный район обладает развитой инфраструктурой, однако высокая стоимость аренды и значительная конкуренция снижают его привлекательность.

Применение метода анализа иерархий позволило структурировать процесс выбора местоположения репетиторского центра и учесть влияние демографических, экономических и эргономических факторов. Полученная модель может быть использована предпринимателями и инвесторами при принятии решений о размещении организаций дополнительного образования, а также адаптирована для анализа других видов бизнеса.

Список использованных источников:

1. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати ; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – Москва : Радио и связь, 1993. – 278 с.

2. Косолапоева, А. А. Применение метода анализа иерархий при выборе места расположения торгового предприятия / А. А. Косолапоева, А. А. Полякова // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 4 (153). – С. 1234–1239.

3. Регионы Республики Беларусь, 2025 : статистический сборник : в 2 т. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск : Белстат, 2025.

UDC 37.091.398-042.4(476-25)

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR CHOOSING THE LOCATION OF A TUTORING CENTER BASED ON THE SAATI METHOD

Pavlyukovich V. A., Ruta A. M. students of group 374002

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Efremov A. A. – senior lecturer

Annotation. In the context of the development of the additional education market, choosing the right location for a tutoring center is a key factor in its successful operation. The paper considers the application of T. Saaty's analysis of hierarchies method for structuring the location selection process. An analysis of three districts of Minsk city based on demographic, economic and ergonomic criteria is carried out. The results of the study allow for a reasonable approach to the choice of the location of the center, taking into account the priorities of the target audience and the conditions of doing business.

Keywords. Tutor center, Saaty method, multi-criteria analysis, location selection, additional educational services, target audience.

УДК 339.138:004

193. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ КАНАЛОВ ЛИДОГЕНЕРАЦИИ В ЦИФРОВОМ МАРКЕТИНГЕ

Стасевич М. А., студент гр. 578101, Вежновец В. И., студент гр. 578101

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Инженерно-экономический факультет,
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович Ю. Ю. – старший преподаватель, магистр

В современных макроэкономических реалиях проц ессы цифрового маркетинга и лидогенерации претерпели фундаментальную трансформацию. Переход от экстенсивных моделей охвата к интенсивным стратегиям требует от бизнеса применения принципиально новых подходов, базирующихся на глубоком анализе данных (data-driven подход). Успешность маркетинговых кампаний больше не измеряется валовым объемом трафика; критической потребностью становится точный контроль над бюджетами и расчет реальной окупаемости инвестиций.

Основной проблемой выступает нелинейность современного пути потребителя, требующая применения комплексного аналитического аппарата. В основе современной методологии оценки эффективности лежит модель оплаты за конкретное действие (CPA) и мониторинг ключевых финансовых показателей: стоимости привлечения квалифицированного лида (CPL), стоимости привлечения клиента (CAC) и возврата маркетинговых инвестиций (ROMI) [1].

Для формирования объективной картины результативности необходимо внедрение систем сквозной аналитики. Программная интеграция корпоративного веб-ресурса, рекламных кабинетов и CRM-систем с использованием параметризованных UTM-меток позволяет связать рекламный клик, поведение пользователя на сайте и конечную транзакцию в единую информационную цепь. Это дает возможность применять различные модели атрибуции для оценки вклада каждого канала в итоговую прибыль.

Специфика современных каналов привлечения трафика требует дифференцированного подхода. В сфере поисковой оптимизации (SEO) алгоритмы ранжирования базируются на концепции E-E-A-T и оценке технического состояния ресурсов (Core Web Vitals). В сегменте таргетированной рекламы и SMM фокус смещается на построение замкнутых экосистем, гиперперсонализацию и комьюнити-менеджмент.

Практическая оптимизация каналов лидогенерации достигается за счет синергии качественного веб-интерфейса и внедрения инструментов автоматизации. Грамотно спроектированная архитектура сайта и проработанный UX/UI дизайн выступают главными факторами снижения показателя отказов и повышения коэффициента конверсии (CR). Дополнительную эффективность обеспечивает развертывание на сайтах и в мессенджерах интеллектуальных чат-ботов. Данные системы берут на себя первичную квалификацию лидов, автоматизируя рутинные процессы сбора данных в режиме 24/7 и радикально снижая нагрузку на отделы продаж [2].

Таким образом, эффективность современной лидогенерации определяется способностью интегрировать различные каналы коммуникации в единую бесшовную омниканальную воронку, опираясь на строгий математический расчет и непрерывную автоматизацию бизнес-процессов.

Список использованных источников:

1. Романенкова, О. Н. Digital-маркетинг : учебник и практикум для вузов / О. Н. Романенкова. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 302 с.

2. 74% белорусов узнают о товарах через соцсети и блоги: главные цифровые тенденции 2025 года [Электронный ресурс] // Wunder Digital. – Режим доступа: https://wunder-digital.by/74-belorusov-uznayut-o-tovarah-cherez-sotsseti-i-blogi-glavnye-tsifrovye-tendentsii-2025-goda/. – Дата доступа: 28.03.2026.

УДК 338.51:[339.3+339.522-028.27]

194. ОСОБЕННОСТИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ МАРКЕТПЛЕЙСОВ

Павлюкович В.А., Драб А.А. студенты гр.374002

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И.М. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. В работе исследуются особенности ценообразования национальных и зарубежных маркетплейсов. Проведен сравнительный анализ моделей формирования цен на платформах Wildberries, Ozon, Amazon, Emall и Deal.by. Выявлены ключевые различия в степени участия платформы в ценообразовании – от алгоритмически управляемых систем до полностью автономных моделей. Определены основные проблемы белорусских маркетплейсов, связанные с ограниченным использованием инструментов ценовой аналитики и управления спросом. Предложены направления совершенствования, включающие внедрение рекомендательного динамического ценообразования и аналитических сервисов для продавцов.

Ключевые слова. Ценообразование, маркетплейсы, алгоритмическое ценообразование, ценовая аналитика, сравнительный анализ, цифровые платформы.

В условиях стремительной цифровизации экономики активно развиваются продажи в интернете. Белорусский рынок не является исключением. Маркетплейсы становятся ключевыми участниками рынка, формируя новые правила взаимодействия между продавцами и покупателями. Условия формирования цены на платформах разнятся, поэтому важным этапом исследования является изучение применяемых схем ценообразования и их сравнительная характеристика.

Wildberries. Ценообразование представляет собой систему, сочетающую самостоятельное установление цены продавцом и активное участие платформы. Продавец определяет и изменяет розничную цену товара, включая в нее все сопутствующие расходы (упаковка, логистика, налоги), а также может применять скидки. Платформа оказывает значительное влияние на конечную цену. Она вправе применять дополнительные скидки без согласования с продавцом, при этом его выручка, как правило, сохраняется на уровне установленной цены. В результате формируется двухуровневая система ценообразования, включающая базовую цену продавца и финальную цену для покупателя. Особенности ценообразования Wildberries: 1. Использование алгоритмических механизмов регулирования цен: а) при низкой оборачиваемости товара платформа инициирует их постепенное снижение: если продавец не корректирует стоимость, система автоматически применяет скидки с увеличивающейся глубиной. Это указывает на алгоритмический характер модели ценообразования; б) осуществляется контроль цен, выявляя случаи значительного отклонения от среднерыночного уровня. 2. Составные элементы цены: а) издержки (комиссии, расходы на логистику, хранение и обработку товаров). Данные затраты удерживаются из выручки продавца и зависят от характеристик товара (вес, габариты, категория), а также от используемой модели исполнения заказов (таблица 1), что усиливает зависимость процесса ценообразования от инфраструктуры маркетплейса.

Таблица 1 – Модели исполнения заказов Wildberries, определяющие стоимость товара

Модель	Характеристика
«Склад WB» (FBW)	Товар продается со склада Wildberries. Продавец отправляет на этот склад подготовленную партию. После приемки платформа берет на себя все остальное – упаковку, хранение, доставку и возвраты.
«Маркетплейс» (FBS)	Товары хранятся на складе продавца. Продавец отвечает за упаковку и отправку каждого отдельного заказа на склад Wildberries.
«Курьером WB» (DBW)	Предназначена исключительно для продажи сверхгабаритных товаров (СГТ). Они хранятся на складе или в точках продаж продавца. Курьер Wildberries забирает заказы и доставляет покупателям.
«Витрина» (DBS)	Продавец сам хранит товар и доставляет его покупателю. Wildberries в этом случае выступает как онлайн-витрина продукции и берет на себя размещение товара на сайте, прием оплаты и передачу заказа продавцам.
«Витрина Экспресс» (EDBS)	Отличается скоростью доставки. У EDBS на занимает от 1 до 4 часов, в то время как у DBS срок доставки составляет от 5 часов до 35 дней.
«Самовывоз из магазина продавца» (C&C)	Товары продаются через Wildberries, но хранятся у продавца – в магазине или на собственном складе. После оформления заказа продавец комплектует его, а покупатель сам приходит за товаром в точку выдачи.

б) Вознаграждения платформы. В стоимость товара помимо выставленной продавцом цены, входит вознаграждение, которое продавец предоставляет Wildberries и которое рассчитывается по следующей формуле (1):

$$В = Рц \cdot (КВВ – КМ + КС) – И, \quad (1)$$

где В - вознаграждение Wildberries за исполнение поручения в отношении товара;

Рц – розничная цена Продавца, включая предоставленные продавцом скидки на товар;

КВВ – коэффициент вознаграждения Wildberries;

КМ – коэффициент маркетинговых мероприятий;

КС – коэффициент при продажах со склада Продавца;

И – сумма издержек, понесенных Wildberries при исполнении поручения в отношении товара и подлежащих возмещению продавцом согласно договору.

Центральное место в данной системе занимает коэффициент вознаграждения (КВВ), представляющий собой процент комиссии маркетплейса. Его величина определяется категорией товара (например, для электроники – 5-12%, для одежды и аксессуаров – 20–30% и выше). Это приводит к тому, что товары с одинаковой себестоимостью требуют различного уровня розничной цены для обеспечения сопоставимой рентабельности [1]. КВВ не является фиксированным значением и не может быть менее 1%, рассчитывается по формуле (2):

$$КВВ = (X + Y – \text{скидка } WB \text{ в процентах}), \quad (2)$$

где *X* – это значение в %, определяемое по таблице значений расчета КВВ [1], в зависимости от категории товара и модели продажи;

Y – это значение в %, определяемое в зависимости от того, какие опции (дополнительные услуги) выбрал в тарифном конструкторе продавец.

Таким образом, цена на Wildberries формируется не только продавцом, но и самой платформой, а также зависит от логистических, комиссионных и алгоритмических факторов [2].

Ozon. Ценообразование формально остается в зоне ответственности продавца, однако фактически формируется под значительным влиянием платформы. Существенное влияние на формирование цены оказывает выбранная схема работы с маркетплейсом (таблица 2).

Таблица 2 – Модели исполнения заказов Ozon, определяющие стоимость товара

Модель	Характеристика
FBO (Fulfillment by Ozon	Продавец передает товары на склады Ozon, после чего маркетплейс полностью берет на себя хранение, упаковку, обработку заказов и доставку покупателю.
FBS (Fulfillment by Seller)	Товар хранится на складе продавца, который самостоятельно занимается сборкой и упаковкой заказов, после чего передает их в логистическую систему Ozon для доставки покупателю.
realFBS	Продавец самостоятельно отвечает не только за хранение и упаковку, но и за доставку товара покупателю (через собственные или сторонние службы доставки).

Минимальная цена товара диктуется не только рынком, но и суммой платформенных издержек (логистика, хранение, комиссии), которые варьируются в зависимости от выбранной модели работы и габаритов заказа. Отличительная особенность состоит в том, что Ozon может напрямую влиять на цену посредством автоматических скидок и алгоритмического регулирования. Платформа формирует такие условия, при которых продавец вынужден самостоятельно оптимизировать цену с учетом комиссий, логистики и конкурентной среды [3, 4].

Amazon. Используется интегрированная система алгоритмического и динамического ценообразования, обеспечивающие высокую частоту обновления цен и их постоянную адаптацию к рыночным условиям. Особенности ценообразования Amazon: 1. Использование алгоритмических и динамических механизмов регулирования цен осуществляется посредством: а) динамического ценообразования, включающего в стоимость товаров такие факторы как уровень конкуренции, спрос, сезонность, время и внешние рыночные факторы. Цены на платформе оперативно подстраиваются под глобальный рынок благодаря постоянному сравнению с конкурентами; б) стратегии усиления ценовой конкуренции, включая модель «лидера убытков», поведенческие инструменты (якорные цены, ограниченные предложения); в) персонализированного ценообразования, при котором цена или видимость товара могут варьироваться в зависимости от характеристик пользователя. 2. Составные элементы цены: а) вознаграждение, которое зависит от категории товара и может составлять от 8% до 15%. Рассчитывается от полной стоимости продажи; б) дополнительные платежи: подписка, фиксированные платежи за единицу товара и различные операционные сборы [5, 6, 7].

Amazon является наиболее эффективным примером современной платформенной модели ценообразования, в которой цена является не статическим показателем, а инструментом стратегического управления спросом, конкуренцией и пользовательским поведением.

Emall. В отличие от сложных многоуровневых систем ценообразования, реализованных на Wildberries и Ozon, Emall использует упрощенную модель. 1.Особенности модели Emall: а) простота тарифной модели (платформа использует ограниченное число правил и не строит ценообразование на множестве коэффициентов, и не связывает его с разветвленной системой логистических и сервисных тарифов); б) низкий уровень платформенного вмешательства в цену (не использует алгоритмы автоматического изменения цен, не применяет механизмы принудительного снижения цены, не формирует многоуровневую систему коэффициентов и не оказывает такого сильного давления на продавца через внутренние правила платформы, как крупные международные маркетплейсы). 2. Составные элементы цены: а) Фиксированная комиссия в зависимости от категории товара (например, 2% – для категории «Электроника», 8% – для остальных товаров). При этом комиссия начисляется по итогам отчетного периода, а не удерживается в момент продажи, что упрощает финансовое планирование продавцов; б) расходы на доставку, которые оплачиваются по тарифам стороннего оператора согласно договору возмездного оказания услуг по пересылке внутренних почтовых отправлений и зависят от веса отправления [8]. Отличительной особенностью является то, что в модели Emall отсутствуют расходы на хранение, приемку, участие в обязательных акциях или штрафы за операционные отклонения, что характерно для более развитых платформ. 3. Недостатки: а) отсутствие динамического ценообразования: исключение алгоритмов автоматического пересчета цены лишает систему гибкости. Цена не реагирует на изменение спроса и товарных остатков или ценовое давление со стороны конкурентов в режиме реального времени; б) снижение конкурентоспособности платформы: в долгосрочной перспективе отсутствие инструментов «ценовой оптимизации» может привести к вытеснению более технологичными платформами, которые эффективнее управляют потребительским поведением через цену; в) перекладывание аналитической нагрузки на продавца: поскольку платформа не предоставляет инструментов подсказки «оптимальной цены», риск установления ошибочной стоимости полностью лежит на продавце, что может привести к затовариванию или потере маржи.

В итоге, ценообразование на Emall можно охарактеризовать как максимально упрощенную модель, в которой отсутствуют сложные механизмы платформенного управления ценой. С одной стороны, это снижает барьеры входа и делает площадку привлекательной для локальных продавцов, с другой – ограничивает использование современных инструментов ценовой оптимизации, что может снижать конкурентоспособность платформы в долгосрочной перспективе [9].

Deal.by. Ценообразование на платформе представляет собой сервисную (подписочную) модель. Deal.by не участвует в формировании цены и не взимает комиссию с продаж, предлагая вместо этого платные тарифные пакеты (таблица 3), обеспечивающие доступ к функционалу размещения и продвижения интернет-магазина.

Таблица 3 – Тарифная модель Deal.by

Характеристика	Стандарт	Стандарт5	Стандарт10	Лайт	Ультра
Полнофункциональный интернет-магазин	+	+	+	+	+
Мобильная версия сайта	+	+	+	+	+
Поддержка персонального менеджера	+	+	+	+	+
Бюджет на ProSale на портале, р.	100	260	700	300	700
Выделенная зона в каталоге Premium Deal.by, р.	160	160	160	160	160
Premium-дизайн, р.	–	–	–	160	160
Полная цена, р./год	–	1020	1460	1220	1620
Специальная цена, р./год	860	969	1314	1060	1390

В отличие от комиссионных моделей, Deal.by реализует модель фиксированных затрат – цена товара полностью определяется продавцом и не зависит от платформенных алгоритмов или удержаний. Однако можем отметить некоторые недостатки подобной модели: а) отсутствие участия платформы в формировании цены: ценообразование полностью переносится на уровень продавца; б) доход платформы не зависит от объема продаж и уровня цен, поэтому отсутствует заинтересованность в развитии инструментов динамического или алгоритмического ценообразования; в) отсутствие механизмов массовых акций, автоматических скидок, ценовых рекомендаций и других инструментов, позволяющих гибко управлять спросом. В итоге можно отметить, что влияние платформы на цену носит косвенный характер и реализуется через инструменты продвижения. Использование премиального размещения повышает видимость товаров и их конкурентоспособность, однако сама цена не регулируется и не изменяется алгоритмически. В целом модель Deal.by можно охарактеризовать как инфраструктурную: платформа выступает поставщиком цифровой среды, а не участником

ценообразования. Это обеспечивает прозрачность и предсказуемость, но ограничивает применение инструментов динамического и алгоритмического ценообразования [10].

Анализ национальных маркетплейсов показал, что они минимально вмешиваются в ценообразование продавцов по сравнению с зарубежными платформами. В частности:

Для Emall ключевым вектором развития будет преодоление технологического разрыва с международными лидерами при сохранении автономности продавца. Предлагается внедрение системы рекомендательного ценообразования, базирующейся на опыте Wildberries, Amazon и Ozon: 1. Разработать и внедрить для продавцов Emall инструменты, позволяющие системе автоматически корректировать цену в заданном продавцом диапазоне (коридоре) в зависимости от цен конкурентов на других площадках. 2. Интегрировать в личные кабинеты продавцов блоки предиктивной аналитики, которые будут подсвечивать товары с низкой оборачиваемостью и предлагать оптимальный процент скидки для ускорения продаж. Такой подход позволил бы сохранить автономию продавца и сделать процесс ценообразования более обоснованным и рыночно ориентированным.

Для Deal.by подход должен быть иным, так как модель является сервисной, ее конкурентоспособность зависит от качества инструментов, которые помогают продавцу эффективно управлять собственной маржой в условиях фиксированных затрат, поэтому необходимо развивать аналитические механизмы. Рекомендуются следующие меры из опыта Amazon: 1. Внедрение встроенных калькуляторов юнит-экономики: Создание сервисов для автоматического расчета точки безубыточности с учетом стоимости тарифного пакета, рекламного бюджета (ProSale) и логистических издержек. Это позволит продавцам точнее определять минимально допустимую цену товара. 2. Внедрение механизмов bundle-предложений. Если покупатель берет два связанных товара, система автоматически предлагает скидку, которую платформа и продавец делят пропорционально.

Реализация предложенных мер позволит национальным маркетплейсам перейти к более зрелым стратегиям управления продажами, обеспечивая баланс между интересами платформы, продавцов и конечных потребителей. Такой подход трансформирует национальные маркетплейсы из простых витрин в высокотехнологичные экосистемы, способные гибко адаптироваться к рыночным изменениям.

Список использованных источников:

1. Таблица со значениями для расчета КВВ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://static-basket-02.wbbasket.ru/vol20/folder/comission/KVV_fbw_fbs_dbw_dbs_edbs_cc_20250919.pdf – Дата обращения: 28.03.2026

2. Оферта о реализации товара на сайте wildberries. [Электронный ресурс] – chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://static-basket-02.wbbasket.ru/vol20/offers/prd/product_by/50/0042c53c-e92b-4926-99c8-59a15a6ac6af.pdf – Дата обращения: 28.03.2026

1. Договор на размещение товаров из-за рубежа на Платформе Ozon [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://seller-edu.ozon.ru/libra/contract-for-sellers/contract-goods/contract-for-sell-goods-on ozon?rr=1&abt_att=1&origin_referer=www.google.com – Дата обращения: 28.03.2026

2. Расходы на доставку до покупателя [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://docs.ozon.by/global/commissions/ozon-fees/delivery-expenses/?country=BY&__rr=1&abt_att=1. – Дата обращения: 28.03.2026

3. Selling on Amazon fee schedule [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://sellercentral.amazon.com/help/hub/reference/external/G200336920

4. Как динамические цены на Amazon и AliExpress приводят к товарам за $24 млн [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/501582/ – Дата обращения: 28.03.2026

5. Стратегия ценообразования Amazon: как оставаться конкурентоспособным, не обесценивая свой бренд [Электронный ресурс] – Режим доступа: Стратегия ценообразования Amazon: как оставаться конкурентоспособным, не обесценивая свой бренд – Дата обращения: 28.03.2026

6. Об утверждении тарифов [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://api-preprod.emall.by/tarifs.pdf – Дата обращения: 28.03.2026

7. Тарифы. Помощь продавцу [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://emall.by/information/help-seller/144?srsltid=AfmBOoqishRrNQnzInCeWCJURZMVhzT2zNM0QSOJPLn9S1Eg8wXlXcMo – Дата обращения: 28.03.2026

8. Как начать продавать на Deal.by [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://my.deal.by/how_to_order – Дата обращения: 28.03.2026

UDC 338.51:[339.3+339.522-028.27]

PRICING FEATURES OF FOREIGN AND NATIONAL MARKETPLACES

Pavlucovich V.A., Drab A.A., students of 374002 group

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lazarevich I.M. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Annotation. The paper examines the specifics of pricing on national and foreign marketplaces. A comparative analysis of pricing models on the platforms Wildberries, Ozon, Amazon, AliExpress, Emall and Deal.by . Key differences in the degree of the platform's participation in pricing have been identified, ranging from algorithmically controlled systems to fully autonomous models. The main problems of Belarusian marketplaces related to the limited use of price analytics and demand management tools have been identified. The directions of improvement are proposed, including the introduction of recommendatory dynamic pricing and analytical services for sellers.

Keywords. Pricing, marketplaces, algorithmic pricing, price analytics, comparative analysis, digital platforms.

УДК [339.138:004]:631

195. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МАРКЕТИНГА В АПК: ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ И МАРКЕТИНГОВЫХ СТРАТЕГИЙ

Кабак Н.О., Сачивко Н.С., магистранты гр. 476741
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Фролова Д. А. – ст. препод. каф экономики, магистр экон. наук

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы сбыта в агропромышленном комплексе (АПК) Республики Беларусь, связанные с недостаточной интеграцией маркетинговых инструментов и прогнозных моделей спроса. Предложена модель цифровой трансформации маркетинга в АПК, основанная на гибридном подходе к прогнозированию (SARIMA + XGBoost) и интеграции данных из традиционных и цифровых источников (CRM, маркетплейсы). Представлены результаты тестирования модели. Обоснованы экономические эффекты от внедрения предложенного подхода: сокращение потерь от затоваривания, снижение убытков от вынужденной реализации, оптимизация логистики и повышение эффективности маркетинговых коммуникаций.

Ключевые слова. АПК, агропромышленный комплекс, цифровая трансформация, маркетинг, прогнозные модели, SARIMA, XGBoost, интеграция данных, спрос, сбыт, экономическая эффективность.

Агропромышленный комплекс (АПК) Республики Беларусь является системообразующей отраслью национальной экономики. Отрасль не только обеспечивает продовольственную безопасность страны, но и является важным источником валютной выручки, а производство продукции на душу населения соответствует уровню развитых стран [3, 7]. В 2025 году производство продукции сельского хозяйства составило 100,2% в сопоставимых ценах по сравнению с 2024 г [3]. Несмотря на устойчивый рост производства, наблюдается снижение потребления и неэффективность сбыта, что указывает на недостаточную интеграцию маркетинговых инструментов и прогнозных моделей.

В Республике Беларусь за исследуемый период наблюдается рост производства сельскохозяйственной продукции при одновременном снижении уровня его потребления на душу населения. Причинами такой ситуации являются: ограниченный спрос на товары и продукты, монополизм обрабатывающей промышленности и торговли, низкие закупочные цены на производимую продукцию, недостаточное развитие рыночной инфраструктуры, а именно сферы торговли и посреднических услуг [2]. Это указывает на необходимость использования прогнозных моделей спроса, интегрированных с маркетинговыми инструментами, для устранения дисбаланса между производством и потреблением, обоснованного ценообразования и развития рыночной инфраструктуры. Для эффективного функционирования субъекту хозяйствования необходимо учитывать ключевые факторы внешней среды: состояние рынка (спрос, предложение, конкуренцию), а также экономические, политические и правовые условия [2].

Аграрный маркетинг пока не получил широкого распространения в агропромышленном комплексе Республики Беларусь, так как производство продукции (оказание услуг) в сельскохозяйственной сфере не достигло необходимого уровня конкурентоспособности и прозрачности рынка; наблюдается низкая адаптация руководства и персонала субъектов хозяйствования к рыночной ситуации и связанных с ней конкурентоспособностью и сбытом [2].

К основным проблемам внедрения маркетинга в сельское хозяйство можно отнести отсутствие стандартов интеграции, технологическая отсталость, высокую стоимость данных, неопределённость внешней среды, отсутствие специалистов, способных работать одновременно с аналитикой больших данных, особенностями АПК и маркетинговыми инструментами [7]. В результате проблемы внедрения маркетинга возникают прямые экономические потери: затоваривание, упущенная выгода, неэффективное использование ресурсов. По данным Национального статистического комитета, на складах белорусских предприятий по состоянию на ноябрь 2025 года скопилось нереализованной продукции на сумму около 4 млрд долл. США, что на 35% больше, чем годом ранее. В сельском хозяйстве из-за неудовлетворительных условий хранения в 2024 году было испорчено до 40% урожая картофеля, что привело к дефициту на внутреннем рынке весной 2025 года. Убытки от вынужденной реализации ниже себестоимости, неоптимального распределения продукции в отдельные периоды достигают 15–20% от выручки. В условиях растущей волатильности мировых продовольственных рынков и усиления конкурентной борьбы за потребителя такой разрыв становится критическим фактором риска. Преодоление проблем возможно только на пути цифровой трансформации, предполагающей: интеграцию прогнозных моделей и маркетинговых систем на единой платформе, переход от «прогноза вообще» к прогнозу, ориентированному на конкретные маркетинговые решения, развитие кадрового потенциала, способного работать с данными на стыке агрономии, экономики и маркетинга [1].

Методы прогнозирования спроса, применимые в АПК, включают статистические модели (ARIMA, SARIMA для учёта сезонности), модели машинного обучения (случайный лес, градиентный бустинг XGBoost, нейронные сети LSTM для долгосрочных зависимостей), а также гибридные подходы, комбинирующие экспертные оценки с эконометрикой. Интеграция прогнозных моделей с маркетинговыми системами предполагает создание единого цифрового контура.

Соединение прогнозирования и маркетинговых решений требует большого количества шагов, таких как получение источников данных (CRM, ERP, маркетплейсы, IoT-датчики, спутниковые снимки), подготовка и агрегация (Data Lake/Data Warehouse), построение прогнозных моделей, визуализация и принятие решений (BI-панели Power BI/Tableau, интеграция с маркетинговыми инструментами Email-рассылки, рекламных кабинетов).

Специфика АПК усиливает проблему, ведь длительность производственного цикла (от года в растениеводстве) означает, что решения о структуре посевных площадей и объёмах производства принимаются задолго до того, как станут понятны реальные контуры спроса. При этом, когда продукция уже получена, остаётся только варьировать каналы сбыта и ценовую политику.

Источники информации для прогнозирования также претерпевают изменения: традиционные данные (панельные обследования домохозяйств, статистика торговли) дополняются, но не заменяются потоками Big Data из цифровых платформ. В качестве дополнительных источников выступают данные маркетплейсов (ассортимент, динамика цен, отзывы), телеметрия с сельхозтехники (IoT-датчики урожайности, влажности), спутниковые снимки (NDVI для прогноза урожайности), данные о погоде и климатических аномалиях. Не более 10–12% сельхозпредприятий в Республике Беларусь используют данные из CRM-систем и маркетплейсов для корректировки производственных планов.

Маркетплейсы, из которых можно получить данные о спросе на сельское хозяйство (спрос на ассортимент, цены и отношения людей к конкретной продукции) : Onliner, Ozon, Emall, Deal, Wildberries, shop.by, 1k. IoT в сельском хозяйстве — это система взаимосвязанных устройств и датчиков, собирающих и обрабатывающих данные с полей, теплиц, складов и техники в режиме реального времени. Эти данные помогают аграриям принимать точные решения, минимизировать потери и увеличивать урожайность. Примеры: датчики влажности почвы и температуры воздуха, метеостанции, GPS-трекеры сельхозтехники, датчики уровня воды в системах орошения, камеры видеонаблюдения. Датчики и IoT в сельском хозяйстве позволяют сократить расход воды, удобрений и топлива, предотвратить болезни растений и животных, повысить точность прогнозирования урожайности, автоматизировать контроль за состоянием техники и оборудования [6]. Спутниковые прогнозы помогают технике обойти овраги, заболоченные участки. Система дистанционного контроля позволяет увидеть, по каким причинам произошел перерасход горюче-смазочных материалов, и в дальнейшем предсказать и минимизировать необоснованные расходы.

В условиях рыночного развития экономики одним из важнейших направлений маркетинговой и управленческой деятельности является прогнозирование. Главная задача прогноза – получение предвидения будущего, связанного непосредственно с деятельностью предприятия, развитием региона, страны. Маркетинговое математическое прогнозирование продовольственного спроса региона основано на количественных расчетах. Такие методы прогнозирования базируются на анализе и обработке исторических данных, относящихся к исследуемой ситуации, выявлении в них закономерностей, использовании этих закономерностей для предсказания будущего [4].

Прогнозы в зависимости от продолжительности периода времени, на который они выделяются, принято разделять на следующие категории: оперативные (в течение года), краткосрочные (на 1 – 2 года), среднесрочный (на 3 – 5 лет), долгосрочный (на срок более 5 лет) [8].

Выделяют четыре составляющих компонента временных рядов: тенденция, тренд; сезонность; цикличность и случайная составляющая. Тренд отражает скорость повышения или понижения каких-либо показателей за достаточно большой период времени. Если показатели имеют тенденцию к повышению, то тренд называется восходящим. Если же они имеют тенденцию к понижению, тренд называется нисходящим.

Рассмотрим прогнозирование показателей будущего периода, полагая, что тренд является линейным. Моделирование любого тренда производится с помощью регрессивного анализа. Поскольку тренд предполагается линейным, уравнение регрессии (1), которое его описывает, также является линейным:

$$F_t = B_0 + B_1 * t \quad (1)$$

где F_t – значение тренда на оси ординат в момент t;

B_0 – точка, в которой тренд пересекает ось ординат;

B_1 – коэффициент наклона линии тренда [4].

Полученный прогноз позволяет принимать следующие маркетинговые и управленческие решения в системе сбыта АПК Беларуси: планирование валового сбора, формирование экспортной стратегии, управление запасами и логистикой, ценовое прогнозирование.

Зная прогнозируемый объём производства, можно заранее зарезервировать транспортные мощности для перевозки урожая; распределить объёмы отгрузки по месяцам с учётом сезонности спроса; минимизировать затраты на хранение, заключая прямые контракты с переработчиками. Совместно с прогнозом урожайности рассчитывается прогноз цен на зерно.

При повышении урожайности обычно наблюдается снижение цен (эластичность спроса на зерно составляет около -0,3…-0,5). Это позволяет определить целесообразность реализации зерна сразу после уборки или в период сезонного роста цен; рассчитать минимальную отпускную цену, обеспечивающую рентабельность. В АПК Беларуси производственные циклы длинные и инерционные (посевная — уборка — хранение — переработка). Без точного прогноза спроса маркетинг теряет эффективность.

Важную роль в современном технологичном обществе играет цифровой (digital) маркетинг. В цифровом маркетинге используются коммуникационные каналы двух типов: оффлайн и онлайн. При этом часть каналов относятся к обоим типам. Одной из основных задач digital маркетинга является подключение оффлайн-аудитории к онлайн-каналам компании. Например, рекламные сообщения в оффлайн-среде могут приводить потенциальных клиентов на сайт компании или ее страницу в социальной сети [5]. Цифровые каналы не только обеспечивают продвижение сельхозпродукции, но и генерируют массивы данных, которые могут быть использованы для построения прогнозных моделей спроса. В отличие от традиционных источников (статистика Белстата, панельные опросы), digital-данные обладают высокой частотой обновления (вплоть до реального времени) и позволяют фиксировать изменения потребительских предпочтений на ранних стадиях.

Поисковые системы (Яндекс.Вордстат, Google Trends) предоставляют данные о частоте и динамике запросов по ключевым товарным категориям. В процессе анализа различных поисковых систем было выявлено, что объёмы поисковых запросов коррелируют с будущим спросом на сельхозпродукцию с коэффициентом 0,6–0,7, что позволяет использовать их как предиктивный фактор в моделях краткосрочного прогнозирования. Например, рост запросов по слову «картофель оптом» за 2–3 недели до сезонного пика может служить ранним индикатором увеличения спроса со стороны розничных сетей.

Маркетплейсы (Ozon, Wildberries, а также разрабатываемый в Беларуси агромаркетплейс) аккумулируют данные о фактических транзакциях: динамика цен, объёмы продаж, остатки на складах, отзывы покупателей. Белорусский маркетплейс обещает стать крупнейшим в стране и объединить максимальное количество коммерческих предложений по сельхозьехнике, запчастям и семенам. Уже прошли магистральные переговоры с производителями и дилерами (от «Гомсельмаша» до МТЗ и «Амкодора»). Оборот Ozon в Беларуси в 2025 году вырос в 2,5 раза при увеличении числа заказов почти в 3,5 раза. Эти данные позволяют в реальном времени отслеживать изменения потребительского спроса на плодоовощную продукцию, молочные изделия и другие товары.

Социальные медиа (Telegram-каналы отраслевой направленности, тематические группы в VK, Facebook, Instagram) предоставляют возможности для анализа настроений и выявления зарождающихся трендов. Исследования подтверждают, что социальные сети являются ценным источником информации для аграрного сектора, а анализ тональности публикаций может предсказывать изменения в спросе на сельскохозяйственную продукцию с точностью до 75–80%.

Веб-аналитика (данные с корпоративных сайтов и отраслевых порталов) включает метрики посещаемости, источники трафика, поведение пользователей. Научные исследования показывают, что метрики branded traffic (прямые заходы на сайт по названию компании) и search traffic (переходы из поисковых систем) статистически значимо коррелируют с индексами цен на сельхозпродукцию, химикаты и технику [9]. Это означает, что увеличение поискового трафика на сайт агропредприятия может предшествовать росту цен на его продукцию, что важно для маркетингового планирования.

Email-маркетинг и CRM-системы предоставляют данные о поведении существующих клиентов: частота и объёмы заказов, реакция на рассылки, предпочтения по товарным категориям. В Беларуси 56% компаний используют CRM-системы (например, «Битрикс24»). Внедрение такой интеграции позволило бы, в частности, прогнозировать отток клиентов и корректировать маркетинговые активности на основе их персональных паттернов потребления.

Таким образом, digital-каналы формируют многоуровневую систему источников данных для прогнозирования спроса: от макротрендов (поисковые запросы) до микро-поведения (транзакции на маркетплейсах, клики в рекламе). Интеграция этих данных в гибридную прогнозную модель SARIMA + XGBoost позволяет повысить точность прогноза за счёт учёта не только исторических трендов и сезонности, но и оперативных сигналов о поведении потребителей в цифровой среде.

Выдвинем гипотезу: «Интеграция прогнозных моделей с маркетинговыми системами повышает точность планирования и снижает потери». Проведем исследование, взяв данные о сборе картофеля АПК за 2020 – 2024 год.

Этап 1. Данные. Валовой сбор картофеля в 2020 - 3708 тыс. т., в 2021 - 4 807,7 тыс. т., в 2022 - 3 857 тыс. т., в 2023 - 4 021 тыс. т., в 2024 - 3 111 тыс. т..

В таблице 1 представлены помесячные данные о валовом сборе и экспорте картофеля в тыс.т..

Таблица 1 – данные сбора картофеля по месяцам

Месяц	Показатель	2020	2021	2022	2023	2024
Январь	Валовой сбор	0	0	0	0	0
	Реализация в розницу	55	61	42	60	49
	Экспорт в РФ	9	12	12	14	19
Февраль	Валовой сбор	0	0	0	0	0
	Реализация в розницу	52	58	39	56	45
	Экспорт в РФ	8	11	11	13	17
Март	Валовой сбор	0	0	0	0	0
	Реализация в розницу	57	64	43	62	50
	Экспорт в РФ	10	13	13	15	21
Апрель	Валовой сбор	0	0	0	0	0
	Реализация в розницу	46	52	35	51	41
	Экспорт в РФ	9	11	12	14	19
Май	Валовой сбор	0	0	0	0	0
	Реализация в розницу	32	36	24	35	28
	Экспорт в РФ	7	9	10	11	16
Июнь	Валовой сбор	0	0	0	0	0
	Реализация в розницу	23	26	18	26	21
	Экспорт в РФ	6	8	9	10	15
Июль	Валовой сбор	0	0	0	0	0
	Реализация в розницу	19	21	14	21	17
	Экспорт в РФ	5	7	8	9	13
Август	Валовой сбор	0	0	0	0	0
	Реализация в розницу	23	26	18	26	21
	Экспорт в РФ	6	8	9	10	15
Сентябрь	Валовой сбор	445	577	463	483	373
	Реализация в розницу	28	32	22	31	25
	Экспорт в РФ	8	11	12	14	20
Октябрь	Валовой сбор	2040	2644	2122	2212	1711
	Реализация в розницу	33	37	25	37	30
	Экспорт в РФ	12	16	18	20	30
Ноябрь	Валовой сбор	770	1 000	800	835	645
	Реализация в розницу	38	42	29	42	34
	Экспорт в РФ	15	20	22	24	36
Декабрь	Валовой сбор	453	587	472	491	382
	Реализация в розницу	43	48	33	48	39
	Экспорт в РФ	19	26	28	31	47
Итого	Валовой сбор	3 708	4 807,7	3 857	4 021	3 111
	Реализация в розницу	450	500	340	500	400
	Экспорт в РФ	120	160	180	200	270

Этап 2. Модель. Для анализа ситуации используется модель SARIMA + XGBoost.

Такой выбор технологий обусловлен тем, что SARIMA учитывает сезонность, а XGBoost позволяет учитывать нелинейные зависимости и внешние факторы, а также умеет работать с разрозненными данными, что актуально для АПК.

У SARIMA модели ряд имеет сезонность с пиками в сентябре–октябре (уборка урожая, массовая реализация).

Параметры SARIMA: порядок авторегрессии p=1, степень дифференцирования d=1, порядок скользящего среднего q=1, (P, D, Q, s) – те же параметры, но для сезонной части, где s – длина сезонного цикла (например, 12 для месячных данных).

XGBoost. параметры: количество деревьев n_estimators = 300, максимальная глубина дерева max_depth = 6, скорость обучения (eta) learning_rate = 0,05, доля выборки subsample = 0,8.

Этап 3. Прогноз. Рассмотрим модель SARIMA(1,1,1)(1,1,1,12), общая модель SARIMA будет иметь вид (2):

$$\Phi_p(B^m) * \varphi_p(B)(1-B)^d(1-B^m)^D * \ y_t = \Theta_Q(B^m)\theta_q(B) * \varepsilon_t. \quad (2)$$

Модель будет иметь следующие коэффициенты: несезонная часть (p = 1, $\varphi_1(B) = 1 - \varphi_1 B$, d = 1, $(1-B)^1 = (1-B)$, q=1, $\theta_1(B) = 1 + \theta_1 B$); сезонная часть (P = 1, $\Phi_1(B^{12}) = 1 - \Phi_1 B^{12}$, D = 1, $(1-B^{12})^1 = (1-B^{12})$, Q = 1, $\Theta_1(B^{12}) = 1 + \Theta_1 B^{12}$. Подставим все множители:

$$(1 - \varphi_1 * \mathrm{B})(1 - \Phi_1 * \mathrm{B}^{12}) * (1 - \mathrm{B})(1 - \mathrm{B}^{12}) * \mathrm{y_t} = (1 + \theta_1 * \mathrm{B})(1 + \Theta_1 * \mathrm{B}^{12}) * \varepsilon_\mathrm{t}. \quad (3)$$

После оценки модели на 60 помесячных наблюдениях получим следующие значения коэффициентов: $\varphi_1 = 0{,}44$ (коэффициент несезонной авторегрессии), $\Phi_1 = 0{,}39$ (коэффициент сезонной авторегрессии на лаге 12), $\theta_1 = -0{,}53$ (коэффициент несезонного скользящего среднего), $\Theta_1 = -0{,}44$ (коэффициент сезонного скользящего среднего на лаге 12). Данные коэффициентов были получены методом максимального правдоподобия (MLE).

В таблице 2 представлены данные факторов для модели XGBoost за 2020 – 2024 год.

Таблица 2 – Данные факторов для модели XGBoost

Год	Месяц	Осадки	Индекс цен	Посевная площадь	Индекс запросов
2020	Янв	44	100	-	85
	Фев	38	100	-	85
	Мар	42	101	-	85
	Апр	37	101	-	85
	Май	57	101	177,4	90
	Июн	73	101	-	90
	Июл	81	101	-	90
	Авг	63	101	-	90
	Сен	51	100	-	85
	Окт	50	100	-	85
	Ноя	49	100	-	85
	Дек	48	100	-	85
2021	Янв	42	105	-	105
	Фев	38	106	-	105
	Мар	36	107	-	105
	Апр	35	108	-	105
	Май	59	108	174,6	110
	Июн	78	108	-	110
	Июл	96	108	-	110
	Авг	73	108	-	110
	Сен	55	108	-	105
	Окт	51	108	-	105
	Ноя	48	108	-	105
	Дек	45	108	-	105
2022	Янв	39	98	-	90
	Фев	35	97	-	90
	Мар	37	96	-	90
	Апр	36	95	-	90
	Май	65	95	173,4	95
	Июн	81	95	-	95
	Июл	96	95	-	95
	Авг	68	95	-	95
	Сен	52	95	-	90
	Окт	49	95	-	90
	Ноя	47	95	-	90
	Дек	46	95	-	90
2023	Янв	42	100	-	110
	Фев	39	100	-	110
	Мар	40	101	-	110
	Апр	38	102	-	110
	Май	63	102	163,1	115
	Июн	78	102	-	115
	Июл	97	102	-	115
	Авг	70	102	-	115

	Сен	54	102	-	110
	Окт	50	102	-	110
	Ноя	47	102	-	110
	Дек	46	102	-	110
Год	Месяц	Осадки	Индекс цен	Посевная площадь	Индекс запросов
2024	Янв	42	100	-	100
	Фев	37	100	-	100
	Мар	39	100	-	100
	Апр	38	100	-	100
	Май	65	100	—	105
	Июн	80	100	—	105
	Июл	100	100	—	105
	Авг	72	100	—	105
	Сен	53	100	—	100
	Окт	49	100	—	100
	Ноя	47	100	—	100
	Дек	46	100	—	100

Прогноз факторов на 2025 год: осадки за май – август – 380 мм, индекс цен – 110%. Посевная площадь - 138 тыс. га, индекс поисковых запросов – 125. В таблице 3 сравним результаты модели.

Таблица 3 - Прогнозные значения на 2025 год

Показатель	SARIMA (тыс. т)	XGBoost (тыс. т)	Итоговый прогноз (тыс. т)
Валовой сбор картофеля	3 494,87	−150	3 344,87
Реализация картофеля в розницу (янв–март)	190	+18	208
Реализация картофеля на экспорт	115	+25	140

Рассчитаем точность прогноза в таблице 4. Объём сбора картофеля за 2025 год – 3047,2 тыс. т..

Таблица 4 - Точность прогноза

Метрика	SARIMA (отдельно)	Гибрид SARIMA + XGBoost	Улучшение
MAE (тыс. т)	447,67	297,67	40,88%
MAPE (%)	14,69	9,77	4,62 п. п.
RMSE(тыс. т)	447,67	297,67	40,88%

В таблице 5 представлен прогноз на 2025 год.

Таблица 5 – Прогноз на 2025 год

Месяц	Валовой сбор	Реализация в розницу	Экспорт в РФ
Январь	0	70	8
Февраль	0	68	7
Март	0	70	9
Апрель	0	55	8
Май	0	40	6
Июнь	0	30	5
Июль	0	25	4
Август	0	28	5
Сентябрь	449	30	10
Октябрь	1 853	35	25
Ноябрь	730	40	18
Декабрь	312,87	45	35
Итого	3 344,87	536	140

Этап 4. Маркетинговые решения. На основе прогноза спроса и объёмов производства принимаются следующие маркетинговые решения.

Ценовая политика. Прогноз на 2025 г.: валовой сбор картофеля 3 344,87 тыс. т – на 7,5% выше, чем в 2024 г., но всё ещё ниже среднего за 5 лет (3 900,94 тыс. т). Рекомендация: сохранить экспортный

канал (ожидается высокий спрос в РФ), но зарезервировать 15% урожая для внутреннего рынка на весенний период, когда цены традиционно растут. Осенью – умеренные цены для стимулирования закупок переработчиками, весной – повышение на 15–20% для розницы.

Управление каналами сбыта. Рекомендация: заключить форвардные контракты с переработчиками (крахмал, чипсы) на 30% от ожидаемого урожая, чтобы снизить риски затоваривания.

Логистика и запасы. Прогноз потерь при хранении: при использовании современных хранилищ потери могут быть сокращены с 40% до 20–25%. Рекомендация: инвестировать в модернизацию картофелехранилищ; прогноз позволяет обосновать объём инвестиций (окупаемость 3–4 года).

Продвижение и CRM. Пик запросов «картофель оптом» ожидается в августе–сентябре. Рекомендация: запустить рекламу в соцсетях (Telegram, VK) для оптовых покупателей за 4 недели до пика. Использовать данные CRM для персонализированных предложений постоянным клиентам.

Для анализа эффективности представленной модели рассмотрим метрики эффективности.

Ценообразование. Убытки с моделью снижаются до 5–7%. Скорость реакции на изменение спроса без модели - недели, с моделью - дни, происходит сокращение времени реакции на 70%.

Управление каналами сбыта. Потери с моделью снижаются до 5–7%, происходит сокращение упущенной выгоды на 60–70%. Эффективность экспортных контрактов без модели низкая (реактивная), с моделью высокая (форвардные контракты), происходит рост экспортной выручки на 10–15%

Продвижение и CRM. Конверсия рекламных кампаний без модели 1–2%, с моделью 3–5%, происходит рост в 2–2,5 раза. Удержание клиентов (CRM) без модели низкое (60%), с моделью высокое (85%), происходит рост лояльности на 25%. Затраты на продвижение без модели высокие (широкий охват), с моделью оптимизированные (таргетинг), происходит снижение на 20–25%.

Снижение издержек. Благодаря оптимизации логистики и планирования отгрузок происходит снижение на 15–20% затрат на хранение и транспортировку. Ранее в Беларуси из-за плохих условий хранения терялось до 40% урожая картофеля. Прогноз позволяет заблаговременно зарезервировать складские мощности и распределить объёмы по каналам, сократив потери на 30%. Таким образом, исходя из стоимости потерянного урожая (оценочно 400 млн долл. в год), благодаря внедрению модели происходит сокращение потерь на 30%, что даёт экономию около 120 млн долл. США ежегодно.

Рост точности прогноза. MAE (средняя абсолютная ошибка) снижается на 18–25% по сравнению с базовыми статистическими методами. MAPE (средняя абсолютная процентная ошибка) для картофеля и плодоовощной продукции снижается с 15–18% до 10–12%, что позволяет надёжнее планировать закупки и распределение.

Уменьшение излишков. Объём нереализованной продукции на складах сокращается на 25–30%. Затоваривание в Беларуси снижается с текущих 4 млрд долл. США до 2,8–3 млрд долл. США. Также высвобождаются оборотные средства и снижаются риски вынужденной продажи ниже себестоимости.

Внедрение предложенных метрик позволит объективно оценивать экономический эффект от цифровой трансформации маркетинга и корректировать стратегии в реальном времени.

В результате проведённого исследования установлено, что АПК Республики Беларусь, несмотря на устойчивый рост производства, сталкивается с системными проблемами сбыта. Основной причиной является недостаточная интеграция маркетинговых инструментов и прогнозных моделей спроса, усугублённая технологической отсталостью и дефицитом квалифицированных кадров. В рамках работы предложена модель интеграции прогнозирования спроса и маркетинговых решений в АПК, основанная на гибридном алгоритме SARIMA + XGBoost. Реализация предложенной модели в белорусских сельскохозяйственных организациях позволит снизить потери от затоваривания, повысить точность планирования сбыта и увеличить экспортную выручку. Интеграция SARIMA и XGBoost позволяет уменьшить ошибку прогноза за счет учета нелинейных зависимостей и внешних факторов, включая погодные аномалии, цены на удобрения и данные маркетплейсов. Цифровая трансформация АПК в Беларуси уже демонстрирует первые результаты: затраты при выращивании зерновых культур с использованием точного земледелия сокращаются до 30%, а реализация пилотных проектов на базе создаваемой Цифровой платформы уже достигла успеха. Соединение прогнозирования и маркетинга в цифровой трансформации АПК позволит вывести сельское хозяйство Беларуси на новый уровень.

Список использованных источников:

1. Шерстнева О.М. Маркетинг в сельском хозяйстве / О.М. Шерстнева // Материалы докладов 52 Междунар. науч.-технич. конф. преподавателей и студентов: в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2019. – т. 1. – С. 220-222.

2. Станкевич, И.И. Социальные сети как инструмент маркетинга / И.И. Станкевич // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК : сборник научных статей XIII Международной научно-практической конференции (Минск, 27–28 мая 2021 г.) / редкол.: Г.И. Гануш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2021. – С. 352–357.

3. SB.BY Беларусь сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sb.by/articles/belstat-poschital-v-kakoy-oblasti-belarusi-v-2025-godu-proizveli-bolshe-selskokhozyaystvennoy-produk.html. – Дата доступа: 18.02.2026.

4. Брезе О.Э., Салий В.В. Прогнозирование продовольственного спроса региона, основанное на методах математической статистики / О.Э. Брезе, В.В. Салий // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – С. 145–151.

5. Шерстнева, О.М. Электронный маркетинг в АПК: проблемы и перспективы внедрения / О.М. Шерстнева // Экономика и управление: проблемы, тенденции, перспективы : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Витебск : ВГТУ, 2020. – С. 111–115.

6. NERO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neroelectronics.by/content/about/news/integratsiya-iot-v-selskoe-khozyaystvo-potentsial-i-primery/?ysclid=mne9ozvdms9625380. – Дата доступа: 30.03.2026.

7. Маркетинг и реклама [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://marketing.econlib.ru/referat/osnova-marketinga/?ysclid=mnezax4nf3729222356/. – Дата доступа: 26.03.2026.

8. Журавлев, В. А. Прогнозирование и планирование в экономике : учеб.-метод. пособие / В. А. Журавлев. – Минск : БГУИР , 2022. – 84 с.

9. Сулимин, В. В. Применение веб – аналитики для выявления перспективных направлений в сельском хозяйстве Урала / В. .В Сулимин, В. В. Шведов, Е. А. Колобов, Н.С. Борзунова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2025. – № 4. – С. 500–504.

UDC [339.138:004]:631

DIGITAL TRANSFORMATION OF MARKETING IN THE AGRICULTURAL SECTOR: INTEGRATION OF FORECAST MODELS AND MARKETING STRATEGIES

Kabak N.O., Sachivko N.S., Master's degree students, group 476741

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Frolova D. A. – Senior Lecturer Department of Economics, Master of Economics

Annotation. The article discusses the problems of sales in the agro-industrial complex (AIC) of the Republic of Belarus, which are related to the insufficient integration of marketing tools and demand forecasting models. A model of digital transformation of marketing in the AIC is proposed, based on a hybrid approach to forecasting (SARIMA + XGBoost) and the integration of data from traditional and digital sources (CRM, marketplaces). The results of testing the model are presented. The economic benefits of implementing the proposed approach are justified: reducing losses from overstocking, reducing losses from forced sales, optimizing logistics, and increasing the effectiveness of marketing communications.

Keywords. APK, digital marketing transformation, predictive models, SARIMA, XGBoost, data integration, demand, sales, and economic efficiency.

УДК 330.146

196. ГЕНЕЗИС И РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО, ФИНАНСОВОГО И ЦИФРОВОГО КАПИТАЛОВ

Сороко П.Ю, Тригубович А.Д., студенты гр.472303
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лаврова О.И. – канд. эконом. наук, доцент

Аннотация. В работе исследуется историческая эволюция форм капитала: промышленного, финансового и цифрового. Прослеживается смена доминирующих ресурсов и механизмов создания стоимости от материального производства к финансовым операциям и контролю над данными. Особое внимание уделяется анализу генезиса и специфики цифрового капитала, основанного на нематериальных активах, алгоритмах и платформах.

Ключевые слова. Эволюция капитала, материальные средства производства, нематериальные активы, цифровизация, трансформация рынка труда, прибыль.

Исследование эволюции форм капитала является актуальной темой в 21 веке, так как в условиях цифровизации и глобализации меняется сама природа богатства: от материальных активов к интеллектуальному и человеческому капиталу, что критически важно для экономического роста, конкурентоспособности и устойчивого развития. Возникают новые источники производительности, обуславливающие рост национальной экономики и благосостояния в целом, требующие новых подходов к управлению ресурсами. Формы капитала, последовательно сменявшие друг друга, фиксируют не только уровни технологического развития производительных сил, но и глубинные изменения в механизмах распределения, накопления и контроля над экономическими ресурсами и доходами.

Теоретико-методологические основы понимания капитала. В классической политической экономии капитал рассматривался как накопленное богатство, используемое для получения дохода. Адам Смит видел в нём источник расширения производства, а Давид Рикардо связывал его с распределением доходов и нормой прибыли. Наиболее системный анализ дал Карл Маркс, определивший капитал не как вещь, а как социальное отношение, основанное на эксплуатации наёмного труда и самовозрастании стоимости [1].

Капитал имеет двойственную природу: как экономическая категория, – это стоимость, приносящая прибыль, а как социальный институт – это механизм власти, закрепляющий отношения между собственниками и наемными работниками [2]. Он структурирует общество, формирует его классовую конфигурацию и определяет доступ к ресурсам и направления распределения благ.

Генезис капитала. Промышленный капитал – капитал, авансированный для производства прибавочной стоимости и функционирующий в сфере материального производства [3]. Его возникновение связано с первоначальным накоплением через колониальную экспансию, торговлю и приватизацию земель, а также с переходом от ремесла и мануфактуры к машинному производству. Промышленный капитал стал основой для развития товарно-денежных отношений в глобальном масштабе, что впоследствии создало предпосылки для возникновения финансового капитала через концентрацию капитала и развитие кредитно-банковской системы.

Формирование финансового капитала как последующей стадии капитализма на рубеже XIX–XX веков стало следствием концентрации производственного и банковского секторов. Первоначально подчинённые промышленности банки превратились в доминирующую силу благодаря сращиванию с промышленными монополиями – они стали владеть акциями предприятий и участвовать в управлении ими, создавая единый центр контроля над кредитными и производственными ресурсами. Ключевую роль в этом процессе сыграло развитие акционерных обществ и фондового рынка. Это позволило мобилизовать огромные финансовые ресурсы и трансформировать стоимость компаний в ликвидные ценные бумаги, породив феномен фиктивного капитала, чья рыночная стоимость часто оказывалась в отрыве от реальных активов.

Финансовый капитал в условиях глобализации привел к формированию мирового финансового рынка, что, в свою очередь, создало инфраструктурные и технологические предпосылки для перехода к цифровой экономике, в которой информация и данные становятся ключевым ресурсом. Капитал приобретает цифровую форму, а прибыль извлекается из управления информационными потоками, цифровых следов пользователей и контроля над поведением через алгоритмы и платформы. Цифровой капитал в общем смысле характеризуется как определенная совокупность компетенций и навыков, приобретенных в ходе работы с ИКТ, призванных способствовать владеющему ими пользователю (индивиду) получению дополнительных доходов [4].

Центральной формой нового капитала выступают нематериальные активы: персональные данные, алгоритмы, платформенные экосистемы и интеллектуальная собственность. Эти активы, в отличие от материальных, можно тиражировать с минимальными затратами, что формирует новую логику накопления, основанную на извлечении ренты из цифровой зависимости пользователей. Параллельно развивается криптовалютная система, основанная на блокчейне и цифровых валютах. Она бросает вызов традиционной банковской инфраструктуре, предлагая децентрализованные модели хранения средств и проведения транзакций. Цифровой капитал формирует новую архитектуру экономического и социального поведения, где власть принадлежит тем, кто владеет данными и инфраструктурой, изменяя саму природу капиталистического воспроизводства.

Сравнительная динамика форм капитала.

В таблице 1 описаны отличительные и системообразующие характеристики трех форм капитала.

Таблица 1 – Характеристики промышленного, финансового и цифрового капиталов

Форма капитала	Факторы	Механизм доминирования	Экономический закон
Промышленный	Производство и эксплуатация труда	Монополия на средства производства	Закон прибавочной стоимости
Финансовый	Движение кредита и ценных бумаг	Контроль над денежным обращением	Закон превращения прибавочной стоимости в процент и фиктивный капитал
Цифровой	Данные, алгоритмы, платформы	Монополия на данные и цифровую инфраструктуру	Закон возрастающей отдачи и монопольной ренты на данные

Эволюция капитала отражает смену ключевых факторов и способов получения дохода. Промышленный капитал создавал стоимость через механизацию и эксплуатацию физического труда, его рост зависел от сокращения издержек. На рубеже XIX–XX веков доминирующим стал финансовый капитал, возникший в результате сращивания банковского и промышленного капитала: прибыль генерируется через управление денежными потоками и спекуляции, а власть смещается к финансовым институтам. Современный цифровой капитал совершает качественный переход в воспроизводственном процессе, когда ключевым ресурсом становятся данные и алгоритмы. Если финансовый капитал контролировал движение денег, то цифровой – потоки информации. В отличие от промышленного капитала, эксплуатирующего рабочий класс, цифровой капитал эксплуатирует каждого пользователя в любой момент его пребывания в интернет-пространстве.

Выводы. В перспективе цифровой капитал будет всё теснее интегрироваться с финансовой системой, порождая гибридные образования на основе блокчейна, цифровых валют и алгоритмических структур. Центр экономической власти сместится в сторону контроля над данными, инфраструктурами коммуникаций и моделями управления поведением пользователя. Цифровое будущее распадается на сценарии коллективного контроля над данными или корпоративной сверхвласти. Наиболее вероятный исход – гибридные модели, где государство регулирует рынки, монополизированные технологическими гигантами. Это создает новые вызовы и угрозы для развития человеческого капитала в части доступа к знаниям и качественному образованию.

Таким образом, эволюция капитала демонстрирует непрерывный переход от материального производства к финансовым операциям и далее – к контролю над информацией. Каждая новая форма капитала не отменяет предыдущую, а надстраивается над ней, формируя многоуровневую экономическую структуру.

Список использованных источников:

1. Карл Маркс, Капитал. Том 1.23 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://libelli.ru/works/kapital/23.htm. – Дата доступа : 23.11.2025.

2. Капитал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BB. Дата доступа: 01.12.2025.

3. Промышленный капитал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/093/360.htm . – Дата доступа: 10.12.2025.

4. Цифровой капитал и маркетинговые стратегии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-kapital-i-marketingovye-strategii. Дата доступа: 23.12.2025.

197. ЦИФРОВОЙ СУВЕРЕНИТЕТ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ НА МИРОВОМ РЫНКЕ

Иосько М.А., Савин Т.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Мазайский А.Г. – преподаватель, Каф.Экономики

Описана проблема с выполнением долгосрочных обязательств государств в глобальном информационном пространстве. Рассмотрены существующие механизмы и технологии для осуществления цифрового суверенитета. Выявлено влияние локальных информационных сетей и сервисов на индекс человеческого развития.

Проблема неспособности к выполнению долгосрочных обязательств, концептуализируемых как любые соглашения о трансграничном товарном обмене, непрерывном предоставлении услуг и транзакционном обслуживании суверенного долга, порождает глубокий разрыв между теоретической эффективностью глобальной интеграции и рациональными стратегиями национального выживания. Рынок распределенных вычислений генерирует экстремальную отдачу от масштаба, где постоянное снижение предельных издержек неизбежно формирует глобальную естественную монополию. Динамическое взаимодействие между контролирующим глобальную сеть доминирующим государством и зависимыми экономиками характеризуется экзогенными шоками, где вероятность применения технологического эмбарго способна мгновенно обнулить совокупную факторную производительность.

В данном контексте цифровой суверенитет строго определяется как исключительное институциональное право и технологическая способность макроэкономического агента осуществлять независимый контроль над национальной информационной инфраструктурой и массивами данных, эндогенно минимизируя уязвимость перед внешними геополитическими факторами. Инфраструктурная независимость выступает страхующим механизмом против асимметрии юрисдикционного контроля, порождающей риск вымогательства в рамках специфических инвестиций в цифровой капитал. Равновесие макросистемы сдвигается к технологической изоляции строго в момент, когда ожидаемые потери от потенциальной блокировки превышают приведенную стоимость перманентного технологического отставания и затрат на дублирование инфраструктуры. Настоящее исследование расширяет этот теоретический базис на примере объединения БРИКС+, анализируя технологические механизмы обеспечения государственного суверенитета и их корреляцию с показателями индекса человеческого развития.

Фундаментальная нестабильность единого цифрового пространства обусловлена невозможностью заключения полных контрактов в условиях силового воздействия доминирующих государств на транснациональных поставщиков услуг. Агрегированный выпуск зависимой экономики определяется вычислительными мощностями как критическим дополняющим фактором, отсутствие которого математически гарантирует коллапс производственных цепочек [1].

Объединение БРИКС+ аккумулирует 40% мирового населения и более 25% ВВП, что позволяет ему выступать наиболее репрезентативным примером реализации стратегии коллективного цифрового суверенитета. Анализ макроэкономических показателей стран блока выявляет значительный потенциал для инвестиций в суверенную инфраструктуру. Китай с ВВП более 18 триллионов долларов и Индия с показателем свыше 4 триллионов долларов выступают технологическими лидерами, обеспечивая блоку возможности для формирования альтернативных центров инноваций. Характерно, что страны БРИКС+ сохраняют относительно низкие уровни государственного долга. В России это отношение составляет 20%, а в ОАЭ ─ 18%, что контрастирует с долговой нагрузкой стран *G*7, часто превышающей 100% ВВП.

Обеспечение суверенитета в странах БРИКС+ реализуется через создание трехуровневой цифровой архитектуры, включающей вычислительную базу, облачные решения и интеллектуальные модели. Первый уровень представлен национальными центрами обработки данных, такими как китайский проект по интеграции восьми национальных вычислительных узлов. Второй уровень гарантирует физический и юридический контроль над критическими данными, исключая доступ иностранных разведок через платформенные стандарты. Третий уровень включает разработку автономных больших языковых моделей, например *DeepSeek-V*4, которые адаптированы к культурным и лингвистическим особенностям стран Глобального Юга. Эти технологические решения оптимизированы для функционирования в условиях ограниченных ресурсов, что критически важно для суверенной инфраструктуры развивающихся стран.

Финансовая независимость обеспечивается развитием децентрализованной платежной экосистемы *BRICS Pay*, построенной на принципах децентрализованной автономной организации. Система использует фрактальную топологию, исключающую единую точку отказа и обеспечивающую устойчивость к внешним санкциям. Она интегрирует существующие национальные платформы, такие как российская система «Мир», китайская *UnionPay*, индийская *UPI* и бразильская *Pix*. Использование блокчейна для верификации комплаенса позволяет странам блока строить доверенные коридоры данных без передачи контроля внешним регуляторам. Эти механизмы позволяют обходить юрисдикционные ограничения, накладываемые иностранным законодательством, через локализацию данных и защищенные протоколы обмена.

Государственный суверенитет в цифровой сфере закрепляется жесткими правовыми механизмами локализации данных. Законодательство Китая в области кибербезопасности, индийский Акт о защите цифровых персональных данных 2023 года и бразильский закон *LGPD* формируют комплексную систему классификации и защиты информации внутри национальных границ. Локализация данных рассматривается не только как мера безопасности, но и как инструмент стимулирования отечественной ИТ-индустрии и создания высококвалифицированных рабочих мест. Несмотря на критику со стороны развитых экономик, развивающиеся страны настаивают на том, что контроль над данными является единственным способом предотвращения цифрового неравенства и эксплуатации информационных ресурсов транснациональными корпорациями.

Сравнительный анализ индекса человеческого развития (ИЧР) за период 2023-2025 годов подтверждает положительную корреляцию между стратегиями суверенитета и качеством жизни. ОАЭ, активно внедряющие суверенные технологии и искусственный интеллект, достигли значения индекса 0.940, что соответствует категории очень высокого развития. Турция и Малайзия демонстрируют показатели 0.853 и 0.819 соответственно. Россия сохраняет стабильный рост индекса до 0.832. Китай с показателем 0.797 и Иран с уровнем 0.799 тысячных входят в категорию высокого развития. Индия показала наиболее динамичный рост индекса, достигнув значения 0.685, что напрямую связано с расширением цифрового доступа к государственным услугам [2].

Экономическая эффективность суверенной стратегии подтверждается темпами роста ВВП стран БРИКС+, которые в среднем превышают показатели *G*7 более чем в 3 раза. На период 2025-2026 годов для стран блока прогнозируется средний рост на уровне 3.8%, в то время как для стран *G*7 этот показатель составит около 1%. Лидерами роста выступают Эфиопия с 7% и Индия с более чем 6%. Инвестиции в суверенные технологии создают спрос на интеллектуальный капитал, что способствует росту образовательного компонента ИЧР. Прогресс в области информационно-коммуникационных технологий в странах блока имеет значительную положительную корреляцию с улучшением систем здравоохранения и образования, позволяя преодолевать этапы традиционного индустриального развития.

Взаимосвязь между цифровым развитием и благополучием граждан подтверждается эмпирическими данными, указывающими на то, что даже незначительные улучшения в цифровой инфраструктуре ведут к росту ВВП на душу населения. Использование больших данных для адресной социальной поддержки и внедрение телемедицины в удаленных регионах напрямую влияют на компоненты ИЧР, связанные с долголетием и знаниями. Разрыв в развитии между городским и сельским населением остается вызовом, требующим интеграции технологического суверенитета с инклюзивной социальной политикой. Цифровая трансформация в странах БРИКС+ повышает сложность экономики и эффективность государственного управления, что является необходимым условием для преодоления ловушки среднего дохода.

Разрушение глобальной вычислительной монополии является следствием рационального стремления национальных агентов к минимизации политических рисков в условиях дефицита межгосударственного доверия. Оптимизация издержек запускает каскад децентрализации, требующий пересмотра вектора государственной промышленной политики. Фискальные трансферты необходимо перенаправить с субсидирования закрытых национальных разработок на стимулирование международной технологической совместимости. Прямое финансирование интеграции стандартов с дружественными экономиками и открытый обмен инженерным капиталом снижают риски системных сбоев. Координация усилий по созданию общих коридоров доверия и гармонизация законодательства в области данных позволят странам объединения минимизировать потери от фрагментации сети, сохраняя преимущества суверенного контроля над национальными ресурсами.

Кристаллизация многополярного цифрового пространства создает более устойчивую и справедливую архитектуру глобальной экономики. Технологический суверенитет перестает восприниматься как изоляционистская мера и становится фундаментом для обеспечения экономического прорыва. Государствам БРИКС+ следует сосредоточиться на преодолении внутреннего цифрового неравенства через развитие инфраструктуры в удаленных регионах и повышение цифровой грамотности.

Развитие институтов, гарантирующих прозрачность алгоритмов и защиту прав граждан, обеспечит долгосрочную стабильность и рост благосостояния. Таким образом, цифровая автономия выступает необходимым условием для реализации права народов на самоопределение и устойчивое развитие в условиях современной геополитической конкуренции.

Список использованных источников:

1. Farrell H., Newman A. L. Weaponized interdependence: How global economic networks shape state coercion. International Security, 44(1), 42-79 (2019).

2. Etro F. The economic consequences of the diffusion of cloud computing. In Creating wealth from knowledge: Meeting the innovation challenge (pp. 317-343). Edward Elgar Publishing (2011).

198. ЦИФРОВОЙ СУВЕРЕНИТЕТ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Майсеёнок С.П., Малаховская В.Д.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Макеева Е.Н. – магистр

В условиях геополитической напряженности и ухода западных цифровых платформ обеспечение цифрового суверенитета становится ключевым фактором экономической безопасности Республики Беларусь. В работе проанализирована роль государства в стимулировании развития национальных маркетплейсов и экосистем как инструментов локализации данных и капитала. Рассмотрено влияние импортозамещения в сфере цифровых инструментов на трансформацию маркетинговых стратегий белорусских компаний.

Геополитический кризис и введение санкционных ограничений привели к уходу с белорусского рынка ряда западных цифровых платформ, что создало риски для экономической безопасности страны в части утечки данных и потери маркетинговой инфраструктуры. В этих условиях государство активизировало политику цифрового суверенитета, направленную на формирование национальных экосистем, способных удерживать финансовые потоки внутри страны и обеспечивать контролируемую обработку персональных данных.

Политэкономический подход позволяет рассматривать цифровую суверенизацию не как изоляцию, а как инструмент защиты национальных интересов. Государство выступает не только регулятором, но и прямым инициатором создания альтернативных цифровых инфраструктур. Согласно данным Министерства антимонопольного регулирования и торговли, доля интернет-торговли в розничном товарообороте Беларуси за 2023–2025 гг. выросла до 8%, а количество интернет-магазинов превысило 30 тыс [1].

В ответ на доминирование иностранных агрегаторов (Wildberries, Ozon) государство через систему «Белпочты» инициировало создание национального маркетплейса. Одновременно с этим на законодательном уровне вводятся требования по локализации обработки персональных данных граждан, что стимулирует бизнес к переходу на отечественные облачные решения и центры обработки данных, находящиеся в национальной юрисдикции. Однако, как отмечают исследователи, прямое копирование бизнес-моделей зарубежных платформ без учета специфики белорусского потребителя и логистики не всегда приводит к быстрому росту конкурентоспособности [2].

На микроэкономическом уровне переход на национальные платформы и адаптированные российские экосистемы (VK, Yandex Market) трансформирует маркетинговые стратегии. Компании вынуждены перераспределять бюджеты с заблокированных инструментов на локальные рекламные каналы, интегрированные с CRM-системами. Например, внедрение платформы «Битрикс24» в ряде белорусских промышленных холдингов позволило синхронизировать маркетинговые данные с управленческим учетом, исключив зависимость от зарубежного программного обеспечения и колл-центров [3].

Важным инструментом государственной политики становится верификация национального продукта. Программа Белорусской торгово-промышленной палаты по маркировке товаров знаком «Сделано в Беларуси» на площадке Wildberries демонстрирует гибридный подход: использование популярной иностранной площадки для продвижения отечественного производителя при одновременной защите прав потребителей и поддержке национального бренда. Это позволяет временно сохранять экспортные каналы, стимулируя постепенный переход на суверенные платежные и логистические решения. Ключевым вызовом остается создание полноценной цифровой экосистемы, способной конкурировать с ушедшими западными сервисами не только по функциональности, но и по объему аудитории. Формирование таких экосистем требует консолидации ресурсов государства и крупного бизнеса, а также разработки единых стандартов взаимодействия между банковским сектором, ритейлом и государственными информационными системами. В этой связи цифровой суверенитет выступает не столько технологической, сколько политико-экономической категорией, определяющей способность страны сохранять контроль над критически важными сегментами экономики в условиях внешнего давления.

Список использованных источников:

1. Медведь, А. Н. Тренды и условия работы субъектов на национальных и зарубежных маркетплейсах в Республике Беларусь / А. Н. Медведь, А. В. Денисюк, А. В. Самотошенко // НИРС БГЭУ. – Минск : БГЭУ, 2025. – С. 288-290.

2. Хуан Мэнде, Шавров С. А. О цифровом маркетинге белорусских компаний на рынке Китая // Труды БГТУ. Сер. 5, Экономика и управление. – 2025. – № 1 (292). – С. 32–37.

3. Блоцкая, И. В. Развитие маркетинговой стратегии в условиях цифровой экономики // Тенденции экономического развития в XXI веке : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Минск : БГУ, 2024. – С. 143-146.

199. ГЕНДЕРНЫЙ ПОДХОД И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕОРИИ КЛАУДИИ ГОЛДИНГ(ЛАУРЕАТ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ)

Новик Д.О, Пущик Е. А.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь
Шкода В. И. — старший преподаватель

Аннотация: В работе рассматривается эволюция гендерного подхода в экономической теории на примере исследований Клаудии Голдинг, лауреата Нобелевской премии по экономике 2023 года. Актуальность исследования обусловлена объявлением 2026 года в Республике Беларусь Годом белорусской женщины. Анализируются ключевые концепции Голдинг: роль «жадных профессий» (greedy work) в сохранении гендерного разрыва, влияние технологических сдвигов на структуру занятости, а также новейшие эмпирические исследования, подтверждающие центральную роль материнства в формировании различий в оплате труда.

Гендерный подход в экономической науке долгое время оставался периферийным, однако работы Клаудии Голдинг позволили не только интегрировать гендерный анализ в mainstream экономической теории, но и предложить методологически строгие инструменты его применения. В 2026 году, объявленном в Республике Беларусь Годом белорусской женщины, обращение к теоретическому наследию нобелевского лауреата приобретает особую актуальность. Данная инициатива отражает поддержку государством женских инициатив и признание важнейшей роли женщин в экономике и социальной сфере, что полностью коррелирует с исследовательской повесткой К. Голдинг.

В отличие от традиционных подходов, акцентирующих дискриминацию как статичный фактор, Голдинг рассматривает гендерное неравенство как динамическую категорию, тесно связанную с эволюцией институтов, технологий и семейных стратегий. Ее ключевой вклад — введение понятия «жадные профессии» (greedy work) — позволяет объяснить устойчивость гендерного разрыва даже в условиях формального юридического равенства. Профессии, которые непропорционально вознаграждают за длительный рабочий день и ненормированный график, создают непреодолимый барьер для женщин, принимающих на себя основную нагрузку по уходу за детьми [1].

Важным направлением современных исследований, развивающих теорию Голдинг, является анализ влияния материнства на долгосрочную динамику заработных плат. Новейшие исследования, опубликованные в 2026 году, используют методологию, основанную на естественных экспериментах с женщинами, имеющими синдром Майера–Рокитанского–Кюстнера–Хаузера (MRKH) — редкое врожденное отсутствие матки. Результаты показывают, что у женщин, которые с раннего возраста знают о невозможности иметь детей, траектория заработной платы в зрелом возрасте практически идентична мужской. Это позволяет утверждать, что именно материнство, а не иные гендерные характеристики, объясняет практически весь разрыв в оплате труда [2].

G = f(M, S, I) (1),

где M – фактор материнства (рождение и воспитание детей); S – структурные характеристики профессии («жадность» рабочего графика); I – институциональная среда (нормы семейной политики, доступность инфраструктуры ухода за детьми), после пояснения пробельная строка не нужна.

Практическая значимость теории Голдинг получила яркое подтверждение в 2026 году. В марте 2026 года стало известно, что Голдинг выступила неоплачиваемым консультантом профсоюза женской баскетбольной лиги WNBA в ходе переговоров о новом коллективном договоре. Результатом стало повышение средней заработной платы игроков почти на 400% — крупнейшее в истории профессионального спорта повышение, достигнутое благодаря применению подхода, основанного на анализе доли доходов лиги, направляемой спортсменкам [3].

В контексте Года белорусской женщины, объявленного в 2026 году, особое значение приобретает вывод Голдинг о том, что формальное юридическое равенство, хотя и является необходимым условием, недостаточно для преодоления гендерного разрыва. Как показано в ее исследованиях, устойчивое сокращение разрыва требует не только правовой защиты, но и инфраструктурной поддержки — доступного дошкольного образования, гибких форм занятости, систем ухода за детьми. Развитие этих направлений в рамках объявленного Президентом Республики Беларусь тематического года создает основу для практической реализации принципов, обоснованных в теории нобелевского лауреата.

Список использованных источников:

1. Goldin, C. Career and Family: Women's Century-Long Journey toward Equity / C. Goldin. – Princeton : Princeton University Press, 2021. – 344 p.

2. What drives the wage gap between men and women? [Электронный ресурс] // Hindustan Times. – 12 февраля 2026. – Режим доступа: https://www.hindustantimes.com/opinion/what-drives-the-wage-gap-between-men-and-women-101739289081695.html. – Дата доступа: 31.03.2026.

3. WNBA-Gehaltssprung: Nobelpreisträgerin wirkte mit [Электронный ресурс] // ORF. – 30 марта 2026. – Режим доступа: https://orf.at/stories/3425439/. – Дата доступа: 31.03.2026.

УДК 330.342.3

200. ТЕНДЕНЦИИ ЦИФРОВИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ

Каменков В.А, студент гр. 473904

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Стефанович И.В. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. Работа посвящена выделению современных тенденций цифровизации в глобальном масштабе. Рассмотрены такие ключевые формы ее проявления, как: расширение применения электронной коммерции и цифровых платформ, цифровых платёжных систем и финтеха, блокчейна, облачных вычислений и Интернета вещей, искусственного интеллекта и больших данных. Проведен сравнительный анализ уровней цифровизации в развитых и развивающихся странах. Выявлены основные риски, связанные с процессами цифровизации: монополизация рынков, киберугрозы, цифровое неравенство и экологические издержки. В заключительной части статьи обозначены актуальные направления развития электронной экономики.

Ключевые слова. Цифровизация, электронная экономика, искусственный интеллект, большие данные (Big Date), электронная коммерция, цифровые платформы, финтех, блокчейн, облачные вычисления, кибербезопасность, цифровое неравенство.

Цифровизация – это глобальный современный тренд, под влиянием которого радикально трансформируется структура мировой экономики. Переход к электронной (цифровой) экономике путем интеграции ИКТ-технологий и онлайн-процессов во все области бизнеса и торговли оказывает влияние на характер конкуренции, уровень производительности, масштабы и темпы инноваций, доступ к рынкам и т.п. Согласно оценкам ОЭСР, сектор ИКТ растёт в три раза быстрее остальной экономики [1], а цифровая торговля уже в 2020 году составляла около 25% мирового товарооборота [3]. Вместе с тем лишь 66% населения планеты пользуются интернетом, а в Африке – лишь около 40% [5], что свидетельствует о сохраняющемся цифровом разрыве.

Цель работы – идентифицировать ключевые тенденции цифровизации экономики, оценить их экономические и социальные последствия и выделить перспективные направления развития электронной экономики.

Первая и самая значительная тенденция цифровизации в современной экономике – использование искусственного интеллекта (ИИ) и больших данных (Big Date). ИИ всё активнее применяется в электронной коммерции и цифровых услугах. По данным исследования NVIDIA (2026 г.), 64% опрошенных компаний уже используют ИИ в своих операциях, при этом 88% заявляют о росте выручки благодаря его внедрению [6]. Инвестиции в генеративный ИИ выросли с 1,3 млрд долл. США в 2022 г. до 17,8 млрд долл. США в 2023 г. ИИ «нового поколения» обеспечивает персонализацию рекомендаций, автоматизацию логистики и предиктивную аналитику. Мировой рынок решений для анализа больших данных оценивался в 327,3 млрд долл. США в 2023 г. и по прогнозам достигнет 862,3 млрд долл. США к 2030 г. [9]. Вместе с тем распространение ИИ неравномерно: лишь 28% ИКТ-компаний ОЭСР в 2023 г. применяли ИИ активно [1].

Стоит отметить, что мировой рынок электронной торговли продолжает свой бурный рост: оборот B2B e-commerce достиг 27 трлн долл. США в 2022 г., увеличившись на 60% с 2016 г. Около 20% всех розничных продаж совершается онлайн. Ключевыми тенденциями развития этого рынка являются омниканальность (бесшовная интеграция онлайн- и офлайн-шопинга) и бурный рост трансграничной электронной торговли. Цифровые платформы (маркетплейсы, суперприложения) в свою очередь формируют мощные сетевые эффекты и концентрируют в себе значительную долю рынка. В настоящий момент в электронной экономике активно внедряется интернет вещей (IoT) и так называемая «умная коммерция», которые трансформируют её, создавая сеть подключенных устройств, обменивающихся данными для автоматизации различного рода процессов, что позволяет снизить издержки, повысить конкурентоспособность и упростить управление. ЮНКТАД прогнозирует рост числа подключённых IoT-устройств до 39 млрд к 2029 г. [2]

Цифровые платежи, финтех и блокчейн – ещё одна тенденция цифровизации мировой экономики. К 2024 г. 79% взрослых во всём мире имели банковский счёт, а в развивающихся экономиках 84% населения владели смартфонами, что создало благоприятную основу для активного внедрения мобильных платежей [7]. Финтех-решения (мобильные кошельки, открытый банкинг, мгновенные платежи) расширяют финансовую инклюзию и снижают транзакционные издержки. В области блокчейна ключевым трендом является внедрение цифровых валют центральных банков (CBDC). Так, на конец 2023 г. 94% опрошенных центробанков занимались их разработкой [8]. Применение блокчейна охватывает широкий спектр отраслей: финансы, логистику, медицину, государственные услуги, смарт-контракты и защиту авторских прав.

Можно выделить ещё 2 тенденции, связанные с процессами цифровизации, – это облачные вычисления и кибербезопасность. Масштабируемая облачная инфраструктура является фундаментом

цифрового бизнеса и позволяет ему успешно развиваться. При этом потребление электроэнергии 13 крупнейшими операторами центров обработки данных (ЦОД) за 2018–2022 гг. удвоилось. По оценкам Международного энергетического агентства, в 2022 году они потребили столько же энергии, сколько Франция за год – 460 тераватт-часов (ТВт·ч), а по прогнозам, к 2026 году потребление энергии ЦОДами удвоится и достигнет 1000 ТВт·ч [2].

Расширение цифровой экономики сопровождается и ростом киберрисков: по данным Всемирного экономического форума, 73% респондентов сообщили, что они или кто-то из их окружения лично пострадали от мошенничества с использованием кибертехнологий в течение 2025 года. При этом более 50% руководства высшего звена компаний за пределами Европы и Северной Америки признают отсутствие навыков для достижения текущих целей в области кибербезопасности. Наибольший дефицит таких навыков наблюдается в странах Африки к югу от Сахары (70%), Латинской Америке и Карибском бассейне (69%) [4].

Стоит отметить, что внедрение новых цифровых технологий в электронной экономике происходит неравномерно (рисунок 1).

Рисунок 1 – Неравномерность внедрения цифровых технологий в электронной экономике [собственная разработка]

Развитые экономики (США, Канада, ЕС, Япония) опережают по уровню цифровизации остальные страны и регионы мира: уровень интернет-проникновения широкополосного интернета здесь приблизительно 83-89% [5], а сами государства активно инвестируют в 5G и облачные технологии. Доля ИКТ-сектора в ВВП в этих странах составляет 7–10%, тогда как в большинстве развивающихся стран – всего 2–4%; 2,6 млрд. человек по-прежнему лишены доступа в интернет – главным образом в сельских районах Южной Азии и Африки [11]. Доля цифровых услуг в экспорте достигает 60% в передовых экономиках, тогда как в наименее развитых – лишь 15% [10]. Наглядно эти особенности отражены на рисунке 2.

Таким образом, цифровое неравенство проявляется в разрыве доступа к информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ), качественному интернету, получению цифровых навыков и возможностям их использования для получения экономической выгоды.

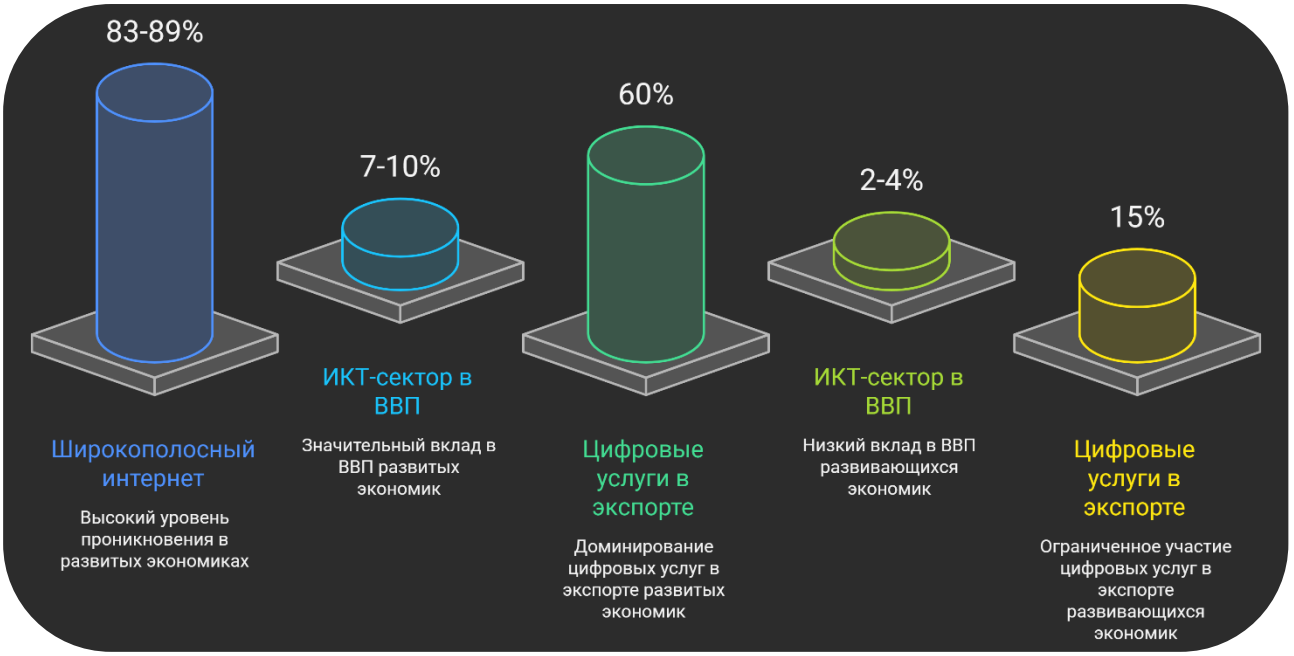


Рисунок 2 – Сравнение отдельных показателей цифровизации развитых и развивающихся стран [собственная разработка]

Наряду с расширяющимися возможностями и выгодами, цифровизация также несёт серьёзные угрозы и риски: монополизацию рынков (концентрация данных и капитала у немногочисленных платформенных гигантов), алгоритмическую дискриминацию, рост киберпреступности, регулятивную фрагментацию и экологические издержки (в виде возрастания электронных отходов, чрезмерного потребления электроэнергии и т.п.). В то же время зависимость от иностранной инфраструктуры создаёт уязвимости для национальных экономик отдельных государств, а отсутствие согласованных международных стандартов грозит «цифровой биполярностью», т.е. разделению глобальной экономики на два технологических полюса, каждый из которых формирует свою независимую цифровую экосистему.

На основе проведённого исследования сформулированы следующие актуальные направления развития электронной экономики (рисунок 3):

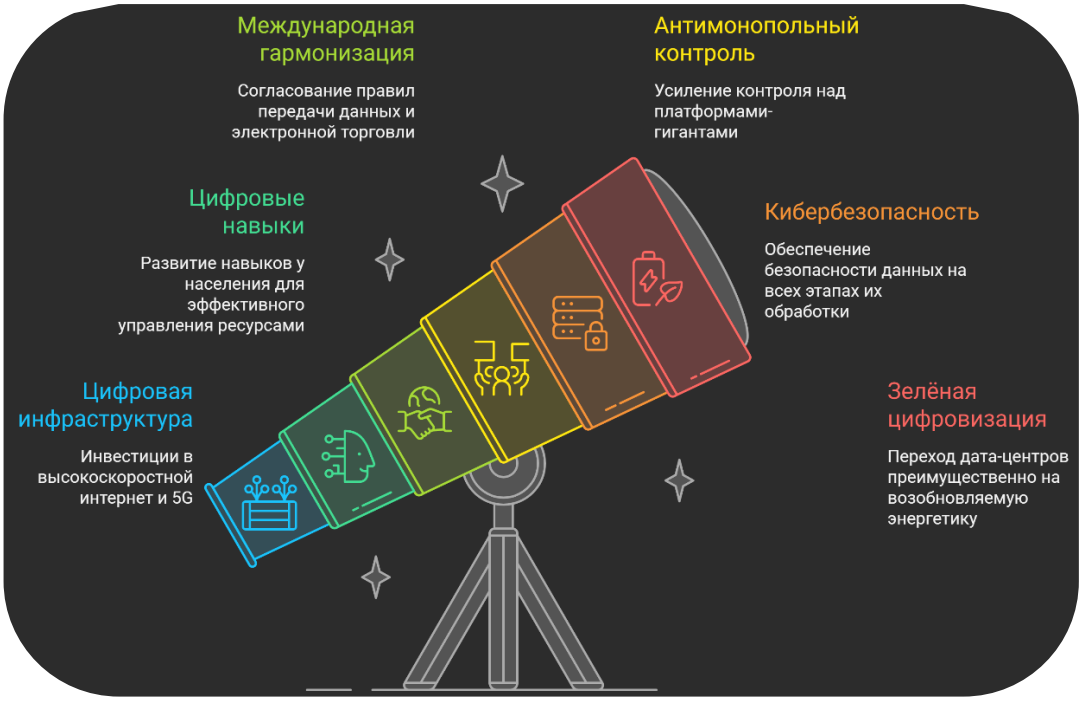


Рисунок 3 – Актуальные направления развития электронной экономики [собственная разработка]

1. Инвестиции в цифровую инфраструктуру (высокоскоростной интернет, 5G, собственные облачные платформы) крайне важны для успешного развития электронной экономики.
2. Немаловажным является развитие цифровых навыков у населения для более эффективного управления ресурсами, а также уменьшения риска киберугроз.
3. Необходима гармонизация международных правил в сфере передачи и обработки данных и электронной торговли в целом, а также усиление антимонопольного контроля над платформами-гигантами.
4. Обеспечение кибербезопасности на всех этапах работы с данными.
5. «Зелёная» цифровизация – переход дата-центров преимущественно на возобновляемую энергетику.

Таким образом, процессы цифровизации лежат в основе фундаментальной трансформации современной мировой экономики. Устойчивый положительный результат её развития достижим лишь при сочетании технологического прогресса с продуманной и комплексной государственной политикой, направленной на преодоление цифрового неравенства и безопасное существование человека.

Список использованных источников:

1. Growth of digital economy outperforms overall growth across OECD [Электронный ресурс] / OECD. – 2024. – Режим доступа: https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2024/05/growth-of-digital-economy-outperforms-overall-growth-across-oecd.html.

2. Digital Economy Report 2024 [Электронный ресурс] / UN Trade and Development (UNCTAD). – 2024. – Режим доступа: https://unctad.org/publication/digital-economy-report-2024.

3. Key Issues in Digital Trade Review [Электронный ресурс] / OECD. – 2023. – Режим доступа: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/01/key-issues-in-digital-trade-review_5a91f9a0/b2a9c4b1-en.pdf.

4. Global Cybersecurity Outlook 2026 [Электронный ресурс] / World Economic Forum. – 2026. – Режим доступа: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Global_Cybersecurity_Outlook_2026.pdf.

5. Facts and Figures 2022 – Internet use [Электронный ресурс] / International Telecommunication Union (ITU). – 2022. – Режим доступа: https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2022/11/24/ff22-internet-use.

6. How AI Is Driving Revenue, Cutting Costs and Boosting Productivity for Every Industry in 2026 [Электронный ресурс] / NVIDIA Blog. – 2026. – Режим доступа: https://blogs.nvidia.com/blog/state-of-ai-report-2026.

7. The Global Findex Database 2025 [Электронный ресурс] / World Bank. – 2025. – Режим доступа: https://www.worldbank.org/en/publication/globalfindex.

8. Embracing diversity, advancing together – results of the 2023 BIS survey on central bank digital currencies and crypto [Электронный ресурс] / BIS. – 2023. – Режим доступа: https://www.bis.org/publ/bppdf/bispap147.htm.

9. Big Data Market Size, Share & Growth [Электронный ресурс] / Grand View Research. – 2024. – Режим доступа: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/big-data-industry.

10. Facts & figures: The digital economy [Электронный ресурс] / UN Trade and Development (UNCTAD). – 2024. – Режим доступа: https://unctad.org/press-material/facts-figures-digital-economy.

11. Digital economy: A new frontier for trade, sustainability and inclusion [Электронный ресурс] / UN Trade and Development (UNCTAD). – 2025. – Режим доступа: https://unctad.org/news/digital-economy-new-frontier-trade-sustainability-and-inclusion.

UDC 330.342.3

DIGITALIZATION TRENDS IN THE MODERN ECONOMY

Kamenkov V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Stefanovitch I.V. – PhD in Economics, Associate Professor

Annotation. This paper explores current digitalization trends globally. Key aspects of digitalization are examined, including the expanding use of e-commerce and digital platforms, digital payment systems and fintech, blockchain, cloud computing and the Internet of Things, artificial intelligence, and big data. A comparative analysis of digitalization levels in developed and developing countries is provided. Key risks associated with digitalization processes are identified, including market monopolization, cyber threats, digital inequality, and environmental costs. The final section of the paper outlines current development trends for the digital economy.

Keywords. Digitalization, e-economy, artificial intelligence, big data, e-commerce, digital platforms, fintech, blockchain, cloud computing, cybersecurity, digital divide.

201. АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ SEO-УСЛУГ ДЛЯ АГЕНТСТВ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА

Песина Н.П., студент гр.274003
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Марахина И.В. – канд. экон. наук, доцент

Аннотация. В работе исследуются современные направления развития SEO-услуг в агентствах интернет-маркетинга в условиях активной цифровой трансформации. Рассматривается влияние искусственного интеллекта на структуру поисковой выдачи и формирование новых моделей взаимодействия пользователя с информацией. Особое внимание уделено переходу от классической поисковой оптимизации к подходам, ориентированным на генеративные системы и смысловую обработку запросов. Раскрываются изменения в принципах создания контента, усиление роли пользовательского опыта, мобильной адаптации и локального поиска. Отдельно освещается трансформация поведенческих паттернов аудитории и рост значимости автоматизации процессов продвижения. Показано, что современное SEO приобретает комплексный характер и выходит за пределы традиционного понимания поискового продвижения, формируя новую модель цифрового присутствия бизнеса.

Ключевые слова. SEO, интернет-маркетинг, поисковая оптимизация, искусственный интеллект, генеративный поиск, GEO, цифровая трансформация, контент-стратегия, пользовательский опыт, мобильная оптимизация, локальное SEO, голосовой поиск, E-E-A-T, автоматизация, поисковые системы, цифровая среда.

В условиях цифровой трансформации и усиления конкуренции в онлайн-среде особенно важно эффективно продвигать бизнес в интернете. Развитие технологий, изменение поведения потребителей и расширение цифровых каналов формируют новые требования к компаниям.

По состоянию на 2025 год более трети населения планеты совершают покупки онлайн, а глобальный рынок электронной коммерции превышает $6,8 трлн. В мире насчитывается более 28 млн активных e-commerce-площадок, что подчёркивает важность использования для бизнеса [1].

Интернет-маркетинг направлен на привлечение и работу с потенциальными клиентами в цифровой среде и представляет собой комплекс разнообразных инструментов, связанных единой стратегией продвижения компании, ее бренда, товаров и услуг в сети Интернет

Одним из ключевых инструментов интернет-маркетинга является поисковая оптимизация (или SEO, от англ. search engine optimization) – это комплекс мер, направленных на улучшение соответствия сайта критериям качества, разработанным поисковыми системами, вследствие чего сайт может улучшить свои позиции в выдаче поисковых систем и привлечь больше трафика [2].

На современном этапе развития цифровой экономики SEO продолжает оставаться одним из ключевых инструментов привлечения целевого трафика и повышения видимости бизнеса в сети Интернет. Однако современные реалии требуют от агентств интернет-маркетинга постоянного совершенствования подходов к оказанию SEO-услуг, адаптации к изменениям алгоритмов поисковых систем и трансформации пользовательского поведения.

Одним из наиболее заметных факторов трансформации SEO в последние годы стало внедрение технологий искусственного интеллекта, которое постепенно выводит отрасль на новый уровень – так называемый GEO (Generative Engine Optimization). Речь идёт не просто о классической оптимизации под поисковые системы, а о работе с генеративными алгоритмами, формирующими ответы пользователю напрямую, минуя традиционную выдачу. В таких условиях задача агентств усложняется: теперь важно не только вывести сайт в топ, но и добиться его присутствия в ответах, генерируемых AI-системами [3].

Дополнительно это подтверждается динамикой распределения трафика между различными источниками поиска и генеративными платформами. По данным, представленным на рисунке 1, в течение 2025 года наблюдается неоднородная, но в целом показательная перестройка каналов привлечения пользователей. Классические поисковые системы демонстрируют отрицательную или околонулевую динамику. Параллельно усиливается нестабильность поведения пользователей, что особенно заметно на фоне изменения алгоритмов ранжирования и роста конкуренции за органическую выдачу.

На этом фоне заметно выделяются генеративные сервисы, где фиксируется устойчивый рост пользовательского трафика, а в отдельные периоды – резкие скачки вовлечённости. Подобная картина указывает не столько на линейное перераспределение трафика, сколько на формирование нового поискового поведения, где пользователь всё чаще обращается не к списку ссылок, а к готовому сформированному ответу. Данные иследования Ahrefs о доле поисковых систем и нейросетей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные иследования Ahrefs о доле поисковых систем и нейросетей

Период	Google	ChatGPT	Bing	DuckDuckGo	Claude	Perplexity	Gemini
Октябрь 2025 - Ноябрь 2025	− 6,3%	− 0,5%	− 7,9%	− 4,2%	− 2,9%	− 5,3%	− 0,7%
Сентябрь 2025 - Октябрь 2025	− 2,3%	+ 5,4%	+ 2,0%	+ 4,5%	− 2,2%	− 4,1%	− 0,7%
Август 2025 - Сентябрь 2025	− 3,8%	+ 12,1%	+ 2,6%	+ 0,9%	+ 8,5%	+ 25,2%	+ 35,5%
Июль 2025 - Август 2025	− 4,6%	+ 5,7%	− 2,6%	− 2,6%	− 10,1%	+ 8,1%	− 13,1%
Июнь 2025 - Июль 2025	+ 1,5%	+ 5,4%	+ 3,2%	+ 6,3%	+ 5,6%	+ 5,1%	− 1,3%
Май 2025 - Июнь 2025	− 6,8%	+ 1,6%	− 4,2%	− 4,6%	+ 108,7%	− 8,9%	+ 2,6%
Апрель 2025 - Май 2025	− 1,2%	+ 24,2%	+ 3,5%	− 12,8%	+ 136,5%	+ 7,4%	+ 5,9%
Март 2025 - Апрель 2025	− 3,3%	+ 25,0%	− 8,7%	− 37,2%	+ 56,9%	− 10,5%	+ 0,4%
Февраль 2025 - Март 2025	+ 1,2%	+ 17,9%	+ 11,4%	+ 9,5%	+ 235,6%	+ 16,8%	+ 21,0%
Январь 2025 - Февраль 2025	− 7,5%	+ 22,1%	− 5,3%	− 8,4%	+ 73,8%	+ 4,8%	− 20,5%
Примечание – Источник: [4].							

Рост внедрения искусственного интеллекта в цифровые сервисы меняет сам характер взаимодействия пользователя с поисковыми системами и онлайн-платформами. Всё больше запросов формулируется в естественной, разговорной форме, что связано с развитием голосовых интерфейсов и AI-ассистентов. В результате поисковые системы всё чаще ориентируются не на отдельные ключевые слова, а на смысл запроса, намерение и контекст поведения пользователя. На рисунке 2 представлен ответ в поисковой выдаче Google с примером AI-сгенерированного ответа.

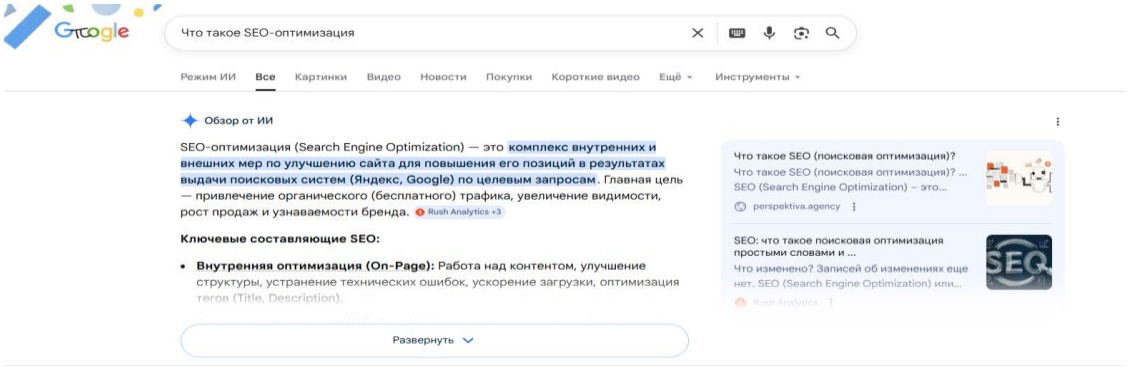


Рисунок 2 – Фрагмент страницы поисковой выдачи Google с примером AI-сгенерированного ответа [5]

Именно здесь возникает принципиальное отличие GEO от традиционного подхода: если раньше оптимизация строилась вокруг ключевых слов, то теперь приоритет получает смысловая полнота и структурированность контента. Алгоритмы оценивают, насколько материал способен «ответить» на запрос в широком контексте. На практике это означает, что выигрывают страницы, которые не просто содержат релевантные фразы, а дают исчерпывающий, логически выстроенный ответ. В ряде случаев наблюдается, что такие материалы получают до 30-40% больше органического трафика за счёт попадания в AI-ответы и расширенные сниппеты [6].

Отдельного внимания заслуживает изменение поведения клиентов агентств. Всё чаще компании обращаются с запросами, связанными не столько с классическим продвижением, сколько с адаптацией под новые форматы поиска. Например, среди типичных задач можно выделить: «как попасть в ответы ChatGPT-подобных систем», «почему сайт не отображается в AI-выдаче», «как оптимизировать контент под генеративный поиск». Это свидетельствует о смещении ожиданий: заказчики начинают

воспринимать SEO как инструмент присутствия в информационной экосистеме в целом, а не только в рамках поисковой страницы.

Одновременно усиливается роль автоматизации. AI-инструменты берут на себя значительную часть рутинных задач – от технического аудита до кластеризации запросов и анализа конкурентов, заметно ускоряя обработку данных и реакцию на изменения.

При этом эффективность таких решений напрямую зависит от их правильной интерпретации. Без стратегического подхода автоматизация нередко приводит к шаблонным выводам, которые плохо работают в условиях усложняющихся алгоритмов поисковых систем. Важно и то, что искусственный интеллект меняет саму логику формирования контента. Генеративные модели способны создавать тексты, но поисковые системы всё лучше распознают поверхностные и слабо проработанные материалы. В результате возрастает ценность экспертности, глубины анализа и уникальности подачи. Можно наблюдать тенденцию, при которой сайты с «человеческим» контентом, дополненным аналитикой и практическими выводами, стабильно опережают ресурсы, ориентированные на массовую генерацию текстов.

В совокупности развитие GEO формирует новую парадигму SEO-услуг. Агентства вынуждены работать не только с алгоритмами поисковых систем, но и с логикой генеративных моделей, учитывать изменение пользовательских сценариев и адаптировать контент под более сложные формы взаимодействия. Именно в этом направлении сегодня сосредоточено наибольшее количество запросов со стороны бизнеса, что подтверждает: влияние искусственного интеллекта уже перестало быть трендом – оно стало базовым условием конкурентоспособности [3].

Поведение пользователей в интернете всё сильнее определяет логику поискового продвижения. Уже недостаточно просто соответствовать формальным требованиям алгоритмов – внимание смещается к тому, насколько комфортно человеку взаимодействовать с сайтом. Показатели, объединённые в Core Web Vitals, фактически закрепили пользовательский опыт как измеряемый фактор качества. Core Web Vitals (основные интернет-показатели) – это набор метрик, разработанный Google для оценки качества пользовательского опыта (UX) на сайте. Они позволяют количественно измерить ключевые характеристики взаимодействия пользователя со страницей, включая скорость загрузки контента, уровень интерактивности и визуальную стабильность интерфейса при загрузке и использовании страницы.

Роль мобильного SEO продолжает расти, постепенно приобретая всё большее значение. Поскольку большинство пользователей используют мобильные устройства для доступа в интернет, компании должны быть готовы адаптироваться к этой тенденции. Мобильный SEO играет ключевую роль в обеспечении удобства пользования и повышения видимости сайта на мобильных платформах. Это касается не только визуального восприятия сайта, но и его скорости загрузки и удобства интерфейса.

На основании недавних исследований можно сказать, что пользователи ожидают моментального отклика при взаимодействии через смартфоны и планшеты. Поэтому, оптимизация мобильного SEO обязывает интеграцию новых технологий, таких как PWA (прогрессивные веб-приложения), AMP (ускоренные мобильные страницы) и адаптивные дизайны. Они позволяют сократить время загрузки страниц, улучшая пользовательский опыт.

1 Локальная оптимизация: Многие запросы связаны с геолокацией, и мобильный SEO поможет локальным компаниям привлечь больше клиентов.

2 Быстродействие: Скорость сайта приобретает критическую важность, влияя на рейтинг в поисковой выдаче.

3 Удобство использования: Обеспечение лучшего UX на мобильных устройствах становится основным фактором успеха.

Существенная доля мобильных запросов носит географически ориентированный характер: пользователи формулируют их с привязкой к конкретному месту, времени или даже ситуации – ищут «рядом», «поблизости», «открыто сейчас». Подобная модель поведения делает локальную оптимизацию особенно значимой для бизнеса, работающего в офлайн-сегменте или привязанного к конкретной территории [6].

Локальное SEO представляет собой набор методов, направленных на повышение видимости компании в результатах поиска по запросам с географическим контекстом. Речь идёт не только о размещении адреса или указании города в тексте, но и о комплексной работе с картографическими сервисами, отзывами, структурированными данными, а также с профилями в системах вроде Google Business Profile. По сути, поисковые системы стремятся связать запрос пользователя с наиболее релевантным объектом поблизости, учитывая расстояние, репутацию компании и качество представленной информации.

Можно заметить, что в локальной выдаче всё чаще доминируют компании с хорошо заполненными профилями и активной пользовательской обратной связью. Наличие актуальных фотографий, регулярных отзывов и корректных контактных данных заметно повышает шансы

попадания в так называемый «локальный пакет» – блок с картой и тремя наиболее релевантными организациями [6].

Для малого и среднего бизнеса локальная оптимизация становится не просто дополнительным инструментом, а полноценным каналом привлечения клиентов. В ряде случаев именно она формирует основную часть входящего потока, особенно в сферах услуг, общественного питания, медицины и розничной торговли.

Голосовой поиск постепенно перестаёт быть технологической новинкой и всё заметнее влияет на структуру поискового поведения. Распространение смартфонов, умных колонок и встроенных ассистентов изменило сам формат взаимодействия с информацией: вместо коротких ключевых фраз пользователи формулируют развернутые, разговорные запросы. Это приводит к смещению акцента в сторону естественного языка и более длинных поисковых конструкций. В ряде случаев запросы становятся почти диалоговыми – с уточнениями, контекстом и уточняющими деталями.

Подобная трансформация требует пересмотра подходов к контенту. Страницы, ориентированные на голосовой поиск, чаще выигрывают за счёт структурированности, лаконичных ответов и логически выстроенных формулировок. Можно заметить, что всё большее значение приобретают блоки с прямыми ответами на типовые вопросы, поскольку именно они чаще всего используются поисковыми системами для озвучивания информации. Дополнительным фактором становится локальная привязка запросов: значительная часть голосовых обращений связана с поиском услуг поблизости, маршрутов или быстрых рекомендаций [6,7].

Одним из ключевых направлений трансформации SEO становится постепенное ужесточение требований к качеству публикуемого контента. Поисковые алгоритмы все меньше ориентируются на формальные признаки оптимизации и все больше – на смысловую ценность материала, его глубину и подтверждаемую достоверность информации [6]. В результате на первый план выходит не объем текста и не насыщенность ключевыми словами, а то, насколько полно и профессионально раскрыта тема.

В этой системе координат особую роль закрепили за собой принципы E-E-A-T, которые формируют основу оценки качества контента со стороны поисковых систем. Они включают:

− Experience (наличие практического опыта, отраженного в материале);
− Expertise (уровень профессиональной подготовки автора);
− Authoritativeness (признание источника в профессиональной среде);
− Trustworthiness (степень надежности и прозрачности информации). [7].

Фактически эти критерии задают новый стандарт цифровой публикации: важно не только что написано, но и кем, на каком основании и насколько это можно проверить. Поисковые системы все чаще отдают предпочтение материалам, созданным специалистами или подтвержденными экспертными источниками, что усиливает конкуренцию среди компаний, работающих в информационной среде. В таких условиях бизнесу приходится пересматривать подход к контент-стратегии, усиливать экспертную составляющую и уделять больше внимания фактической точности публикуемых данных. Обновления алгоритмов поисковых систем, а также рост требований к качеству сайтов, контента и пользовательского опыта заставляют специалистов по поисковой оптимизации адаптировать свои стратегии продвижения и учитывать новые факторы ранжирования.

Текущий этап развития SEO можно рассматривать как переход к более сложной и многослойной модели оценки сайтов, где классические факторы ранжирования перестают быть самодостаточными. Изменения, начавшиеся в 2023–2024 годах, постепенно формируют новую логику поисковой выдачи: система все чаще ориентируется не на отдельные сигналы, а на их совокупность и взаимосвязь, оценивая ресурс в целом – от структуры сайта до качества смыслового наполнения.

Развитие современных технологий, таких как искусственный интеллект, AI-генерируемые ответы в поисковой выдаче, голосовой поиск и новые форматы отображения информации, оказывает значительное влияние на процессы поискового продвижения. При этом базовые направления SEO, включая техническую оптимизацию сайтов, работу с контентом и улучшение пользовательского опыта, по-прежнему остаются важными условиями для успешного ранжирования сайтов в поисковых системах.

В итоге SEO сегодня – это уже не инструмент «поднятия позиций», а полноценная система управления цифровым присутствием. Она требует сочетания аналитики, технологий и понимания поведения аудитории. И чем быстрее агентства перестраиваются под эту реальность, тем выше их шансы сохранить конкурентоспособность в условиях постоянно меняющейся среды.

Список использованных источников:

1. Блог компании SellersCommerce [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.sellerscommerce.com/blog/ecommerce-statistics/

2. Анисимов, С. В. Поисковое продвижение сайтов : практическое руководство по увеличению посещаемости и прибыли веб-площадок / Сергей Анисимов. – Москва : 1000 бестселлеров, 2020. – 416 с.

3 Цветков С. GEO + SEO 2026. План на 90 дней: первое практическое руководство по GEO на русском языке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://digital-pro.tech/book/seo-geo/SEO-GEO-Guide.html

4. ChatGPT vs Google: сравнительный обзор возможностей и ограничений современных систем поиска и генерации ответов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://chatgpt-vs-google.com/

5. Поисковая система Google [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.google.com

6. ТОП-5 трендов на рынке поискового SEO-продвижения на 2026 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/980064/

7. SEO-тренды в 2026 году: важные изменения для бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ashmanov.com/education/articles/aktualnie-trendy-seo

UDC

CURRENT TRENDS IN ENHANCING SEO SERVICES FOR INTERNET MARKETING AGENCIES

Pesina N.P., student of group 274003

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Marahina I.V. – PhD in Economics, associate professor

Annotation. This paper examines current trends in the development of SEO services within digital marketing agencies under conditions of rapid digital transformation. It explores the impact of artificial intelligence on the structure of search engine results and the emergence of new models of user interaction with information. Special attention is given to the shift from traditional search engine optimization toward approaches focused on generative systems and semantic query processing. The study highlights changes in content creation principles, the growing importance of user experience, mobile adaptation, and local search. It also addresses the transformation of user behavioral patterns and the increasing role of automation in optimization processes. The findings show that modern SEO is becoming a complex, multidimensional practice that extends beyond traditional search promotion and forms a new model of digital business presence.

Keywords. SEO, digital marketing, search engine optimization, artificial intelligence, generative search, GEO, digital transformation, content strategy, user experience, mobile optimization, local SEO, voice search, E-E-A-T, automation, search engines, digital environment.

202. PHYGITAL-МАРКЕТИНГ И ЕГО РОЛЬ В ПОСТРОЕНИИ ЭКОСИСТЕМЫ БРЕНДА

Савченко В.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Марахина И.В., – канд. экон. наук, доцент

Аннотация. В условиях цифровой трансформации экономики формируется новая реальность взаимодействия брендов с потребителями - phygital-маркетинг. Данный подход представляет собой концепцию интеграции физических и цифровых каналов взаимодействия, направленную на создание бесшовного клиентского опыта за счёт объединения офлайн- и онлайн-среды, что позволяет повысить вовлечённость, доверие и лояльность аудитории. Целью данной статьи является исследование роли phygital-маркетинга в формировании и развитии бренд-экосистемы, а также выявление его ключевых механизмов воздействия на потребительское поведение.

Практическая значимость работы заключается в обобщении теоретических подходов к пониманию роли phygital-маркетинга в экосистеме бренда, а также в возможности применения полученных выводов компаниями для построения устойчивых конкурентных преимуществ.

Ключевые слова: phygital-маркетинг, цифровая трансформация, бренд-экосистема, клиентский опыт, клиентский путь (customer journey), омниканальный маркетинг, потребительское поведение, нейромаркетинг, персонализация, пользовательский опыт, вовлечённость, лояльность, доверие к бренду, конверсия, конкурентные преимущества, автоматизация маркетинга, анализ данных, Web3, метавселенные.

Phygital-маркетинг представляет собой интеграцию физических и цифровых каналов взаимодействия с потребителем в рамках единого пользовательского опыта, при котором границы между офлайн- и онлайн-средой становятся практически незаметными. Данный подход предполагает создание целостной системы коммуникации, в которой все точки контакта с брендом взаимосвязаны и дополняют друг друга, формируя непрерывную и логически выстроенную цепочку взаимодействия. Возникновение данной концепции обусловлено стремительным развитием цифровых технологий, включая мобильные устройства, облачные сервисы, платформенные решения и экосистемные продукты, а также трансформацией потребительских ожиданий в сторону более удобного, быстрого и персонализированного взаимодействия с брендом. Современные потребители ожидают не только доступности информации и удобства покупки, но и высокого уровня сервиса, адаптированного под их индивидуальные предпочтения и поведенческие привычки. Это требует от компаний пересмотра традиционных маркетинговых стратегий и перехода от линейных моделей коммуникации к нелинейным, гибким и адаптивным системам. В этом контексте phygital-маркетинг выступает логическим этапом развития омниканального подхода, расширяя его за счёт более глубокой интеграции технологий, данных и пользовательского опыта [1]. Дополнительно данная концепция отражает переход к экономике впечатлений, в которой ценность создаётся не только продуктом, но и процессом взаимодействия с ним.

Phygital-маркетинг также трансформирует бизнес-модели компаний, смещая фокус с разовой продажи продукта на создание комплексной ценности и долгосрочного взаимодействия с клиентом. В рамках данного подхода продукт становится частью более широкой сервисной системы, включающей как физические, так и цифровые элементы, что соответствует концепции совместного создания ценности (value co-creation). Phygital-подход базируется на синтезе теории потребительского поведения, нейромаркетинга и концепции управления клиентским опытом (customer experience management), что позволяет учитывать как рациональные, так и иррациональные факторы принятия решений. С точки зрения поведенческой экономики, потребитель не всегда действует рационально, и на его выбор значительное влияние оказывают эмоции, контекст и способ представления информации. В этом аспекте phygital-маркетинг позволяет управлять восприятием ценности продукта через комплексное воздействие на сенсорные и когнитивные механизмы. Его ключевым механизмом является сочетание физического взаимодействия с продуктом, позволяющего сформировать тактильное, визуальное и эмоциональное восприятие, и цифрового удобства совершения покупки, обеспечивающего скорость, доступность и простоту транзакций. Такое объединение формирует более комплексный и насыщенный пользовательский опыт, повышая удовлетворённость потребителя и снижая уровень неопределённости при выборе. При этом чрезмерная цифровизация и усложнение пользовательского опыта могут привести к эффекту перегрузки (experience overload), снижая удобство взаимодействия и вызывая когнитивное напряжение у потребителя. В связи с этим важной задачей компаний становится баланс между технологичностью решений и их простотой и интуитивной понятностью. Влияние phygital-подхода на процесс принятия решений проявляется в снижении так называемой «боли оплаты» за счёт упрощения и ускорения процесса покупки, а также в усилении эмоциональной привязанности к продукту и бренду через создание позитивного и запоминающегося опыта взаимодействия. Дополнительно данный подход способствует формированию доверия к бренду,

так как обеспечивает прозрачность, предсказуемость и согласованность взаимодействия на всех этапах клиентского пути [2].

Phygital выступает драйвером формирования бренд-экосистемы, так как объединяет онлайн-платформы, офлайн-точки продаж, мобильные приложения и социальные сети в единую взаимосвязанную систему взаимодействия с потребителем. В рамках рассматриваемой концепции данные о пользователе становятся ключевым стратегическим ресурсом. Их интеграция из различных каналов взаимодействия позволяет формировать единый профиль клиента (customer 360), что повышает точность сегментации, персонализации и прогнозирования поведения аудитории. При этом все каналы коммуникации функционируют не изолированно, а как элементы единой среды, дополняя и усиливая друг друга, что соответствует современным концепциям экосистемного маркетинга. Это обеспечивает бесшовный клиентский путь (customer journey), при котором пользователь может свободно переходить между каналами без потери качества опыта, контекста взаимодействия и персонализированных предложений. Это, в свою очередь, способствует развитию data-driven маркетинга, основанного на принятии решений на основе анализа данных, а не интуитивных предположений. Дополнительно достигается синхронизация пользовательских данных, что позволяет формировать более точное и комплексное представление о поведении, мотивации и предпочтениях аудитории. На основе этих данных компании могут выстраивать более точные сегменты, персонализированные предложения и адаптивные сценарии коммуникации. В результате формируется целостное и последовательное позиционирование бренда, усиливающее его узнаваемость, дифференциацию и доверие со стороны потребителей. Более того, формирование такой экосистемы способствует не только повышению эффективности маркетинговых коммуникаций, но и оптимизации внутренних бизнес-процессов, включая управление клиентскими данными и взаимодействием с аудиторией.

Ключевую роль в реализации phygital-подхода играют современные технологии, включая дополненную и виртуальную реальность (AR/VR), искусственный интеллект, Big Data и интернет вещей (IoT), которые выступают основой для создания инновационного пользовательского опыта и трансформации традиционных моделей взаимодействия с клиентом. Эффективность применения данных технологий может оцениваться с помощью системы метрик, включая коэффициент конверсии, уровень вовлечённости (engagement rate), пожизненную ценность клиента (LTV), индекс удовлетворённости (CSAT) и показатели клиентского опыта (CX). Использование сквозной аналитики и атрибуционных моделей позволяет более точно определить вклад каждого канала в достижение бизнес-результатов. Данные технологии позволяют не только расширить возможности взаимодействия с продуктом, но и значительно повысить уровень персонализации коммуникации с потребителем, что является ключевым фактором конкурентоспособности в условиях цифровой экономики. Например, искусственный интеллект используется для анализа поведения пользователей, выявления скрытых закономерностей и прогнозирования их потребностей, что позволяет формировать маркетинговые предложения. Big Data обеспечивает обработку больших массивов структурированных и неструктурированных данных для принятия обоснованных управленческих решений. В свою очередь, технологии AR/VR позволяют создавать иммерсивный опыт взаимодействия с продуктом, усиливая эффект присутствия и вовлечённости, а IoT способствует интеграции физических устройств в цифровую среду, обеспечивая сбор данных в реальном времени. Эти инструменты обеспечивают автоматизацию взаимодействия с клиентом, оптимизацию бизнес-процессов, а также эффективный сбор, хранение и анализ данных. В результате phygital-маркетинг выступает как инновационный фактор трансформации клиентского пути, способствуя его усложнению, персонализации и повышению общей эффективности маркетинговых стратегий [3]. Дополнительно он способствует переходу от реактивного маркетинга к проактивному, основанному на аналитике.

Использование phygital-подхода способствует значительному повышению уровня вовлечённости потребителей за счёт создания более интерактивного, динамичного и многоканального опыта взаимодействия с брендом, который объединяет физическое присутствие и цифровые технологии в единую систему. Комбинация физических точек взаимодействия, таких как магазины, выставочные стенды или события, с цифровыми каналами - веб-сайтами, мобильными приложениями, социальными сетями и платформами дополненной реальности позволяет не только привлекать внимание аудитории, но и удерживать его на протяжении всего клиентского пути, формируя глубокую и устойчивую эмоциональную связь между брендом и потребителем. Такой формат взаимодействия создаёт условия для вовлечения всех сенсорных каналов пользователя, включая визуальное, аудиальное, тактильное и когнитивное восприятие, что делает опыт более насыщенным, персонализированным, релевантным и ценностно ориентированным.

В результате повышается восприятие ценности продукта и его значимости для пользователя, что усиливает доверие к бренду. Потребитель получает предсказуемый и комфортный опыт на всех этапах взаимодействия, начиная с первоначального контакта и исследования продукта, через процесс покупки, до последующего обслуживания и поддержки. Такой целостный подход снижает сомнения и когнитивные барьеры при принятии решения, стимулирует активное участие аудитории, повышает

вероятность повторных покупок и способствует формированию устойчивой лояльности. Более того, положительный опыт закрепляется в сознании потребителя, трансформируется в привычку взаимодействия с брендом, стимулирует рекомендации, положительные отзывы и органический рост клиентской базы, создавая эффект вирусного маркетинга через социальные сети и личные коммуникации.

Усиление конкурентных преимуществ компании проявляется в способности быстрее адаптироваться к изменениям рынка, внедрять инновационные решения и предлагать более высокий уровень сервиса по сравнению с конкурентами. Дополнительно phygital-маркетинг открывает возможности для масштабирования бренд-экосистемы, позволяя интегрировать новые каналы, сервисы, технологии и инновационные форматы взаимодействия без потери целостности пользовательского опыта, что особенно важно в условиях глобализации, растущей цифровой конкуренции и изменения поведения потребителей [4].

Однако, несмотря на значительные преимущества, внедрение phygital-маркетинга сопровождается рядом существенных ограничений и вызовов. Прежде всего, это высокие инвестиционные затраты, связанные с разработкой, внедрением и поддержкой технологических решений, включая AR/VR-продукты, IoT-устройства, AI-аналитику и платформенные интеграции, а также необходимостью постоянного обновления цифровой инфраструктуры и поддержания актуальности данных. Существенной проблемой является сложность интеграции различных каналов, платформ, систем и инструментов в единую экосистему, что требует высокой степени технологической зрелости, межфункциональной координации и участия экспертов в области IT, маркетинга и UX-дизайна.

Дополнительные риски связаны с обеспечением конфиденциальности и безопасности пользовательских данных, особенно в условиях ужесточения международного и национального регулирования в области защиты персональной информации (GDPR, CCPA и аналогичные нормативы). Внедрение phygital-подхода также требует трансформации организационной структуры компании, пересмотра бизнес-процессов, внедрения новых компетенций и повышения квалификации сотрудников, что может сопровождаться внутренним сопротивлением и увеличением управленческой нагрузки. Ещё одним важным вызовом является необходимость балансирования между автоматизацией и сохранением человеческого фактора в коммуникации с клиентом, что критически важно для поддержания эмоциональной связи с аудиторией и персонализации сервиса.

В целом, phygital-маркетинг представляет собой не просто технологическую инновацию, а стратегический подход к построению многоканального, персонализированного и высокоэффективного клиентского опыта, способного повысить вовлечённость, доверие и лояльность потребителей, укрепить конкурентные позиции и создать новые возможности для масштабирования бизнеса.

Несмотря на существующие технологические и организационные ограничения, phygital-маркетинг выступает важным инструментом формирования устойчивых конкурентных преимуществ. Его внедрение способствует повышению гибкости бизнеса, улучшению клиентского опыта и созданию дополнительных точек роста. В перспективе его роль будет усиливаться в условиях развития цифровых экосистем, углубления интеграции технологий и усиления конкуренции за внимание потребителя, что делает phygital-подход одним из ключевых направлений развития маркетинга будущего. Данная концепция находит применение в различных отраслях, включая розничную торговлю, финтех, образование и индустрию развлечений, адаптируясь к специфике клиентского пути и особенностям поведения аудитории. Это подтверждает универсальность и гибкость phygital-подхода в условиях цифровой экономики. В условиях высокой конкуренции phygital-маркетинг становится инструментом дифференциации бренда, позволяя формировать уникальный пользовательский опыт, который сложно воспроизвести конкурентам. Это особенно важно на насыщенных рынках, где функциональные характеристики продукта перестают быть ключевым фактором выбора.

Таким образом, phygital-подход следует рассматривать не только как инструмент интеграции каналов, но и как основу новой логики взаимодействия между брендом и потребителем, основанной на данных, персонализации и управлении клиентским опытом.

Список использованных источников:

1. What is phygital marketing / Amazon Ads // 2024.
2. Johnson, M. *Defining the Phygital Marketing Advantage* / M. Johnson, R. Barlow // Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 2021.
3. Greco, F. *Phygital technologies and environments* / F. Greco // Technological Forecasting & Social Change, 2023.
4. Greco, F. *Phygital as a Lever for Value Propositions* / F. Greco // Sustainability, 2024.

UDC

PHYGITAL MARKETING AND ITS ROLE IN BUILDING A BRAND ECOSYSTEM

Savchenko V.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Marakhina I.V., PhD in Economics, Associate Professor.

Abstract: In the context of the digital transformation of the economy, a new reality of brand-consumer interaction is emerging-phygital marketing. This approach represents a strategy aimed at creating a seamless customer experience through the integration of offline and online environments, enabling increased engagement, trust, and audience loyalty. The purpose of this article is to examine the role of phygital marketing in the formation and development of a brand ecosystem, as well as to identify its key mechanisms of influence on consumer behavior. The practical significance of the study lies in the development of a theoretical model of the role of phygital marketing within a brand ecosystem, which can be utilized by companies to build sustainable competitive advantages.

Keywords: phygital marketing, digital transformation, brand ecosystem, customer experience, customer journey, omnichannel marketing, consumer behavior, neuromarketing, personalization, user experience, engagement, loyalty, brand trust, conversion, competitive advantage, marketing automation, data analysis, Web3, metaverses.

УДК 331.5.024.5(476)

203. СТРУКТУРНЫЙ ДИСБАЛАНС РЫНКА ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ

Попова Б.И., Филимонова С.С., студенты гр.477602

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И.М. – канд. экон. наук, доцент

Аннотация. В статье рассматривается проблема структурного дисбаланса на рынке труда Республики Беларусь, проявляющегося в остром дефиците квалифицированных рабочих кадров при общей стабильной занятости. Анализируются ключевые причины этой ситуации: недостаточная точность прогнозирования кадровой потребности, низкая привлекательность рабочих профессий для молодежи и неэффективность механизмов коммуникации между работодателями и соискателями. Рассмотрены зарубежные подходы к привлечению и удержанию специалистов рабочих профессий (внедрение эконометрических методов прогнозирования спроса на рабочую силу, развитие цифрового брендинга работодателей и создание специализированных онлайн-платформ для рекрутинга в сегменте рабочих профессий) и дана оценка перспективы их адаптации к белорусским реалиям.

Ключевые слова. Рынок труда, структурный дисбаланс, рабочие профессии, дефицит кадров, прогнозирование спроса, эконометрические методы, брендинг работодателя, цифровой рекрутинг, онлайн-платформы, занятость, квалифицированные рабочие, привлекательность профессий, региональный дисбаланс, кадровая потребность.

Современный рынок труда Республики Беларусь характеризуется выраженной структурной неоднородностью: в одних отраслях наблюдается острый дефицит кадров, в других – избыток. Особое значение приобретают рабочие профессии, обеспечивающие функционирование производственного сектора, дефицит кадров в котором негативно влияет на стабильность и эффективность национальной экономики. Учитывая критическую роль специалистов рабочих профессий для поддержания сбалансированного кадрового потенциала страны, возникает необходимость обоснования направлений по повышению их привлекательности и мотивации, опираясь на проверенные международные практики.

Рынок труда – это система экономических отношений между работодателями и работниками, определяемая соотношением спроса на рабочую силу и ее предложения. Он характеризуется рядом ключевых показателей: уровнем заработной платы, занятостью и безработицей, уровнем спроса и предложения рабочей силы и др. Спрос на труд – это количество рабочей силы, которое работодатели готовы нанять при определенном уровне заработной платы. Предложение труда отражает объем рабочего времени, который население готово и способно затратить на оплачиваемую деятельность. Соотношение спроса и предложения с учетом отраслевой, профессиональной, квалификационной и территориальной структуры определяет конъюнктуру рынка труда. В зависимости от соотношения между спросом и предложением конъюнктура рынка труда может быть трех типов: трудодефицитной, трудоизбыточной, равновесной. На практике достижение равновесия между спросом и предложением рабочей силы крайне затруднено.

Формирование конъюнктуры рынка труда обусловлено целым рядом факторов. Ключевую роль играют: экономическая ситуация (подъем или спад), структура экономики по отраслям, уровень технологического развития, уровень доходов населения, развитие рынков товаров, услуг, недвижимости и ценных бумаг, состояние социальной и производственной инфраструктуры, степень диверсификации экономики, а также масштабы интеграционных связей (в отраслевом и территориальном разрезах). Значимое влияние оказывают и факторы демографического, этносоциального, политического, экологического и иного характера.

По данным Национального статистического комитета ситуация на рынке труда Беларуси характеризуется стабильностью и высоким уровнем занятости. Численность трудоспособного населения за III квартал 2025 г. составила 5 008,9 тыс. человек, из них 4 890,0 были заняты в экономике, а уровень безработицы находился на рекордно низкой отметке в 2,4%, что соответствует 118,9 тыс. человек. Уровень занятости населения достиг 69,1%, а среди граждан в трудоспособном возрасте этот показатель и вовсе составил 97,6%, демонстрируя позитивную динамику по сравнению с предыдущим кварталом [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

В целом, ситуация на национальном рынке труда остается стабильной. Однако наблюдаются некоторые негативные тренды:

1 *Неоднородность в структуре спроса и предложения труда.* На 1 октября 2025 г. заявлены 176,0 тыс. вакансий на рабочие профессии (из них более 23 тыс. с предоставлением жилья), а спрос на работников по профессиям рабочих специальностей составил порядка 69% от общего числа вакансий. Это свидетельствует о том, что, несмотря на общую сбалансированность, ключевой проблемой для экономики остается структурный дисбаланс и острый дефицит кадров именно в рабочих

профессиях [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Наиболее востребованными остаются слесари, в одители, станочники и сварщики. Например, в ОАО «МАЗ» наблюдается нехватка специалистов рабочих профессий (13%), в ОАО «Минский моторный завод» – высокая текучесть кадров.

Дисбаланс наблюдается также и в разрезе региональной структуры. Наименьшая доля вакансий по рабочим профессиям характерна для г. Минска (60,2%), что отражает более диверсифицированную структуру столичной экономики. В то же время наибольшая доля таких вакансий наблюдается в Минской и Брестской областях (по 71,8%), а также в Гомельской и Могилевской (по 71,7%). Это подтверждает, что структурный дисбаланс в наибольшей степени характерен для регионов, где спрос на работников рабочих профессий стабильно превышает 70%.

Основными причинами возникновения дисбаланса являются: во-первых, недостаточная реализация высокоэффективных инвестиционных проектов, что ограничивает потенциал экономического роста в среднесрочной перспективе, одновременно увеличивает издержки бизнеса (компании вынуждены конкурировать за ограниченное число специалистов, повышая заработную плату и размер социального пакета); во-вторых, применяемый механизм планирования и прогнозирования потребности в персонале. Обзор ряда официальных документов и выступлений представителей Министерства экономики Республики Беларусь показывает, что в подходе к государственному планированию сохраняется акцент на административных методах. Как отмечал министр экономики Ю. Чеботарь, новые подходы к формированию плановых документов на 2026-2030 годы базируются на трех принципах: «вертикализация, централизация и персонализация», что подразумевает усиление подотчетности министерств и ведомств за выполнение плановых показателей, но не предполагает внедрения сложных математических инструментов прогнозирования [3]; в третьих, недостаточная информированность системы образования о будущих потребностях субъектов хозяйствования различных отраслей национальной экономики. Результат – значительный разрыв между количеством выпускаемых специалистов и фактическим спросом: среди зарегистрированных безработных 18 % мужчин и 30 % женщин имеют профессионально-техническое образование, тогда как на рынке труда наблюдается острый дефицит именно таких кадров [4].

2 *Низкая привлекательность рабочих профессий для молодежи и недостаточный приток новых кадров.* Молодежь массово выбирает офисные профессии и высшее образование, считая рабочие специальности непрестижными, тяжелыми и бесперспективными. В результате организации не получают достаточного притока молодых специалистов, кадровый состав стареет, а дефицит в производственном секторе продолжает нарастать. Подобная ситуация имеет долгосрочный характер: согласно данным опроса Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь по определению потребности экономики в кадрах до 2030 г., основную часть спроса составят квалифицированные рабочие со средним специальным и профессионально-техническим образованием. Практически третью часть займут специалисты с высшим и средним специальным образованием, которые обеспечивают технологическое развитие и управленческие процессы [5].

3 *Низкая эффективность коммуникации между работодателями и потенциальными сотрудниками.* Большинство промышленных организаций ограничивается публикацией вакансий на специализированных порталах, где вакансии по рабочим профессиям зачастую «теряются» в общем массиве предложений, что затрудняет их поиск. Этот подход носит сугубо информационный, а не коммуникационный характер, и фактически сводит контакт с соискателем к публикации объявления. Потенциал цифровых каналов для формирования привлекательного имиджа рабочих профессий не используется в полной мере. Отсутствие системной работы по брендингу рабочих специальностей и демонстрации карьерных перспектив через современные медиаплатформы приводит к сохранению стереотипов о непрестижности труда в производственном секторе. В этом случае особое значение приобретает прозрачное информирование о преимуществах занятости в производственной сфере: достойные условия труда и оплата, забота о здоровье работников, обеспечение жильем (строительство или аренда), поддержка семей.

Решение выявленных взаимосвязанных между собой проблем является стратегическим приоритетом для устойчивого развития национальной экономики. Подобные трудности характерны и для других государств, что открывает возможности к использованию прогрессивного международного опыта. В частности, рекомендовано:

1 *Внедрение современных методов прогнозирования спроса на рабочие профессии*. Например, государственные институты Литвы применяют систематические методы прогнозирования, позволяющие выявлять будущие потребности в кадрах, включая специалистов рабочих профессий. Для оценки будущего спроса на специалистов применяются различные математические модели, которые учитывают экономические и демографические факторы: модели временных рядов, включая скользящие средние, экспоненциальное сглаживание и ARIMA, позволяют анализировать динамику спроса на протяжении нескольких лет, выявлять сезонные колебания и долгосрочные тренды. Такой подход помогает отделить краткосрочные всплески от устойчивых изменений на рынке труда и планировать образовательные квоты, программы переквалификации и распределение ресурсов более эффективно. Регрессионный анализ позволяет выявлять зависимость числа вакансий в конкретной

отрасли от таких показателей, как рост промышленного производства, инвестиций, уровень заработной платы, численность учащихся, получающих среднее специальное или профессионально-техническое образование, а также миграционные потоки рабочей силы. На основе регрессионной модели можно прогнозировать потребность в определенных профессиях (сварщиках, слесарях, водителях, операторах оборудования и др.) с учетом влияния каждого фактора. Комбинирование регрессионного анализа с временными рядами позволяет построить пошаговую картину спроса по регионам и профессиям: сначала учитываются макрофакторы и общие тенденции отрасли, затем добавляются сезонные и региональные особенности. Такой метод делает прогноз не только количественным, но и качественным, позволяя точно определить, где и каких специалистов будет не хватать, а также корректировать подготовку кадров, стажировки и программы переобучения. Анализ данных о занятости, образовательных квотах и миграционных потоках позволяет корректировать планы подготовки кадров и своевременно реагировать на дефицит, например увеличивая набор в учреждения профессионально-технического и среднего специального образования или расширяя программы переквалификации [6].

Для практической реализации подобного подхода в Беларуси предлагается следующая поэтапная методология построения прогнозной модели:

Этап 1. Спецификация исходной модели. На основе анализа специфики рынка труда формулируется общая (исходная) модель множественной линейной регрессии (формула 1), выражающей зависимость целевого показателя (спроса) от широкого круга потенциально влияющих факторов:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \times X_1 + \beta_2 \times X_2 + \ldots + \beta_k \times X_k + \varepsilon, \quad (1)$$

где Y – эндогенная (объясняемая) переменная (показатель спроса);
$X_1 \ldots X_k$ – отобранные экзогенные (объясняющие) переменные;
β_0 – свободный член (константа);
$\beta_1 \ldots \beta_k$ – неизвестные коэффициенты регрессии, подлежащие оценке;
ε – случайная ошибка модели.

В качестве экзогенных переменных могут рассматриваться: макроэкономические индикаторы (рост ВВП/промышленного производства, объем инвестиций в основной капитал); показатели рынка труда (уровень средней заработной платы в секторе, коэффициент замещения); демографические и образовательные факторы (численность населения в трудоспособном возрасте, выпуск специалистов из учреждений среднего специального образования, сальдо миграции); отраслевые индикаторы (индекс деловой активности в строительстве, грузооборот транспорта) и др.

Этап 2. Отбор значимых факторов и оценка параметров. Исходная модель (см. формулу 1) на основе собранных исторических данных подвергается статистическому анализу. С помощью t-критерия Стьюдента проверяется гипотеза о значимости каждого коэффициента (формула 2):

$$t_\beta = \frac{\beta_i}{SE(\beta_i)}, \quad (2)$$

где $SE(\beta_i)$ – стандартная ошибка коэффициента.

Факторы, для которых расчетное значение t-статистики оказывается ниже критического табличного при заданном уровне значимости (обычно $p < 0,05$), признаются статистически незначимыми. Их влияние на целевую переменную Y не может быть достоверно отлично от нуля, и такие переменные последовательно исключаются из модели.

Этап 3. Проверка статистического качества модели. Проверка адекватности построенной регрессионной модели осуществляется по двум ключевым направлениям: во-первых, оценивается ее объяснительная способность с помощью коэффициента детерминации (R^2), который в данном случае показывает долю (в процентах) колебаний спроса, объясняемую включенными в модель факторами. Высокое значение R^2 (например, 0,8 или 80%) свидетельствует о хорошем соответствии модели реальным данным; во-вторых, проверяется совместная значимость всех факторов с помощью F-критерия Фишера. Этот критерий определяет, является ли выявленное влияние факторов статистически значимым, а не результатом случайности. Для этого расчетное значение F-статистики сравнивается с критическим порогом для заданного уровня значимости (обычно 0,05). Модель считается адекватной и пригодной для прогнозирования только при одновременном выполнении обоих условий: высокого значения R^2 и статистической значимости F-критерия.

Этап 4. Формирование рабочего уравнения регрессии. По итогам отбора значимых факторов и процедуры оценки формируется финальное рабочее уравнение регрессии. Оно содержит только статистически значимые переменные с конкретными числовыми коэффициентами:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2 + \ldots + b_n \times X_n, \quad (3)$$

где $\hat{Y}$ – расчетное (прогнозное) значение спроса;
$b_0 \ldots b_n$ – оцененные коэффициенты модели (3).

Коэффициенты регрессии рассчитываются методом наименьших квадратов (МНК), который находит такие значения коэффициентов, при которых сумма квадратов отклонений фактических значений зависимой переменной от значений, предсказанных моделью, является минимальной.

В матричной форме формула расчета вектора коэффициентов b выглядит следующим образом:

$$b = (X^T X)^{-1} X^T y, \quad (4)$$

где b – вектор-столбец рассчитанных коэффициентов модели (b_0, b_1, ..., b_k);
X – матрица значений независимых переменных (факторов), включая столбец единиц для свободного члена;
X^T – транспонированная матрица X;
$(X^T X)^{-1}$ – обратная матрица к произведению $X^T X$;
y – вектор-столбец фактических значений зависимой переменной.

Коэффициент при каждой независимой переменной показывает, на сколько единиц в среднем изменится прогнозируемое количество вакансий ($\hat{Y}$) при увеличении данного фактора на одну единицу, при условии что значения всех остальных факторов останутся неизменными.

Предложенная многоэтапная методология обеспечивает построение научно обоснованной прогнозной модели, которая может быть адаптирована для ключевых отраслей и регионов Беларуси. Ее практическое внедрение позволит перейти от действующей системы планирования к доказательному прогнозированию спроса на рабочие профессии, что является необходимым условием для преодоления структурного дисбаланса и оптимизации подготовки кадров.

2 *Развитие брендинга работодателя и цифрового рекрутинга для повышения привлекательности рабочих профессий*. Еще одним эффективным инструментом считается брендинг работодателя. Польские исследователи Б. Гжесиук и М. Вавер (2018 г.) провели эмпирическое исследование применения цифрового брендинга в 50 крупных организациях Польши и показали, что системное использование корпоративных страниц и социальных сетей позволяет существенно повысить привлекательность рабочих профессий. Наиболее эффективными каналами оказались LinkedIn, Facebook и YouTube, где публикуются интервью с сотрудниками, демонстрации реальных условий труда и подробные карьерные маршруты для специалистов без высшего образования. Результат – число откликов на вакансии увеличилось на 20–35 % по сравнению с традиционными методами [7].

В Румынии практика цифрового рекрутинга также показала высокую эффективность для рабочих профессий. Онлайн-платформы, виртуальные ярмарки вакансий и системы дистанционного тестирования упрощают доступ к вакансиям и сокращают издержки на поиск сотрудников. Использование специализированных платформ позволяет работодателям фильтровать кандидатов по профессиональным критериям и интегрировать обучающие модули, например, по технике безопасности или базовым навыкам профессии, что ускоряет закрытие вакансий и снижает текучесть кадров [8].

В Республике Беларусь коммуникация работодателей с потенциальными сотрудниками в сегменте рабочих профессий ограничена. В социальных сетях присутствие промышленных организаций минимально, а истории реальных сотрудников и их карьерных маршрутов практически не транслируются. По результатам анализа корпоративных сайтов крупных компаний (МТЗ, БМЗ, БелАЗ, ГродноАзот и др.), сделан вывод, что компании ориентированы в большей мере на формирование имиджа для деловых партнеров, а не на потенциальных специалистов. Исключением является ОАО «Беларуськалий», где на сайте представлена вкладка «Карьера», включающая информацию о преимуществах работы в компании (престиж, достойные условия труда и оплата, забота о здоровье, строительство и аренда жилья, забота о семьях), сведения о компании и ее кадровой политике, доступные вакансии и форма для обратной связи. Такой инструмент выполняет сразу несколько функций: обеспечиваются прозрачность и доступность информации для соискателей, а также усиление позиций компании за счет акцентирования внимания на дополнительных преимуществах для работника. В совокупности снижают барьеры недоверия, формируется позитивное восприятие работодателя при привлечении специалистов рабочих профессий, для которых социальный пакет и гарантии зачастую являются ключевым фактором выбора.

Для национальных компаний рекомендовано на страницах сайта размещать видеоэкскурсии по цехам, показывать работу с современным оборудованием, рассказывать о проектах, в которых участвуют сотрудники, а также публиковать интервью с работниками разных квалификаций и возрастов, чтобы показать реальные пути профессионального развития. Важно использовать социальные сети (LinkedIn, Facebook, Telegram, YouTube и др.) для продвижения рабочих профессий

через истории сотрудников, демонстрирующие уважение к труду, достижения работников и возможности повышения квалификации. Такие материалы помогут молодежи и потенциальным специалистам видеть реальные перспективы, стабильность и привлекательность работы на производстве и в технических сферах.

3 *Создание специализированных цифровых платформ для рабочих профессий и усиление их информационной доступности.* В настоящее время в Беларуси отсутствуют узкопрофильные платформы, ориентированные преимущественно на рабочие профессии, а существующие общенациональные порталы (такие как belmeta.com, rabota.by) характеризуются разрозненностью информации, отсутствием интеграции с образовательными модулями и недостаточной визуализацией профессий, что выражается в трудностях поиска рабочих вакансий среди офисных позиций, невозможности пройти онлайн-подготовку и слабом представлении реального контента об условиях труда.

Создание специализированной цифровой платформы, ориентированной на сегмент рабочих профессий, позволит консолидировать информационные потоки и организовать процесс взаимодействия между работодателями и соискателями. Функционал ресурса должен включать модули для размещения и поиска вакансий, подачи и управления цифровым резюме, прохождения профессионально ориентированных онлайн-тестов, а также регистрации на программы краткосрочного обучения и переподготовки. Критически важным компонентом является обеспечение детализированного и структурированного представления условий труда, включая параметры рабочего места, график, полный социальный пакет и долгосрочные карьерные перспективы. Подобная интеграция инструментов в единую экосистему способна значительно снизить издержки найма, повысить прозрачность рынка труда и системно улучшить информированность потенциальных кадров, тем самым способствуя преодолению структурного дисбаланса.

Реализация этих мер позволит системно скорректировать дисбаланс, обеспечить ключевые отрасли необходимыми специалистами и создать условия для долгосрочного сбалансированного роста рынка труда.

Структурный дисбаланс на рынке труда Республики Беларусь, выраженный в остром дефиците квалифицированных рабочих кадров на фоне общей стабильности и низкой безработицы, представляет собой системный вызов для устойчивого развития национальной экономики. С целью устранения дисбаланса предложен комплексный подход, интегрирующий международный опыт в белорусские реалии, включающий внедрение современных эконометрических методов для точного прогнозирования спроса на кадры, активное использование цифровых инструментов брендинга и рекрутинга для повышения привлекательности рабочих профессий, а также создание специализированных информационных платформ. Реализация предложенного комплекса мер позволит сократить структурный дисбаланс рынка труда Республики Беларусь.

Список использованных источников:

1. Динамика численности рабочей силы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/ssrd-mvf_2/natsionalnaya-stranitsa-svodnyh-dannyh/zanyatost-i-bezrabotitsa/.

2. Статистика рынка труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gsz.gov.by/directory/labour-market/59/.

3. Министр экономики – о новых подходах к разработке плановых документов и стратегических задачах развития Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblastiprava/2025/-october/90463/.

4. Труд и занятость в Республике Беларусь : статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2024. – С. 16.

5. В Беларуси проводится опрос по определению потребности экономики в кадрах до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belta.by/society/view/v-belarusi-provoditsja-opros-po-opredeleniju-potrebnosti-ekonomiki-v-kadrah-do-2030-goda-707667-2025/.

6. Forecasting the demand for blue-collar workers in the construction sector in 2020: the case of Lithuania [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1331677X.2014.966972?scroll=top&needAccess=true#d1e175.

7. Grzesiuk K., Wawer M. Employer branding through social media: the case of largest Polish companies [Электронный ресурс] // Business and Management 2018 : conference proceedings. – Vilnius, 2018. – С. 382–390. – Режим доступа: https:// www.researchgate.net/publication/327737113_EMPLOYER_BRANDING_THROUGH_SOCIAL_MEDIA_THE_CASE_OF_LARGEST_POLISH_COMPANIES.

8. EU Maritime Industry Blue-Collar Recruitment: Sustainable Digitalization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mdpi.com/2071-1050/16/20/8887.

UDC 331.5.024.5(476)

STRUCTURAL IMBALANCE OF THE LABOR MARKET OF THE REPUBLIC OF BELARUS AND DIRECTIONS FOR ITS OVERCOMING

Popova B.I., Filimonova S.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lazarevich I.M. – PhD in Economics, Associate Professor

Annotation. The article examines the problem of structural imbalance in the labor market of the Republic of Belarus, manifested in an acute shortage of qualified blue-collar workers against the background of overall stable employment. The key reasons for this situation are analyzed: insufficient accuracy of personnel demand forecasting, low attractiveness of blue-collar professions for young people, and inefficiency of communication mechanisms between employers and job seekers. Foreign approaches to attracting and retaining blue-collar specialists (introduction of econometric methods for forecasting labor demand, development of digital employer branding, and creation of specialized online platforms for recruiting in the blue-collar segment) are considered, and an assessment of the prospects for their adaptation to Belarusian realities is given.

Keywords. Labor market, structural imbalance, blue-collar professions, personnel shortage, demand forecasting, econometric methods, employer branding, digital recruiting, online platforms, employment, qualified workers, attractiveness of professions, regional imbalance, personnel needs.

204. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И УГРОЗЫ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ЭКСПАНСИИ ПЛАТФОРМЕННО-ИНТЕГРИРОВАННЫЙ БАНКОВ МАРКЕТПЛЕЙСОВ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Глебов А. Е.; Давидюк М. В.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И. М. – канд. экон. наук, доцент

Введение. Быстрый прогресс цифровых платформ и платформенной экономики привел к формированию новых организационно-экономических моделей в финансовом секторе, на стыке банковской деятельности и электронной коммерции. В центре этих трансформаций – платформенно-интегрированные банки маркетплейсов, в которых платежные, расчетные и кредитные функции технологически встраиваются в ядро торговых платформ, обеспечивая бесшовность финансового контекста сделки.

Такая «финансовая прошивка» платформ снижает классические транзакционные издержки, но одновременно порождает специфические экономические и институционально-правовые риски, особенно значимые в условиях трансграничной экспансии.

Основная часть. Платформенно-интегрированный банк маркетплейса – это лицензированная финансовая организация, чьи платежные, расчетные и кредитные функции технологически и процессно встроены в ядро торговой платформы. Все ключевые операции – от идентификации клиента и инициирования платежа до хранения средств на условном депонировании, распределения выручки между участниками сделки, предоставления рассрочки покупателю и финансирования продавца на основе его торговых потоков – происходят в рамках единого пользовательского пути, без перенаправления во внешние сервисы. Определяющим фактором здесь выступает не форма собственности банка, а глубина интеграции финансовых процессов в бизнес-логику платформы, что стимулирует маркетплейсы к вертикальной интеграции и получению банковской лицензии.

К экономическим выгодам создания платформенно-интегрированного банка маркетплейса можно отнести:

1 Снижение транзакционных издержек. Маркетплейсы обрабатывают огромные объемы безналичных платежей и платят комиссии банкам-эквайерам и платежным системам до ~5% с транзакции. Имея собственный банк, платформа внутренне проводит платежи, экономя миллиарды. Например, Ozon в 2021 г. потратил 7,7 млрд росс. руб. на прием платежей, а в 2023 г. уже 6,9 млрд – несмотря на резкий рост оборота с 455 млрд до 1,8 трлн росс. руб. Это указывает, что часть транзакций переведена на «Ozon Банк», снизив издержки.

2 Повышение лояльности покупателей через скидки и кешбэк [1]. Сэкономленные на эквайринге средства маркетплейсы возвращают клиентам. Платформа предлагает скидки 3–4% на товары при оплате через собственный банковский сервис – будь то «Ozon Карта» или кошелек Wildberries. В результате покупки на маркетплейсе с внутренним банком обходятся дешевле, чем оплата картами сторонних банков, что стимулирует спрос и привязывает клиентов к экосистеме [1,2];

3 Монетизация обслуживания продавцов. Собственный банк превращает маркетплейс в финансового провайдера для селлеров и дает устойчивые денежные потоки помимо торговой комиссии. Во-первых, это процентная маржа по займам на оборотный капитал и под товарные запасы: площадка кредитует «своих» продавцов на основе транзакционных данных, снижая риск и стоимость риска; такие программы работают у Wildberries (ставка от 1,5–2,1% в месяц по продуктам для продавцов, при этом у партнерского продукта предусмотрена единовременная комиссия 6% за выдачу) и масштабно применяются в международной практике (Amazon Lending, Mercado Crédito). Во-вторых, банк монетизирует «ранние/мгновенные выплаты» выручки (по сути, краткосрочный факторинг): у Ozon действуют тарифы за досрочные и еженедельные выплаты; при получении средств на счет в Ozon Банке комиссия ниже (механика одновременно приносит выручку и стимулирует

онбординг продавца в «свой» расчетный счет). Дополнительно формируются платежные и расчетные комиссии (РКО, кроссбордер-выплаты, возможные FX-спрэды), а также разовые сборы по кредитам (origination fee, платные пролонгации, штрафы) – все это стандартные B2B-потоки. Наконец, за счет data-driven скоринга (кассовые потоки, история продаж и возвратов, логистика) платформа точнее отбирает риск: исследования показывают, что кэш-флоу-данные и алгоритмы улучшают андеррайтинг МСП и расширяют доступ к кредиту, что повышает чистую процентную маржу при контролируемых просрочках. В совокупности это дает рост доходности B2B-сегмента и косвенно увеличивает GMV (финансирование → больше запасов/ассортимента → больше продаж и базовая take-rate), то есть усиливает экономику платформы сразу по нескольким каналам.

4 Увеличение доходов за счет оказания финансовых услуг покупателям. Внедрение собственных дебетовых и кредитных карт позволяет увеличивать доходность маркетплейсов на комиссиях и процентах соотвественно. Ozon Банк и Яндекс Банк уже выпустили дебетовые карты, пригодные для оплаты покупок в офлайн режиме. Маркетплейсы запустили и сервисы рассрочки/BNPL («купить сейчас – заплатить потом»): Ozon и Яндекс Маркет предлагают оплату частями, что повышает средний чек и продажи, а при длительной рассрочке взимается комиссия, приносящая доход банку. Wildberries также тестирует собственный BNPL-сервис (пока в пилотном режиме).

5 Усиление финансовой безопасности через усиление контроля над данными и экосистемой. Банковские операции дают доступ к данным о платежах, кредитной истории клиентов, которые можно использовать для таргетирования предложений. Кроме того, интеграция финансовых услуг делает платформу «суперапп ом», удерживая пользователя внутри одной экосистемы для всех нужд – покупок, платежей, займов, инвестиций и т.д. Это повышает сетевой эффект: ценность платформы для участников растет с расширением спектра услуг.

Таким образом, экономика маркетплейса с собственным платформенно-интегрированным банком проявляет преимущества масштаба и охвата (economies of scope). Компания внутренне обеспечивает финансовое посредничество, превращая транзакционные издержки во внутреннюю прибыль, и использует сбереженные ресурсы для ценовых стимулов, захватывая долю рынка. Это классический пример того, как снижение трансакционных издержек (по Р. Коузу) побуждает фирму расширить границы деятельности (взять функцию банковского обслуживания внутрь компании).

Практика создания банковских подразделений маркетплейсами получила развитие во многих странах, но конкретные пути и регуляторные условия отличаются. На основании изучения опыта маркетплейсов зарубежных стран нами предложены модели формирования платформенно-интегрированный банков и дана им характеристика:

Модель агрессивной интеграции: опыт России и Японии. Российские маркетплейсы стали одними из первых в мире, кто масштабно интегрировал банковские функции. В 2021 году Wildberries, Ozon и Яндекс приобрели действующие банки – «Стандарт-кредит» (ныне «Вайлдберриз Банк»), «Оней» («Ozon Банк») и «Акрополь» («Яндекс Банк») – предпочтя покупку готового учреждения из-за высоких барьеров входа: уставный капитал в 300 млн росс. руб. и до одного года на лицензирование. Уже в первые годы платформы внедрили внутренний эквайринг и финансовые инструменты: WB Wallet (скидка ~4%), Ozon Карту (кешбэк ~3%), Яндекс Банк (аналогичные льготы). Платежи внутри экосистемы минуют сторонние банки, экономя до 5% комиссии [3]. Одновременно банки стали инструментом поддержки продавцов: Ozon с 2018 г. развивал Ozon.Кредиты, в 2021 г. зарегистрировал МФО «Озон Кредит», а после покупки банка начал зачислять выручку селлеров напрямую на их расчетные счета. Wildberries в 2023 г. учредил МФО «WB Финанс». Кредитование основано на данных о продажах, что снижает риски и ускоряет оборачиваемость капитала.

Ozon Банк уже на второй год работы увеличил размер прибыли более чем в 3 раза, Вайлдберриз Банк имел менее значимые результаты, чем Ozon Банк, однако имел положительную прибыльность, Яндекс Банк убыточен, тем не менее все игроки наращивают обороты: совокупная прибыль (доход минус расходы) трех банков выросла в несколько раз с 2022г. по 2023 г. (рис.). Несмотря на обращения Ассоциации банков с просьбой «уравнять условия», регулятор признает скидки легитимными – они финансируются за счет сэкономленных комиссий.

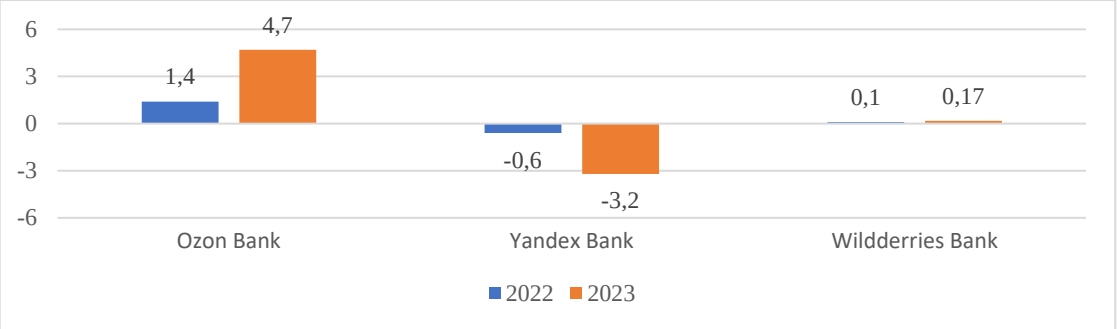


Рисунок – Прибыль банков маркетплейсов Российской Федерации в 2022–2023 гг., млрд росс. руб.

В Японии Rakuten последовательно построил финтех-экосистему: в 2005 г. запустил Rakuten Card, в 2008–2009 гг. приобрел eBANK (ныне Rakuten Bank). К 2025 г. банк обслуживает более 17 млн счетов. Единый Rakuten ID объединяет торговлю, банкинг, инвестиции и телеком. Бонусы Rakuten Points начисляются за любую активность и тратятся в любой части экосистемы. Депозиты с повышенной ставкой доступны при наличии счета в Rakuten Securities (Money Bridge). Модель демонстрирует перекрестную субсидизацию: прибыль от финансовых услуг компенсирует низкие торговые комиссии, а ритейл обеспечивает банк клиентами. Японское законодательство не ограничивает промышленные компании во владении банками, но требует соблюдения пруденциальных норм [4, 5].

Модель создания цифровых банков: опыт Китая и Юго-Восточной Азии. В Китае в 2014-2015 гг. Alibaba и Tencent получили лицензии на частные интернет-банки. Tencent запустил WeBank – первый цифровой банк КНР, интегрированный в WeChat/QQ. Издержки на счет – ¥3,6/год; к 2018 г. прибыль – ¥2,5 млрд, охват – свыше 16 млн МСП. Alibaba через Ant Group создала MYBank, кредитующий микропредприятия на основе данных Taobao/Tmall. К 2019 г. выдано кредитов более чем 16 млн субъектам малого бизнеса [6, 7]. В 2020 г. власти заблокировали IPO Ant Group и потребовали реструктуризации в финансовый холдинг под надзор ЦБ. Alipay был отделен от кредитных сервисов Huabei/Jiebei, усилены требования к капиталу и защите данных. Это подтвердило: при достижении системной значимости платформа регулируется как банк [8].

Модель распространилась на Юго-Восточную Азию: Sea Limited (Shopee) получил лицензию на SeaBank в Сингапуре и Индонезии, Grab – совместно с Singtel. В Индии и Латинской Америке маркетплейсы пока ограничиваются партнерствами, но тренд глобален. Китайский опыт показал потенциал финансовой инклюзии (Alipay – 730 млн пользователей), но и необходимость регуляторного баланса [9].

Партнерская модель: опыт США и Европейского Союза. В США действует Bank Holding Company Act, запрещающий смешение коммерческого и банковского капитала. Amazon, Apple и Google используют партнерские схемы: Amazon Pay и кредитные карты – с Chase, Apple Card – с Goldman Sachs, Google Pay – с банками. Amazon отказался от собственного расчетного счета из-за рисков регулирования. Исключения редки: Square получил чартер Industrial Loan Company (ILC) в 2020 г. Попытки Walmart в 2000-х провалились под давлением регуляторов и банковского лобби [10].

В ЕС нет прямого запрета, центробанками введены высокие требования и «облегченные» лицензии. Компании идут на получение «облегченных» лицензий: Zalando Payments GmbH получил лицензию эмитента электронных денег от BaFin, Amazon EU – аналогичную в Люксембурге еще в 2007 г. Это позволяет контролировать платежный интерфейс и данные, но не привлекать депозиты или выдавать кредиты. В офлайн-ритейле прецеденты есть (Tesco Bank, Sainsbury's Bank), но в онлайн-сегменте – редки из-за фрагментации рынка [11]. Европейский подход – стратегический компромисс: контроль над платежами без полной банковской нагрузки. Это сохраняет баланс между инновациями и стабильностью.

Различия в регуляторных режимах привели к формированию трех устойчивых подходов, которые можно сопоставить по ключевым параметрам, отраженных в таблице:

Таблица – Сравнительная характеристика моделей формирования платформенно-интегрированный банков

Критерий сравнения	Модель		
	Агрессивной интеграции	Создания цифровых банков	Партнерская
Допуск к осуществлению банковской деятельности	Разрешен	Разрешен (специальные лицензии)	Запрещен или сильно ограничен
Основной путь входа	Покупка существующего банка	Создание нового цифрового банка	Партнерство или облегченные лицензии
Требования к капиталу и срокам	Высокий требования по уровню капитал, но покупка банка ускоряет вход	Адаптированные требования для digital banks	Полноценная лицензия – высокие барьеры; Облегченная – пониженные барьеры
Уровень регуляторного надзора	Полный банковский надзор; возможны ограничения	Изначально лояльный, но усиливается при росте	Банковский надзор – только при полноценной лицензии
Ограничения на деятельность	Могут быть (например, базовая лицензия без вкладов)	Жесткие после вмешательства (разделение платежных и кредитных сервисов)	Нет банковских функций: нельзя принимать депозиты или выдавать кредиты от своего имени

Выбор модели интеграции определяется не стратегией маркетплейса, а регуляторной допустимостью прямого владения банком. Там, где это разрешено, платформы стремятся к максимальной интеграции; где запрещено – ограничиваются контролем над платежным интерфейсом и данными. Однако по мере роста системной значимости экосистем регуляторы повсеместно усиливают надзор, что формирует новый глобальный консенсус: интеграция допустима, но должна сопровождаться пруденциальными нормами, ограничением связанных рисков и защитой конкуренции.

На современном этапе трансграничная экспансия иностранных платформенно-интегрированных банков маркетплейсов, в первую очередь российских – Ozon Банка и Wildberries Банка, может стать важным стимулом модернизации белорусской экономики. Учитывая географическую и экономическую близость рынков, а также уже активное присутствие этих маркетплейсов в Беларуси, расширение их финансовых сервисов выглядит логичным и своевременным шагом. Это открывает для местных потребителей и предпринимателей доступ к современным инструментам – снижению платежных издержек, упрощенному кредитованию малого бизнеса и более удобным цифровым сервисам и др. При грамотном регулировании со стороны Национального банка и адаптации местных игроков такая экспансия не угрожает стабильности национальной торговой и банковской сфер, а, напротив, укрепляет их за счет роста конкуренции, цифровизации и вовлечения новых участников в экономическую активность, выступая катализатором инновационного развития белорусской финансово-торговой экосистемы.

Однако для реализации этого потенциала необходимо соблюдение ряда условий, определяющих формат присутствия на рынке.

Во-первых, банковская лицензия действует территориально. Лицензия Банка России, выданная Ozon Банку или WB Банку, не дает автоматически права оперировать как банк в Беларуси, так как Беларусь имеет собственного регулятора и собственные требования. Чтобы полноценно предоставлять банковские услуги на территории республики необходимо получение национальных банковских лицензий. Существует два пути: открытие дочернего банка или создание филиала иностранного банка. Формирование банковской структуры потребует выполнения всех норм Нацбанка, включая минимальный уставный фонд (~45 млн BYN для вновь созданного банка) и нормативный капитал (60 млн BYN для действующего). Порог входа достаточно высок. Кроме того, иностранное владение банками подлежит

одобрению: регулятор оценивает репутацию, происхождение средств и бизнес-план. В то же время участие иностранного капитала в банковском секторе Беларуси не запрещено – в стране уже работают дочерние банки Сбербанка, ВТБ, Райффайзен, хотя контрольный пакет требует разрешения правительства и Нацбанка [12].

Во-вторых, допускается реализация стратегии партнерства без получения полноценной лицензии. Маркетплейс может кооперироваться с местными банками, предлагая совместные продукты – например, кобрендинговую карту, выпущенную белорусским банком под брендом Ozon или WB. Альтернатива – использование инфраструктуры существующих финучреждений. Так, Wildberries Банк в 2025 году запустил трансграничные денежные переводы из России в Беларусь в партнерстве с системой Kwikpay: клиенты отправляют рубли через приложение, а выдача наличных в Беларуси осуществляется через банки-партнеры Kwikpay с комиссией 0–1,5%. Таким образом, Wildberries реализовал сервис без открытия собственного банка в Республике Беларусь [13].

В-третьих, необходимо учитывать особенности платежной инфраструктуры и валютного режима. В Беларуси действует национальная платежная система БЕЛКАРТ, интегрированная с российской «МИР». После 2022 года карты «Мир» Ozon Банка принимаются в белорусских магазинах без дополнительных комиссий. Однако белорусские резиденты не могут открыть полноценный счет в Ozon Банке: для повышения статуса счета требуется личная встреча с представителем банка и предъявление российского паспорта и вида на жительство. Без российского ВНЖ доступ ограничен (электронный счет малого уровня с лимитами). Эта ситуация обусловлена требованиями российского законодательства по идентификации клиентов и, возможно, нежеланием банка брать на себя ответственность за нерезидентов. Для решения проблемы Ozon может зарегистрировать дочернюю финансовую структуру в Беларуси, которая будет идентифицировать клиентов по белорусским документам [14].

В-четвертых, действуют различия в валютном законодательстве. Беларусь применяет валютный контроль: расчеты между резидентами должны осуществляться в белорусских рублях, использование иностранной валюты ограничено. Если Ozon Банк захочет привлекать средства белорусов, ему, вероятно, потребуется открывать счета в BYN и выполнять нормативы по резервированию. При этом российские требования (обмен данными с налоговыми органами, санкционное соответствие) не всегда совместимы с национальным законодательством.

Тем не менее, российским маркетплейсам в Беларуси проще, чем западным: существует политическая воля к углублению сотрудничества, а регулятор может проявить лояльность к проверенным игрокам.

Проникновение на белорусский рынок открывает для маркетплейс-банков значительные возможности: расширение клиентской базы, предоставление финансовых услуг белорусским продавцам и развитие транзитной логистики. В перспективе Ozon и Wildberries могут предложить адаптированные продукты – рассрочки на покупки в BYN, экспресс-кредитование под товарные запасы. Это повысит удобство цифровой торговли и стимулирует развитие локального онлайн-ритейла, усиливая финансовую включенность и цифровую зрелость экономики.

Одновременно необходимо учитывать и регуляторные требования к онлайн-торговле. В Беларуси введено обязательное регулирование маркетплейсов: постановка на учет иностранных интернет-магазинов, сбор НДС. Если маркетплейс будет принимать платежи через свой банк, ему, вероятно, придется локализовать часть инфраструктуры – в частности, обеспечить хранение и обработку персональных данных граждан на территории страны в соответствии с Законом № 98-З «О защите персональных данных». Наличие банковского подразделения в РБ позволило бы решать эти вопросы в полном соответствии с национальным законодательством.

Таким образом, маркетплейс-банк при экспансии в Беларусь сталкивается с двойным барьером: финансово-регуляторным и инфраструктурным. Учитывая успех модели в России, компании стремятся ее воспроизвести на территории Беларуси – либо через филиалы, либо приобретя небольшие местные банки (например, «Идея Банк» или «БСБ Банк», уже имеющие опыт смены иностранного владельца). Альтернатива – финтех-сервисы без полноценной лицензии: электронные кошельки, платежные приложения, требующие лишь регистрации в реестре Нацбанка.

Вместе с тем экспансия несет системные риски для финансовой стабильности и конкурентной среды в Беларуси:

1 Структурное вытеснение национальных банков из платежного бизнеса. Маркетплейсы стремятся замкнуть расчеты внутри своей экосистемы, используя собственные кошельки, эквайринг и кобрендовые карты. При этом скидки и «кэшбэк» становятся доступны только при оплате «родными» инструментами, что фактически привязывает цену товара к способу расчета. В результате белорусские банки теряют не только комиссионные доходы, но и доступ к транзакционным данным, без которых невозможно оценивать кредитоспособность малого бизнеса. Это ослабляет национальную платежную инфраструктуру и снижает устойчивость банковского сектора в целом. Для нивелирования этого риска необходимо закрепить обязательную локализацию финальной стадии расчетов через лицензированных белорусских участников и запретить эксклюзивность платежных инструментов.

2 Возникновение «теневой» банковской деятельности. Платформы могут накапливать значительные остатки на электронных кошельках, управлять расчетами и выдавать рассрочки, оставаясь вне периметра полноценного банковского надзора. Такая деятельность не подпадает под требования по капиталу, ликвидности и защите средств клиентов, что формирует регуляторный арбитраж и повышает риски для вкладчиков, лишенных гарантий, предоставляемых лицензированными банками. Решение – применение ограничения: любая операция по приему, хранению средств или кредитованию (включая BNPL) должна требовать соответствующей лицензии и сегрегации клиентских активов.

3 Ценовые войны и неустойчивость бизнес-моделей. Платформы способны покрывать убытки от финансовых сервисов за счет прибыли от торговли или рекламы, искусственно занижая комиссии и ставки по рассрочкам. Это вытесняет традиционные банки, вынужденные работать в рамках рыночной стоимости капитала. Однако после захвата рынка возможен резкий «разворот» цен, что подорвет как конкуренцию, так и доверие потребителей. Ключевая мера – введение прозрачности ценообразования и запрет антиконкурентных действий, ограничивающих продавцов в выборе платежных инструментов.

4 Кибер- и операционные риски, приобретающие системный характер. Централизованная цифровая инфраструктура маркетплейсов – привлекательная цель для кибератак. Фишинг, захват аккаунтов или сбой в антифрод-системе могут мгновенно затронуть десятки тысяч пользователей и парализовать не только платформу, но и связанные с ней банки-партнеры. Для белорусской экономики это означает прямые финансовые потери, рост операционных издержек и репутационный ущерб. Минимизация угрозы требует установления стандартов операционной устойчивости, обязательного уведомления об инцидентах и регулярных независимых проверок информационной безопасности.

Успех трансграничной экспансии для белорусской экономики будет зависеть не от скорости входа маркетплейс-банков, а от способности регулятора выстроить сбалансированные правила, при которых выгоды от цифровизации – снижение издержек, рост финансовой включенности, стимулирование малого бизнеса – не оборачиваются угрозами для финансовой стабильности, суверенитета платежной системы и конкурентоспособности национальных банков. Только при таком подходе Беларусь сможет превратить вызовы платформенной экономики в стратегическое преимущество, укрепив, а не подорвав, основы своей финансово-торговой экосистемы.

Заключение. Создание платформенно-интегрированных банков маркетплейсами представляет собой устойчивый тренд цифровой экономики, приобретающий особую значимость для Республики Беларусь. Наблюдается активное проникновение российских маркетплейс-банков, которые создают предпосылки возникновения системных рисков. При этом Беларусь обладает определенными преимуществами для более гибкого регулирования: геоэкономическая и институциональная близость с Российской Федерацией, наличие политической воли к углублению интеграционных процессов и потенциальная готовность регулятора к сотрудничеству с проверенными участниками рынка.

Однако экспансия не гарантирует положительного экономического эффекта без выработки четкой регуляторной стратегии. Национальному банку целесообразно заранее определить рамки деятельности таких участников, включая обязательную локализацию критически важных расчетных операций, запрет дискриминационных практик в отношении платежных инструментов, применение принципа «по сути деятельности» к операциям с

денежными средствами клиентов и усиление требований к операционной устойчивости. Только при выполнении данных условий Беларусь сможет использовать потенциал платформенной экономики для укрепления национальной финансово-торговой суверенности и технологического развития, избежав при этом системных рисков, связанных с концентрацией рыночной власти и дестабилизацией банковского сектора.

Список использованных источников:

1. Центральный банк Российской Федерации. Информация о банковских лицензиях Ozon Банк, Вайлдберриз Банк, Яндекс Банк // Официальный сайт ЦБ РФ. – Режим доступа: https://cbr.ru/ – Дата обращения: 10.02.2024.

2. РБК. Маркетплейсы Ozon, Wildberries и Яндекс купили банки и начали предоставлять финансовые услуги // РБК. – 2021. – №7. – С. 15–18.

3. TASS. Wildberries создал МФО «WB Финанс» для кредитования продавцов // TASS. – 2023. – №12. – С. 9–11.

4. Rakuten Group. Rakuten Bank: Business Overview // Rakuten.com. – 2023. – Режим доступа: https://global.rakuten.com/ – Дата обращения: 15.02.2024.

5. Ермакова Е.П. Правовое регулирование финансовой системы Японии // CyberLeninka. – 2018. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/pravovoe-regulirovanie-finansovoy-sistemy-yaponii. – Дата обращения: 19.10.2025

6. Ant Group. MYBank: цифровой банк для малого бизнеса // Antgroup.com. – 2019. – Режим доступа: https://www.antgroup.com/ – Дата обращения: 12.02.2024.

7. Tencent. WeBank Annual Report // WeBank.com. – 2018. – Режим доступа: https://www.webank.com/ – Дата обращения: 12.02.2024.

8. Reuters. China's Ant Group forced to restructure as financial holding company // Reuters. – 2021. – №4. – С. 5–8.

9. Grab. Grab Expands Grocery, Essentials Delivery Across Southeast Asia // Grab.com (пресс-релиз). – 2020. – Режим доступа: https://www.grab.com/sg/press/tech-product/grab-expands-grocery-essentials-delivery-across-southeast-asia/. – Дата обращения: 19.10.2025.

10. BankingDive. Amazon отказался от запуска собственного банковского счета из-за регулирования в США // Bankingdive.com. – 2020. – Режим доступа: https://www.bankingdive.com/ – Дата обращения: 14.02.2024.

11. European Commission. Directive (EU) 2015/2366 on payment services (PSD2) // Official Journal of the European Union. – 2015. – №337. – С. 35–56.

12. Национальный банк Республики Беларусь. Минимальный размер нормативного капитала банка // Официальный сайт НБ РБ. – Режим доступа: https://www.nbrb.by/ – Дата обращения: 13.02.2024.

13. Dev.by. Wildberries запустил переводы из России в Беларусь через Kwikpay // Dev.by. – 2025. – №2. – С. 4–6.

14. Euromoney. WeBank: The World's First Digital Bank // Euromoney.com. – 2019. – №10. – С. 22–28.

УДК 65-659

205. ВИЗУАЛЬНЫЙ БРЕНДИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ КОМПАНИЙ

Кожух М.В., Егорова А.А студентки гр.477601

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И.М. – канд. эконом. наук, доцент

Аннотация. В данной статье рассмотрена роль визуального брендинга в повышении конкурентоспособности национальных компаний, проанализированы его ключевые элементы и современные тенденции. На примере холдинга «Марко» выявлены сильные и слабые стороны существующей визуальной системы и предложены рекомендации по её обновлению для расширения целевой аудитории и повышения узнаваемости бренда при помощи применения технологии CGI и стиля фэнтези.

Ключевые слова. Визуальный брендинг, технология CGI, стиль фэнтези, узнаваемость бренда, целевая аудитория.

Введение. Современный рынок характеризуется высокой степенью конкуренции и перенасыщенностью товарами и услугами, которые зачастую мало отличаются по качественным или функциональным характеристикам. Сегодня потребитель ежедневно сталкивается с так называемым «информационным шумом» (неотфильтрованным потоком информации), в котором полезность полученных данных уменьшается прямо пропорционально количеству этих данных. Это выражается в огромном количестве притягивающих внимание стимулов различных брендов: от рекламных сообщений в интернете и социальных сетях до дизайна упаковки и фирменного стиля торговых марок. В условиях высокой конкуренции и возрастания значимости технологий визуальные элементы становятся решающим фактором при выборе товара. У производителей есть пара секунд, чтобы привлечь внимание потребителя. За это время невозможно описать потребительские свойства товара и его практическую ценность. Именно поэтому конкурентным преимуществом компании становится грамотно выстроенный визуальный брендинг, с помощью которого потребитель сам обратит внимание на товар.

Основная часть. Бренд – это популярный товарный знак, который обрел известность благодаря успешной маркетинговой стратегии. Брендинг – это деятельность по созданию долгосрочного предпочтения к товару, основанная на совместном усиленном воздействии на потребителя товарного знака, упаковки, рекламных обращений, а также других элементов рекламной деятельности, объединенных определенной идеей и характерным унифицированным оформлением, выделяющих товар среди конкурентов и создающих его образ в сознании потребителя [1]. Однако в условиях высокой конкуренции и цифровизации особенно важным становится визуальный брендинг, представляющий собой совокупность визуальных элементов, формирующих восприятие бренда и обеспечивающих его узнаваемость на рынке. Основная задача визуального брендинга – не только создать эстетическую оболочку бренда, но и правильно отразить его ценности, характер и эмоциональную атмосферу для создания устойчивой ассоциации у потребителя. Визуальный брендинг включает в себя несколько основных компонентов, которые описаны в таблице 1:

Таблица 1 – Элементы визуального брендинга [2]

Элемент	Характеристика
Логотип	основной графический символ бренда, служащий его визуальным идентификатором
Цветовая палитра	набор цветов, ассоциирующихся с брендом и применяемых во всех визуальных материалах
Типографика	выбор и использование шрифтов, отражающих тональность и стиль коммуникации
Графические элементы	иконки, иллюстрации, текстуры и другие визуальные детали, поддерживающие общий стиль
Фотографии и изображения	фирменные визуальные материалы, передающие атмосферу и эстетику бренда
Макет и композиция	принципы расположения элементов на носителях, включая веб-сайты, упаковку, презентации и рекламные материалы

Процесс построения визуального брендинга включает несколько этапов: исследование целевой аудитории, сбор визуальных референсов, разработку уникального стиля, тестирование элементов, создание брендбука и внедрение визуальной системы во все каналы коммуникации.

К основным современным трендам в визуальном брендинге можно отнести:

1. Персонализация. При помощи анализа данных о предпочтениях, поведении и потребностях аудитории, бренды создают впечатления, тщательно продуманные с учетом человеческих ценностей, и гарантируют, что каждое взаимодействие будет исключительно личным, относительным и аутентичным.

2. «Умный» минимализм: простота, чистота и функциональность. При использовании данного принципа дизайнеры фокусируются на самом важном, убирая все лишнее. Это простые формы, лаконичные линии и минимальное количество декора. Если в элементе нет практического смысла, его убирают, акцентируя внимание только на главном [4].

3. Применение технологии CGI (computer-generated imagery). Компаниям открывается возможность преодоления баннерной слепоты потребителей и выделения среди конкурентов нестандартной, объемной картинкой [5]. Технология является универсальной практически для всех отраслей, способствует повышению осведомленности о бренде, позволяет говорить на языке нового поколения и привлекать новую молодую аудиторию.

4. Стиль фэнтези. Визуальные решения, основанные на сюрреалистичных пейзажах, необычных формах, абстрактных композициях, нереалистичных цветовых сочетаниях и образах, выходящих за рамки стандартного восприятия. Механизм воздействия стиля фэнтези на потребителя строится на создании эмоционально насыщенного опыта, который переносит аудиторию за пределы привычного. Возникает так называемый «эффект когнитивного контраста»: необычные визуальные решения нарушают ожидания и тем самым выделяются среди стандартных образов, формируя уникальный визуальный образ бренда [6].

Помимо обеспечения высокого качества самого товара важнейшим элементом маркетинговой стратегии является визуальный брендинг организации. Это особенно актуально для национальных компаний, поскольку среди них современные тренды визуального брендинга не получили широкого распространения. Рассмотрим возможность адаптации стратегии визуального брендинга холдинга «Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко», как одной из крупнейших компаний обувной промышленности Республики Беларусь.

В состав холдинга входит 6 организаций, специализирующихся на производстве обуви, сумок, кожгалантереи, меха и швейных изделий из меха, а также розничной торговле. Холдинг «Марко» функционирует на рынке долгое время (с 1991 г.), за которое у бренда сформировалась собственная целевая аудитория (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика целевой аудитории внутреннего рынка компании «Марко»

Характеристики	Описание
Демографические	Возраст 35+, пол мужской/женский, среднее специальное/высшее образование, как правило, уже работающие, доход средний и выше среднего
Психографические	Ценят практичность, качество, традиции, приверженцы отечественного производство, трудно адаптируются к нововведениям и изменениям
Географические	Жители городов и регионов Республики Беларусь

На основании рассмотренных материалов [6], общий анализ визуального брендинга «Марко» можно представить в виде таблиц 3 и 4.

Таблица 3 – Базовые элементы брендинга ООО «Марко»

Элемент	Достоинства	Недостатки
Логотип	Читаемый и узнаваемый. Буква «М» в форме туфли выделяет бренд среди конкурентов и формирует ассоциации с обувной продукцией.	Красный фон логотипа сложно сочетать в рекламных макетах, что часто нарушает общую композицию.
Цветовая палитра	Используется фирменное красно-белое сочетание, связанное с логотипом.	Отсутствие единой цветовой системы. Преобладание красного цвета в оформлении социальных сетей (в частности Instagram), рекламных носителей визуально удешевляет внешний вид ленты социальных сетей и самой продукции.
Типографика	Текст на изображениях легко читаем. Используются выразительные шрифты (курсив, полужирный).	Отсутствие единого фирменного шрифта в оформлении товарных карточек и рекламных баннеров в Instagram.

Таблица 4 – Визуальный контент и оформление инстаграм-аккаунта ООО «Марко»

Элемент	Достоинства	Недостатки
Графические элементы	Используются простые формы (прямоугольники, линии), обеспечивающие лаконичность.	Не применяются оригинальные графические элементы и декоративные узоры.
Фотографии, изображения, видео-контент	Фотографии качественные и лаконичные: отсутствуют резкие цвета, изображения не перегружены. Внедрение трендов социальных сетей путем разнообразия контента различными видео-Reels.	Контент однообразен, чаще демонстрируются только изделия без людей и логотипа бренда. Такие фото без визуальных акцентов не запоминаются, соответственно, теряется и сам бренд. Низкое качество видео-Reels.
Макет и композиция	В центре композиции размещается продукция бренда: у потребителя формируется четкое понимание, какие изделия представлены брендом.	Отсутствие дополнительных элементов и логотипа на изображениях товаров; отсутствие единого стиля компоновки кадра; хаотичность композиции не позволяет сформироваться единому образу бренда в сознании потребителя.

Таким образом, можно сделать вывод, что организация не нацелена на молодую аудиторию. Однако в настоящее время молодежный сегмент является одним из наиболее перспективных с точки зрения формирования лояльности и потребительских привычек. Игнорирование этой целевой аудитории препятствует расширению клиентской базы компании, ограничивает рыночный рост и снижает ее конкурентоспособность. Для устранения выявленных недостатков рекомендуем использовать следующие инструменты визуального брендинга:

1) Использование стиля фэнтези с целью привлечения более молодой целевой аудитории (рисунок 1).

Рисунок 1 – Рекламное изображение для «Марко» в фэнтезийном стиле

Дизайн в фэнтезийном стиле является трендом в визуальном брендинге зарубежных компаний, однако национальные организации не уделяют ему должного внимания. Стиль способен обратить на себя внимание двух сегментов рынка «Марко»: основная целевая аудитория посчитает такое решение необычным и запоминающимся, а более молодой сегмент обратит внимание на использование 3D-графики и нестандартного стиля – бренд для них будет ассоциироваться с современными трендами.

2) Технология CGI. Возможные варианты ее применения отображены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Применение технологии CGI для «Марко»

Большая 3D-модель обуви, стоящая среди улиц, привлечет внимание каждого посетителя страниц социальных сетей «Марко», в некоторых случаях сюжеты могут быть очень нестандартными, однако это только способствует повышению узнаваемости и закреплению положительного образа бренда в сети.

Заключение. В ходе исследования была проведена оценка роли визуального брендинга. На примере холдинга «Марко» выполнен детальный разбор основных элементов визуальной системы, выявлены её сильные и слабые стороны. На основании этого разбора были сформированы конкретные предложения по обновлению визуального стиля бренда с учётом современных тенденций и ожиданий аудитории. Предложенные решения – применение стиля фэнтези и технологии CGI – направлены на повышение узнаваемости организации и усиление эмоционального восприятия бренда среди более молодых потребителей, что в дальнейшем приведет к увеличению продаж и расширению целевой аудитории.

Список использованных источников:

1. Аакер, Д. А. Создание сильных брендов / Д. А. Аакер. – М. : Издательский Дом Гребенникова, 2007. – 340 с.

2. What is visual branding? [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://www.shopify.com/blog/visual-branding - Дата доступа: 10.12.2025.

3. Дарбинян, Г. Т. Упаковка как инструмент визуальных коммуникаций бренда / Г. Т. Дарбинян. – Международный научный журнал «Вестник науки», 2024. – С. 135-143.

4. Ассоциация коммуникационных и маркетинговых агентств Беларуси [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://blogs.association.by/vajnie-trendi-v-brendinge-2024 – Дата доступа: 21.12.2025.

5. Куцая, А. А. Теоретические вопросы применения технологии CGI в бренд-коммуникациях / А. А. Куцая. – Вопросы медиабизнеса, 2022. – №4. – С. 10 – 16.

6. Официальный инстаграм-аккаунт Марко [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://www.instagram.com/markoholding?igsh=MXBodjBsYm81ajE2NA== – Дата доступа: 10.01.2026

UDC 65-659

VISUAL BRANDING AS A TOOL FOR ENHANCING THE COMPETITIVENESS OF NATIONAL COMPANIES

Kozhukh M.U., Egorova A.A., students of group 477601

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Lazarevich I.M. – Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor

Annotation. This article examines the role of visual branding in enhancing the competitiveness of national companies and analyzes its key elements and current trends. Using the example of the “Marko” holding, the study identifies the strengths and weaknesses of the existing visual system and proposes recommendations for its improvement aimed at expanding the target audience and increasing brand recognition through the use of CGI technology and the fantasy style.

Keywords. Visual branding, CGI technology, fantasy style, brand recognition, target audience.

УДК 330.34

206. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОНОПОЛИЙ И АНТИМОНОПОЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Селятыцкий С.С., студент гр.473903
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Стефанович И.В. – канд.экон. наук

Аннотация. Целью данной статьи является анализ специфики функционирования монополий в условиях цифровизации экономики, а также исследование трансформации методов антимонопольного регулирования с учетом современных технологических вызовов.

Ключевые слова. Цифровой сектор, цифровые рынки, цифровые платформы, сетевые эффекты, IT-монополии, рыночная власть, антимонопольные стандарты.

Современный этап развития мировой экономики характеризуется стремительным расширением цифрового сектора и усилением роли информационных технологий в хозяйственной деятельности. Согласно отчету ЮНКТАД за 2024 год, цифровизация создает значительные стимулы для экономического роста, однако одновременно способствует радикальной концентрации рыночной власти в руках ограниченного числа глобальных платформ [1]. Эта макроэкономическая тенденция подтверждается статистическими данными, демонстрирующими устойчивый рост проникновения цифровых решений в бизнес-процессы, а также в увеличение вклада цифровой индустрии в валовой внутренний продукт: если в 2023 году ее доля в общемировом ВВП составляла 11,2%, то к 2028 г. она возрастет до 17% [2].

Для иллюстрации указанных процессов целесообразно представить динамику роста цифрового сектора экономики Беларуси.

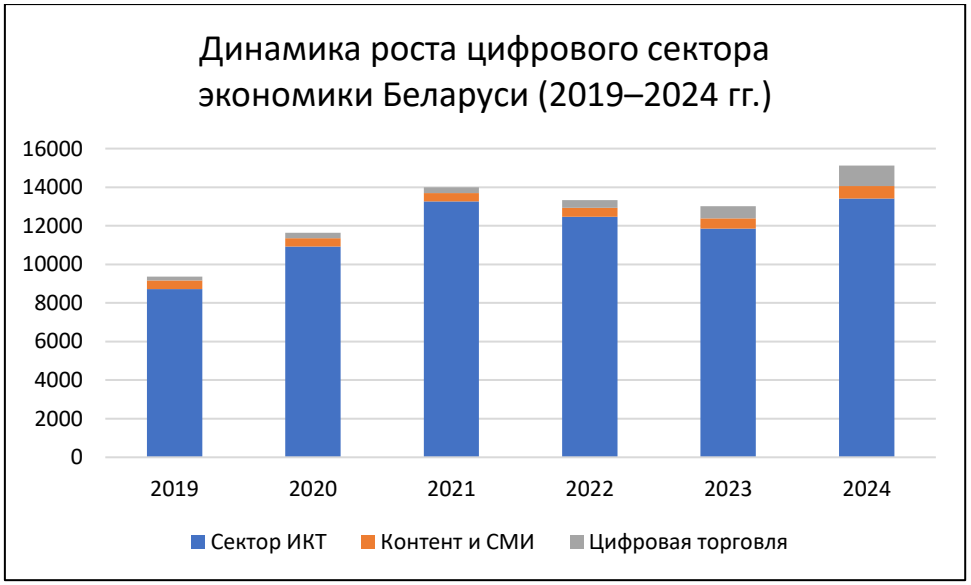


Рисунок 1 — Динамика роста цифрового сектора экономики Беларуси (2019–2024 гг.), млн.руб. [собственная разработка на основе 3]

Как видно из рисунка 1, доля цифровой экономики в нашей стране демонстрирует тенденцию к росту, что свидетельствует о возрастающем значении цифровых рынков и их системном влиянии на экономическую систему в целом.

Вместе с тем в условиях цифровизации происходит глубинная трансформация традиционных механизмов конкуренции. Цифровые платформы формируют новые рынки, где ключевыми факторами конкурентоспособности становятся доступ к большим данным (Big Data), предиктивные алгоритмы и сетевые эффекты. Это приводит к возникновению новых форм монополизации, существенно

отличающихся от классических индустриальных моделей. Как показывает анализ правоприменительной практики последних лет, существующие инструменты антимонопольного регулирования оказываются недостаточно адаптированными к новым экономическим реалиям и требуют системного реформирования [4].

Теоретические основы функционирования цифровых монополий. Ключевой характеристикой цифровых рынков является наличие ярко выраженных двусторонних сетевых эффектов. При такой модели ценность платформы для одной группы пользователей (например, покупателей) прямо пропорциональна численности другой группы участников (например, продавцов) [5]. Данный механизм формирует устойчивые конкурентные преимущества для лидеров рынка, поскольку запускает эффект «победитель забирает всё» (winner-takes-all).

В результате складываются условия, при которых цифровые рынки органически склонны к высокой концентрации. Компании, занявшие лидирующие позиции, получают эксклюзивный доступ к значительным массивам данных. Это позволяет им совершенствовать алгоритмы, точнее таргетировать услуги и создавать замкнутый цикл непрерывного усиления своей рыночной власти.

В цифровой среде оценка экономической концентрации требует отхода от классических финансовых метрик и внедрения оценки контроля над данными и пользовательским трафиком [6]. Это усложняет идентификацию доминирующего положения классическими методами.

Вызовы и новые инструменты антимонопольного регулирования. Одним из ключевых вызовов является необходимость адаптации регулирования к особенностям функционирования алгоритмических систем. Особую сложность представляет выявление не ценовых, а технологических злоупотреблений. В качестве одного из перспективных направлений рассматривается внедрение автоматизированных цифровых инструментов. Примером такого подхода является концепция «Навигатора регулирования» — аналитической системы, основанной на машинном обучении и автоматизации принятия регуляторных решений [7].

Наряду с этим, развитие цифровых платформ порождает новые формы скрытого антиконкурентного поведения. Исследователи отмечают, что владельцы маркетплейсов и агрегаторов всё чаще злоупотребляют доминирующим положением через манипулирование поисковой выдачей, создание дискриминационных условий для сторонних продавцов и неправомерное использование генерируемых данных [8]. В таких условиях традиционная (реактивная) модель регулирования оказывается неэффективной.

Современные тенденции диктуют необходимость перехода к превентивному регулированию, при котором устанавливаются жесткие правила поведения для крупных IT-гигантов еще до возникновения нарушений. Подобный подход активно внедряется в европейской практике (в частности, в рамках Digital Markets Act) и рассматривается как необходимый ориентир для адаптации регулирования [9].

Перспективы развития антимонопольного законодательства. Дальнейшее развитие правовой базы напрямую связано с совершенствованием понятийного аппарата. Введение таких категорий, как «цифровая платформа» и «сетевой эффект», позволяет более точно определять объекты контроля и учитывать специфику многосторонних рынков [10].

Например, в российской практике важнейшим рубежом стало принятие так называемого «пятого антимонопольного пакета», вступившего в силу в сентябре 2023 года. Изменения в Федеральный закон «О защите конкуренции» позволили юридически закрепить критерии доминирующего положения для владельцев цифровых платформ на основе качественных и количественных показателей (включая долю сделок и размер выручки) [11].

Из данных доклада ФАС о состоянии конкуренции в Российской Федерации следует, что первые результаты применения новых норм уже формируют прецедентную базу: регулятор получил реальные рычаги воздействия на маркетплейсы, запрещая им навязывать продавцам условия о ценовом паритете и применять дискриминационные алгоритмы [12]. В то же время, эффективное регулирование платформенных монополий требует консолидации усилий на международной арене. Национальные ведомства не способны в полной мере контролировать транснациональные корпорации, что требует гармонизации антимонопольных стандартов на уровне межгосударственных объединений.

Заключение. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что цифровизация оказывает фундаментальное влияние на процессы монополизации. Формируются новые типы рыночной власти, базирующиеся на использовании Big Data, сетевых эффектов и платформенных архитектур.

Антимонопольное регулирование в этих условиях неизбежно эволюционирует. Переход к использованию автоматизированных инструментов мониторинга, внедрение превентивных (ex-ante) механизмов и принятие профильного законодательства (на примере «пятого антимонопольного

пакета» в России) становятся ключевыми шагами. Будущее правового регулирования определяется необходимостью нахождения оптимального баланса: государство должно ограничивать злоупотребления IT-монополий, не создавая при этом искусственных барьеров для инновационного развития цифровой экономики.

Список использованных источников

1. Доклад о цифровой экономике 2024. Формирование экологически устойчивого цифрового будущего / Конференция ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД). — 2024. — URL: https://unctad.org/system/files/official-document/der2024_overview_ru.pdf (дата обращения: 25.03.2026).

2. 13-значная цифра: мировая цифровая экономика вырастет до $ 16,5 трлн. В 2028 году. - URL: https://adpass.ru/13-znachnaya-tsifra-mirovaya-tsifrovaya-ekonomika-vyrastet-do-16-5-trln-v-2028-godu/#:~:text=%D0%95%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D1%8F%20%D0%B2%20%D0%BE%D0%B1%D1%89%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BC%20%D0%92%D0%92%D0%9F,%D0%92%D0%92%D0%9F%20%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%205%2D6%25 (25.03.2026).

3. Валовая добавленная стоимость цифровой экономики в текущих ценах по территории Республики Беларусь // Национальный статистический комитет Республики

4. Беларусь. - URL: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10202100059?thematic_section_code=72 (дата обращения: 26.03.2026).

5. Бычков А. В., Шрам Д. В. ПРОБЛЕМЫ ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ АНТИМОНОПОЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЦИФРОВЫХ РЫНКАХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ НЕОБХОДИМОСТИ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА О ЗАЩИТЕ КОНКУРЕНЦИИ // Пролог: журнал о праве. 2021. №2 (30). - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-pravoprimenitelnoy-praktiki-antimonopolnogo-regulirovaniya-na-tsifrovyh-rynkah-kak-pokazatel-neobhodimosti-reformirovaniya (дата обращения: 27.03.2026).

6. Шаститко А. Е., Паршина Е. Н. \\ Рынки с двусторонними сетевыми эффектами: спецификация предметной области http://beta.moderncompetition.ru/general/upload/articles/p5-18-renamed.pdf // Современная конкуренция. — 2016. — № 1 (55). — С. 39-50.

7. Егорова М. А., Петров А. А., Кожевина Ольга Владимировна ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА РЕАЛИЗАЦИЮ АНТИМОНОПОЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОМ СЕКТОРЕ // Вестник СПбГУ. Серия 14. Право. 2022. №2. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovizatsii-na-realizatsiyu-antimonopolnogo-regulirovaniya-i-kontrolya-za-ekonomicheskoy-kontsentratsieyv (дата обращения: 28.03.2026).

8. Краснова Т. А. НАВИГАТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МЕТОДОВ АНТИМОНОПОЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА // Финансовые рынки и банки. 2021. №5. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/navigator-regulirovaniya-estestvennyh-monopoliy-kak-instrument-tsifrovoy-transformatsii-metodov-antimonopolnogo-zakonodatelstva (дата обращения: 28.03.2026).

9. Шелепов А. В., Колмар О. И. // Регулирование цифровых платформ в России // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2024. №2. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/regulirovanie-tsifrovyh-platform-v-rossii (дата обращения: 29.03.2026).

10. Бобриков К. Ю. Возможности применения в России европейского опыта регулирования цифровых платформ // Вопросы инновационной экономики. — 2020. - URL: https://vestnik-muiv.ru/upload/iblock/0af/zvnapx9jmz1v8g0b7cp2b5z7ndi2fuo0.pdf(дата обращения: 29.03.2026).

11. Самолысов П. В. Цифровая трансформация антимонопольного регулирования // Юрист. – 2022. – Т. 1. – С. 62-66.

12. Владимиров С. А., Козырева Р. А., Куделя Наталья Юрьевна ПЯТЫЙ АНТИМОНОПОЛЬНЫЙ ПАКЕТ: ОБЗОР ИЗМЕНЕНИЙ В ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН «О ЗАЩИТЕ КОНКУРЕНЦИИ» // Образование и право. 2026. №1. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pyatyy-antimonopolnyy-paket-obzor-izmeneniy-v-federalnyy-zakon-o-zaschite-konkurentsii (дата обращения: 30.03.2026).

13. Доклад о состоянии конкуренции в Российской Федерации / Федеральная антимонопольная служба (ФАС России). — Москва, 2024. [официальный сайт ФАС России]. URL: https://fas.gov.ru/documents/689965 (дата обращения: 30.03.2026).

UDC 330.34

Features of the functioning of monopolies and antitrust regulation in the context of digitalization

Seliatytsky S.S., student, gr.473903

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics[1], Minsk, Republic of Belarus

Stefanovitch I.V. – PhD in Economics

Annotation. The purpose of this article is to analyze the specifics of the functioning of monopolies in the context of the digitalization of the economy, as well as to study the transformation of antitrust regulation methods taking into account modern technological challenges.

Keywords. Digital sector, digital markets, digital platforms, network effects, IT monopolies, market power, antitrust standards.

207. ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кудласевич Ксения Сергеевна

Академия управления при президенте Республики Беларусь
г. Минск, Республика Беларусь

Шабанович Р.А. – магистр технических наук

Современный мир маркетинга переживает беспрецедентные изменения, вызванные стремительным развитием цифровых технологий и появлением множества специализированных инструментов и платформ. Несмотря на расширение доступа к современным аналитическим системам и каналам коммуникации, маркетинг становится все более сложным и неравномерным по эффективности. Анализ показывает, что вместо упрощения процессов, новые технологии зачастую углубляют разрыв между компаниями-лидерами и теми, кто испытывает трудности в адаптации.

Мир маркетинга сегодня меняется очень быстро из-за появления большого количества цифровых инструментов и платформ. Интересно, что, вопреки ожиданиям, доступность технологий не делает маркетинг проще для всех. На практике использование сложных аналитических систем и множества каналов связи часто не уравнивает компании, а наоборот, усиливает разрыв между лидерами рынка и теми, кто отстает. Чтобы понять суть этого разрыва, стоит разобраться, с какими основными трудностями сегодня сталкиваются маркетологи: с большим количеством и разрозненностью цифровых платформ, сложность инструментов для анализа данных и приспособление к новым условиям, которые создает искусственный интеллект. Ключевая проблема здесь – не отсутствие технологий, а отсутствие единой стратегии их интеграции.

Цифровые маркетинговые платформы – это программы и онлайн-сервисы, которые помогают бизнесу общаться с покупателями через разные каналы: поисковики, социальные сети, почту и сайты. Главная ценность таких систем не только в том, чтобы донести рекламу, но и в том, чтобы собрать полезную информацию. Анализируя поисковые запросы, поведение людей на сайте и их реакцию в социальных сетях, можно вовремя заметить новые рыночные тренды и сделать рекламу эффективнее. Каналов для коммуникации сегодня много, и у каждого свои задачи. Во-первых, это социальные сети, которые позволяют обращаться к огромной аудитории, быстро получать отклик и запускать «вирусный» эффект. Во-вторых, поисковый маркетинг – способ заявить о себе через контекстную рекламу, когда компания платит за каждый клик. Это помогает поймать спрос в тот момент, когда человек уже ищет товар. В-третьих, контент-маркетинг, то есть создание полезных материалов (статей, блогов), чтобы завоевать доверие, а затем постепенно подвести читателя к покупке. Также стоит вспомнить email-рассылки – старый, но очень надежный канал с невысокой ценой и хорошей отдачей. И наконец, видеомаркетинг и рекламные площадки, которые помогают удерживать внимание и быстро привлекать посетителей [1]. Однако мало просто иметь набор разных платформ: нужно уметь понимать, как они работают. Именно для этого нужна цифровая аналитика. Она собирает и изучает данные со всех каналов, чтобы увидеть полный путь клиента: от первого клика по рекламе до повторной покупки. Если раньше решения часто принимались на основе интуиции и прошлого опыта, то сегодня поведение людей в интернете дает огромный массив информации, который нужно правильно обработать. В зависимости от того, какую задачу нужно решить, используются разные инструменты. Например, системы веб-аналитики следят за тем, что люди делают на сайте: куда чаще всего заходят, сколько времени проводят там, на каком месте уходят. Это нужно, чтобы сделать сайт удобнее и повысить число покупок. Инструменты клиентской аналитики помогают понять привычки и предпочтения конкретного человека, чтобы предлагать ему более подходящие товары. Платформы для анализа социальных сетей показывают, насколько хорошо люди реагируют на посты и как растет аудитория. Отдельно стоят инструменты для SEO- и SEM-аналитики. Они позволяют подсмотреть, по каким словам идут конкуренты, и оценить эффективность рекламы в поиске. И наконец, есть сервисы, которые оценивают, насколько хорошо работает контент: читают ли его, делятся ли им [2], [4]. Без объединения этих данных в едином контуре любая аналитика остается фрагментарной, а значит, стратегически бесполезной.

Однако сегодня цифровая аналитика – это не просто набор отчетов и информационных панелей. В условиях растущей сложности она становится стратегической основой роста, особенно в корпоративном секторе, превращая обработанные данные в решения, которые напрямую увеличивают количество клиентов и прибыль. Главное препятствие на этом пути – разрозненность инструментов. Когда данные о клиентах, рекламе и сайте существуют изолированно, это приводит к несогласованности и упущенным возможностям [3]. Решение – в объединении всех сведений с помощью специальных платформ, которые создают целостную картину пути клиента. Но этого недостаточно, чтобы действовать на опережение, поэтому следующим шагом становится искусственный интеллект. Он позволяет прогнозировать: какие компании с большей вероятностью

совершат покупку, где возникает риск ухода клиентов, как эффективнее распределить бюджеты до запуска кампаний.

Казалось бы, инструментов становится все больше, и они доступнее, но именно это создает новые, более сложные проблемы. В динамичной среде статичные отчеты теряют смысл. Им на смену приходят интерактивные панели в реальном времени, которые доступны и маркетологам, и отделу продаж. Это дает возможность быстро корректировать действия, если кампания идет не по плану. Однако одна из главных угроз сегодня – изменение поиска из-за генеративного искусственного интеллекта. Теперь поисковики сами выдают готовые ответы наверху страницы, и пользователям уже не нужно заходить на сайты [2]. Для компаний, которые привыкли получать посетителей именно через такие информационные запросы, это серьезный удар. Другая проблема – рост цены на привлечение клиента. Компаний, которые покупают цифровую рекламу, становится все больше, а количество рекламных мест на крупных площадках почти не растет. Из-за этого цена в аукционах постоянно повышается. Также искусственный интеллект научился быстро писать тексты и рисовать картинки, и маркетологи стали штамповать их в огромных количествах. Но количество не означает качество. В итоге пользователи тонут в потоке однотипной информации, и пробиться сквозь этот шум становится все труднее. Все это вместе ведет к тому, что рынок расслаивается. Крупные компании с большими бюджетами могут позволить себе дорогие аналитические системы, которые дают более точные данные и помогают побеждать в рекламных аукционах. Небольшой бизнес вынужден переплачивать за трафик и довольствоваться менее точной аналитикой, оставаясь на вторых ролях. Таким образом, технологический разрыв трансформируется в экономический: более совершенная аналитика напрямую снижает стоимость привлечения клиента для лидеров.

Таким образом, в условиях цифровой трансформации маркетинга простое присутствие бренда в онлайн-среде утрачивает стратегическую значимость, а ключевым фактором конкурентоспособности становится способность компании выстраивать интегрированные системы сбора, обработки и анализа данных. Успех достигается не за счет масштабирования количества взаимодействий с аудиторией, а за счет повышения их качества на основе персонализированного подхода и единства клиентского опыта. В числе приоритетных направлений развития маркетинговых систем следует выделить автоматизацию рутинных процессов отчетности, позволяющую перераспределить ресурсы команды в пользу стратегического планирования и креативных задач, а также объединение всех каналов коммуникации в единый аналитический контур, что обеспечивает сквозную аналитику и формирует целостную картину пути клиента. Указанные меры способствуют оптимизации операционных расходов, создают основу для персонализированных коммуникаций и превращают каждую точку взаимодействия с потребителем в элемент согласованного, управляемого механизма. Для сокращения технологического и экономического разрыва между рыночными лидерами и компаниями, находящимися в позиции догоняющих, необходима ревизия стратегических приоритетов, а именно: смещение фокуса в области, где генеративные модели искусственного интеллекта демонстрируют наименьшую эффективность: контент, основанный на локальной повестке, уникальном личном опыте и экспертных оценках. Одновременно с этим важно наращивать присутствие в каналах, находящихся под прямым контролем компании, таких как собственные базы email-подписчиков и закрытые сообщества в социальных сетях, при этом искусственный интеллект целесообразно применять не для высокообъемной генерации унифицированного контента, а в качестве инструмента аналитики и поиска неочевидных идей. Критическим условием реализации данной стратегии выступают структурные изменения внутри организации: формирование кросс-функционального взаимодействия между отделами маркетинга и продаж на основе единой аналитической платформы позволяет повысить скорость реакции на рыночные изменения, обеспечить эффективное распределение бюджетов и перейти от тактики достижения краткосрочных показателей к модели устойчивого роста [5]. Суть конкурентоспособности в современном маркетинге сводится к балансу двух составляющих: внедрению высокотехнологичных решений в области управления данными и сохранению человекоориентированности в коммуникациях, что в совокупности формирует основу для долгосрочного развития компании в условиях растущей сложности внешней среды.

Список использованных источников:

1. Digital Marketing Platforms: A Complete Guide Definitions, Types, Tools, Trends [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://americanworthy.com/digital-marketing-platforms/. *Дата доступа 20.03.2026.*

2. The Biggest Challenges Facing Digital Marketers This Year [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://emulent.com/resources/challenges-facing-digital-marketers/. *Дата доступа 20.03.2026.*

3. Common Challenges Every Digital Marketer Faces & How to Overcome Them [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://medium.com/@mehakyadavdigitalmarketer/common-challenges-every-digital-marketer-faces-how-to-overcome-them-1dfa3458ffef. *Дата доступа 20.03.2026.*

4. Маркетинг и цифровая трансформация 2025: глобальные тренды [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://companies.rbc.ru/news/FTqHqCV32s/marketing-i-tsifrovaya-transformatsiya-2025-globalnyie-trendyi/. *Дата доступа 20.03.2026.*

5. The Future of Digital Marketing Analytics: Turning Data into Decisions in 2025 – Режим доступа: https://medium.com/@maxscott.iap/the-future-of-digital-marketing-analytics-turning-data-into-decisions-in-2025-ee4a44bc3348/. Дата доступа 20.03.2026.

208. ПОТРЕБНОСТИ, ИНТЕРЕСЫ И МОТИВЫ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Вегера Ю.С., Тамашевский Р.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лаврова О.И. – канд. экон. наук, доцент

Аннотация. В работе анализируются потребности, интересы и мотивы экономических субъектов Республики Беларусь в условиях адаптации социально-экономической системы к вызовам современной мировой экономики и цифровизации. На основе адаптированной теории иерархии потребностей А. Маслоу и анализа статистических данных выявлено доминирование мотива стабильности у большинства субъектов. Описаны принципы взаимодействия бизнес-структур и государства, обосновано формирование новой мотивационной группы в цифровом секторе, ориентированной на технологические инновации и глобальные рынки. Результаты подчеркивают специфику белорусской экономической модели и роль государства как гаранта стабильности.
Ключевые слова. Государство, бизнес, экономическая система, стабильность, паритет интересов, цифровой сектор.

В условиях внешней нестабильности (санкционное давление, интеграция в ЕАЭС, переформатирования мировых рынков, кризиса глобализации) особую значимость приобретает исследование модели поведения экономических субъектов Беларуси [1]. Понимание их мотивационной структуры позволяет оценить устойчивость национальной экономики и выработать обоснованные рекомендации для экономической политики.

Мотивационная структура экономических субъектов в Республики Беларусь детерминирована как внутренними (структурными, институциональными), так и внешними (геополитическими, экономическими) условиями, причём доминирующим мотивом остаётся стремление к стабильности, а не максимизация прибыли или принятие риска.

На сегодняшний день в Республике Беларусь наблюдается высокая роль государства как экономического субъекта и регулятора (доля госсобственности в основных фондах – около 54% [2]) и доминирование средних и крупных предприятий в реальном секторе (87,3% объёма производства [3]). Динамика и структура потребительского спроса изменяется под влиянием цифровизации и санкций.

Для исследования был применен комбинированный подход, основанный на анализе количественных данных (Белстат, Нацбанк) и официальных документов. Для систематизации мотивационной структуры была применена классическая, но адаптированная к экономическому контексту теория иерархии потребностей А. Маслоу [4]. В соответствии с этой моделью, мотивы субъектов были распределены по трём уровням: базовому (безопасность и выживание), среднему (социальные потребности и признание) и высшему (самореализация через инновации и развитие).

Анализ позволил выявить ключевые результаты, имеющих научную и практическую новизну.

1. Доминирование мотива стабильности у всех типов субъектов

Во всех сегментах – от домохозяйств до государственных предприятий – стремление к стабильности оказалось главенствующим, превалируя над мотивами прибыли, роста или инновационного развития. Среди домохозяйств ключевой остается стратегия финансовой осторожности. Результаты опроса Национального банка за 2024 год показывают, что 62% респондентов увеличили долю сбережений, а 78% назвали своей главной целью сохранение текущего уровня жизни [3].

Аналогичная тенденция наблюдается в корпоративном секторе, особенно среди государственных предприятий. Ключевыми приоритетами для большинства таких организаций являются сохранение трудового коллектива и обеспечение стабильной заработной платы. Показательно, что даже в секторе информационных технологий, традиционно ассоциируемом с инновациями, отмечается тенденция к минимизации неопределённости, через ориентацию на предсказуемый внутренний рынок.

Этот паттерн подтверждает гипотезу о доминировании мотивов, соответствующих базовому и среднему уровням пирамиды Маслоу, что оправдано в условиях внешней нестабильности.

2. Согласование интересов государства и бизнеса: специфика белорусской модели

Взаимодействие бизнеса и государства в Беларуси формируется в условиях высокой доли госсобственности (~54%) и доминирующей регуляторной роли государства [2]. В этой среде административные ограничения часто воспринимаются субъектами не как барьер, а как условие доступа к ресурсам и сохранения стабильности.

Статистика показывает, что лишь 12% респондентов считают административные барьеры главной проблемой [2]. Это не значит, что проблем нет или бизнес полностью доверяет государству, а указывает на исторически сложившийся паритет интересов экономических субъектов. В условиях неопределенности на мировых рынках бизнесу важнее получить государственную поддержку, прямую или косвенную. Административные ограничения в данной ситуации воспринимаются как издержки, сопутствующие доступу к необходимым ресурсам и гарантиям экономической безопасности.

Поведение субъектов малого и среднего предпринимательства демонстрирует адаптацию в рамках действующей институциональной системы в форме участия в государственных программах, что является рациональным в условиях, когда государство является ключевым координатором инвестиционных процессов в стране. Бизнес-стратегии интеграции в государственные инициативы обусловлены потребностями снижения операционных рисков и обеспечения устойчивости экономической деятельности.

Таким образом, наблюдаемая модель взаимодействия обусловлена не столько неформальным «контрактом», сколько объективной зависимостью бизнес-среды от государственных институтов в условиях высокой концентрации госсобственности и геополитических рисков.

3. Формирование «новой мотивационной группы» в цифровом секторе

Несмотря на общий приоритет стабильности, в ИТ-секторе сформировалась группа субъектов с иной мотивационной составляющей. Ключевым интересом выступает не наращивание экспорта как такового, а его использование в качестве инструмента включения в мировые социально-экономические процессы: до 2022 года белорусские ИТ-компании функционировали как органичное звено глобальных цепочек создания стоимости, работая напрямую с заказчиками из развитых стран «западного» блока [5]. Это сформировало мотивацию, ориентированную на глобальную конкуренцию, адаптацию к технологическим трендам и рост доходного неравенства. Самоидентификация как «глобальных игроков» укрепляла фокус на международной экспансии и технологических инновациях. Несмотря на то, что после 2022 года прямая интеграция с западными рынками существенно сократилась, сформированная ранее мотивационная структура продолжает сохраняться, что с институциональной точки зрения выделяет данный сектор от традиционных отраслей белорусской экономики. Данная группа рассматривается не в противопоставлении сферам науки или культуры, а как специфический сегмент экономических акторов с рыночно-инновационной логикой поведения.

Анализ эмпирических данных позволил структурировать экономические мотивы субъектов Беларуси в соответствии с адаптированной иерархией потребностей А. Маслоу [4] (рисунок 1):

Рисунок 1 – Распределение экономических субъектов Беларуси по преобладающему уровню мотивации

Подавляющее большинство или 58,3 % субъектов (домохозяйства с низкими доходами, работники бюджетной сферы) функционируют на базовом уровне мотивации, в то время как средний уровень выражен у 26,7 % субъектов, а высший уровень лишь у 15 % (преимущественно это ИТ и другие экспортоориентированные сектора) [2].

Полученные результаты позволяют подтвердить исходную гипотезу о том, что доминирующим мотивом у домохозяйств, предприятий и государственных структур выступает стремление к социально-экономической стабильности. Это отличает белорусскую модель от других институциональных систем, включая партнеров по ЕАЭС, где наблюдается более высокая склонность к предпринимательскому риску. Поведение субъектов формируется не столько рыночными сигналами, сколько реакцией на проводимую экономическую политику государства как гаранта стабильности и безопасности.

Список использованных источников:

1. Государственная программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы: утв. Указом Президента Республики Беларусь от 29 июля 2021 г. № 292. – Минск, 2021. – С. 24. – URL: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100292.

2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Основные показатели деятельности организаций по формам собственности [Электронный ресурс]: стат. сб. – Минск, 2025. – URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/statistika-predprinimatelstva/operativnye-dannye/index.php?sphrase_id=2532853.

3. Национальный банк Республики Беларусь. Статистический бюллетень (ежегодник) [Электронный ресурс]. – Минск, 2024. – URL:https://www.nbrb.by/publications/bulletinyearbook/statistics_bulletin_yearbook_2024.pdf/.

4. Пирамида потребностей по Маслоу [Электронный ресурс] // Википедия. – 2025. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пирамида_потребностей_по_Маслоу.

5. Национальное агентство инвестиций и приватизации Республики Беларусь. IT-сектор в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: аналит. обзор. – Минск, 2023. – URL: https://investinbelarus.by/upload/medialibrary/df0/p8jexns8ri30tyk097ynmc64mex5p363/Sektor-ikt-ENG-_1_.pdf

209. ЦИКЛИЧНОСТЬ КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ СВОЙСТВО ПОЛИТЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ И СРЕДСТВО ПОСТРОЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Мещерук П.К., Жарская А.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Макеева Е.Н. – старший преподаватель каф. экономики

Аннотация. В работе на основе синтеза теорий длинных волн (Н.Д. Кондратьев), созидательного разрушения (Й. Шумпетер) и клиодинамики (П.В. Турчин) проведен анализ развития экономики Республики Беларусь в 1990–2025 гг. Диагностирована фаза «депрессивной адаптации», характеризующаяся демографическим спадом, ростом неравенства и критически низкой долей инвестиций в интеллектуальную собственность (2,5%), что блокирует инновационный переход. Прогноз до 2030 г. указывает на нарастание структурных рисков. Предложены рекомендации по переориентации инвестиционной политики для запуска нового технологического уклада.

Циклический анализ позволяет диагностировать фазу экономической системы, отличать конъюнктурные колебания от структурных кризисов и обосновывать адаптационные меры. Цель – на основе синтеза теорий длинных волн (Н.Д. Кондратьев), созидательного разрушения (Й. Шумпетер) и клиодинамики (П.В. Турчин, Дж. Голдстоун) провести диагностику фазы цикла в Республике Беларусь, выявить структурные ограничения и сформулировать прогноз до 2030 г.

Теоретическая база включает три подхода. Н.Д. Кондратьев обосновал существование длинных волн (45–60 лет) с закономерностями: технологические изменения перед повышательной волной, социальные потрясения на ее пике, депрессия сельского хозяйства на понижательной волне [1]. Й. Шумпетер ввел понятие «созидательного разрушения»: экономическое развитие обеспечивается кластерным появлением базисных инноваций, которые обесценивают предыдущие капиталы и создают основу для нового длинного цикла; выделяются фазы подъема, процветания, рецессии и депрессии [2]. П.В. Турчин и Дж. Голдстоун разработали структурно-демографическую модель, согласно которой индекс политического напряжения определяется по формуле:

$$PSI = W \times E \times S \quad (1),$$

где W – потенциал массовой мобилизации (доля молодежи в структуре населения, уровень безработицы), E – перепроизводство элит (соотношение числа высокообразованных граждан и доступных престижных позиций), S – фискальный стресс государства (долговая нагрузка, дефицит бюджета) [3, 4]. Рост любого из множителей ведет к нелинейному увеличению PSI и риску дестабилизации.

Количественная диагностика включает коэффициент Джини, рассчитываемый по формуле:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}|y_i - y_j|}{2n_2\overline{y}} \quad (2),$$

где y_i, y_j – доходы i-го и j-го индивидов, $\overline{y}$ – средний доход, n – численность населения. Рост G свидетельствует о нарастании социального напряжения.

Эмпирический анализ выполнен по официальным данным Белстата и Национального банка Республики Беларусь за 1990–2025 гг. [5–9]. Динамика реального ВВП позволяет выделить четыре фазы развития национальной экономики:

1. трансформационный спад (1990–1995) – классический шок перехода от плановой к рыночной экономике, пик падения –12,6% в 1994 г.;
2. восстановительный рост (1996–2008) – «белорусское чудо» на основе советского промышленного потенциала и социального контракта, двузначные темпы роста в отдельные годы (11,4% в 1997 г., 10,2% в 2008 г.);
3. кризис и стагнация (2009–2022) – исчерпание старой модели, влияние мирового кризиса 2008 г., санкционное давление, «пилообразная» динамика с падениями в 2015 г. (-3,8%) и 2022 г. (-4,5%);
4. постсанкционная переориентация (2023–2025) – адаптация к новым рынкам (РФ, Китай), рост за счет импортозамещения, темпы ВВП 3,9 – 4,0% в 2023–2024 гг.

Демографическая динамика выступает долгосрочным структурным ограничителем. Суммарный коэффициент рождаемости, достигнув пика 1,719 в 2016 г., снизился до исторического минимума 1,081

в 2024 г., что через 15–20 лет приведет к сокращению предложения на рынке труда и увеличению нагрузки на пенсионную систему. Фискальный стресс оценивался по формуле:

$$S = \frac{\text{Госдолг}}{\text{ВВП}} \times k \quad (3),$$

где k – средняя эффективная ставка обслуживания долга. Индекс SS снизился с критических 0,84 (2016) до умеренных 0,58 (2025) благодаря сокращению госдолга до 30,5% ВВП. Однако высокая доля внешних валютных обязательств сохраняет риск резкого роста нагрузки при девальвации. Коэффициент Джини, исторически низкий (0,26–0,28), вырос до 0,279 в 2024 г., сигнализируя о неравномерном распределении выгод от восстановительного роста. Технологическая структура инвестиций (2025 г.) демонстрирует критический дисбаланс: строительно-монтажные работы – 49%, машины и оборудование – 38,2%, объекты интеллектуальной собственности – лишь 2,5%, что свидетельствует о консервации 4–5-го технологических укладов и блокировке инновационного драйвера.

Диагностика фазы цикла на основе синтеза подходов позволяет охарактеризовать текущее состояние как фазу «депрессивной адаптации». По Кондратьеву – это понижательная волна большого цикла, осложненная геополитическими факторами. По Шумпетеру – механизм «созидательного разрушения» заблокирован неэффективным распределением ресурсов между устаревающими производствами и новыми технологиями. По Турчину – система входит в «зону демографического и фискального истощения»: при низких темпах роста ВВП (около 2%) и увеличении неравенства индекс политического напряжения (PSI) будет умеренно расти, а внешний шок (девальвация) может перевести его в критическую зону.

Прогноз на 2026–2030 гг. предполагает сохранение низких темпов роста при нарастании структурных рисков. Старение населения увеличит нагрузку на бюджет, перепроизводство элит (избыток высокообразованных кадров при ограниченном числе престижных позиций) будет усиливать социальную напряженность, а валютная структура долга сохранит уязвимость к внешним шокам. Дополнительным фактором нестабильности может стать замедление роста в странах-торговых партнерах, что скажется на экспортных доходах. В этих условиях поддержание макроэкономической стабильности потребует не только традиционных мер денежно-кредитной политики, но и глубоких структурных преобразований.

Для выхода из фазы «депрессивной адаптации» и снижения индекса структурного давления предлагается маневр «Интеллектуальный прорыв»: увеличение доли инвестиций в объекты интеллектуальной собственности с 2,5% до 10% к 2030 г.; снижение доли строительно-монтажных работ с 49% до 35%; переориентация средств на автоматизацию производств для компенсации дефицита трудовых ресурсов; стимулирование малого технологического бизнеса для расширения прослойки собственников и снижения концентрации доходов.

Реализация этих мер позволит запустить новый технологический уклад, сформировать источники долгосрочного роста и предотвратить попадание в «ловушку среднего дохода». В противном случае система будет консервировать технологическую зависимость, усиливать социальное расслоение и накапливать риски экономической дестабилизации, что в перспективе может привести к утрате конкурентных позиций на региональных рынках.

Проведенное исследование подтвердило эвристическую ценность синтеза теорий циклов для диагностики и прогнозирования в условиях малой открытой экономики. Установлено, что белорусская экономика находится в фазе «депрессивной адаптации», для которой характерны демографическое сжатие, рост неравенства и технологическая стагнация. Ключевым ограничением развития выступает не столько текущая долговая нагрузка, сколько структурные диспропорции – прежде всего инвестиционный дисбаланс, блокирующий переход к шестому технологическому укладу. Предложенная программа структурной коррекции инвестиционной политики направлена на снижение индекса политического напряжения и создание условий для долгосрочного устойчивого роста. Дальнейшие исследования могут быть посвящены разработке количественных сценариев динамики PSI с учетом возможных внешних шоков.

Список использованных источников:

1. *Кондратьев, Н.Д. Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время и после войны / Н.Д. Кондратьев. – М., 1922.*
2. *Schumpeter, J.A. Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process / J.A. Schumpeter. – N.Y., 1939.*
3. *Турчин, П.В. Историческая динамика: почему государства растут и падают / П.В. Турчин. – Princeton, 2003.*
4. *Goldstone, J.A. Revolution and Rebellion in the Early Modern World / J.A. Goldstone. – Berkeley, 1991.*
5. *Валовой внутренний продукт [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by.*
6. *Суммарный коэффициент рождаемости [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by.*
7. *Валовой внешний долг [Электронный ресурс] / Национальный банк Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.nbrb.by.*
8. *Коэффициент Джини [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://dataportal.belstat.gov.by.*
9. *Инвестиции в основной капитал [Электронный ресурс] / БелТА. – Режим доступа: https://belta.by.*

210. ЦИФРОВОЙ РУБЛЬ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дыдо А.В., Кириленко О.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Шкода В.И. – старший преподаватель

В работе исследуется внедрение цифрового белорусского рубля (ЦБР) в кредитную систему Республики Беларусь на базе двухуровневой розничной модели. Рассматривается концепция «программируемых денег», где использование смарт-контрактов и технологии маркирования («окрашивания») обеспечивает прозрачность целевого расходования средств и автоматизацию кредитного цикла. Предложена поэтапная стратегия интеграции ЦБР до 2027 года, направленная на минимизацию рисков и повышение эффективности денежно-кредитной политики

В условиях цифровой трансформации финансового сектора Республики Беларусь актуальным становится внедрение цифрового белорусского рубля (ЦБР) — третьей формы национальной валюты. ЦБР представляет собой законное платежное средство в виде цифрового токена, эмитируемого Национальным банком на базе технологии распределенного реестра. Являясь прямым обязательством регулятора, ЦБР сочетает в себе свойства наличных денег (абсолютная ликвидность) и безналичных средств (возможность дистанционных расчетов), обеспечивая при этом высокую прозрачность транзакций.[1]

Банковская система Республики Беларусь представляет собой принятую в международной практике двухуровневую систему, состоящую из Национального банка и коммерческих банков второго уровня. В данной архитектуре Национальный банк осуществляет эмиссию наличных денег и будет осуществлять эмиссию ЦБР и управление платформой, в то время как коммерческие банки выполняют функции финансовых посредников: открывают кошельки клиентам, проводят процедуры KYC/AML и обеспечивают расчетно-кассовое обслуживание.[2]

Интеграция ЦБР в систему кредитования предполагает переход к концепции «программируемых денег». Ключевым инструментом здесь выступают смарт-контракты — самоисполняемые алгоритмы, позволяющие автоматизировать весь кредитный цикл. Использование смарт-контрактов обеспечивает автоматический мониторинг выполнения условий кредитного договора, динамическое управление процентными ставками в зависимости от показателей заемщика и гарантированное списание платежей при поступлении средств на кошелек. Это минимизирует операционные риски и снижает издержки на администрирование ссудной задолженности.

Особое значение для целевого кредитования имеет технология маркирования («окрашивания») цифровых рублей. Данный механизм позволяет эмитенту или кредитору задавать жесткие параметры использования предоставленных средств (например, оплата конкретных инвойсов, закупка сырья у определенных поставщиков или выплата заработной платы). Маркирование делает процесс использования кредитных ресурсов абсолютно прозрачным, исключая возможность их нецелевого расходования или вывода в теневой сектор. Такой инструментарий критически важен для реализации программ государственной поддержки и льготного кредитования стратегических отраслей.[3]

Стратегия поэтапного внедрения ЦБР предусматривает развитие корпоративного кредитования и B2B-платежей в 2025–2026 гг., с последующим масштабированием на розничный сектор и внедрением офлайн-режимов к 2027 году. Реализация предложенной модели позволит повысить эффективность трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики, сократить кредитные риски банков и создать базу для появления инновационных финансовых продуктов на основе блокчейн-технологий.

Список использованных источников:

1. Концепция цифрового белорусского рубля / Национальный банк Республики Беларусь. – Минск : Нац. банк Респ. Беларусь, 2024. – 30 с.

2. Сравнительный анализ концепций цифровых валют Народного банка Китая и Банка России, оценка их применимости в Республике Беларусь / Г. Головенчик, В. Гречко // Банкаўскі веснік, 2023. – № 2. – С. 52–63.

3. Основные тенденции в экономике и денежно-кредитной сфере Республики Беларусь : аналитическое обозрение за январь – февраль 2026 г. / Национальный банк Республики Беларусь. – Минск : Нац. банк Респ. Беларусь, 2026. – 31 с.

211. ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ БОРЬБЫ С ДЕПОПУЛЯЦИЕЙ НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Кзикян М.А., Мисюля Д. А., студенты гр. 477602

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И.М. – канд. эк. наук, доцент

Аннотация. В условиях цифровой экономики особую актуальность приобретает создание и задействование мобильного приложения, медиаканалов и прочих цифровых мероприятий, способных эффективно продвигать туристический потенциал страны. Данный проект, построенный вокруг идеи комплексного использования цифровых решений, таких, как создание медиаплатформ и специализированного приложения с детализированными точками интереса (POI) будет способствовать не только росту туристического потока, но и создаст импульс для устойчивого развития регионов через поддержку местного бизнеса и сохранение культурного наследия.

Ключевые слова. Депопуляция, региональное развитие, внутренний туризм, цифровая экономика, точки интереса (POI), цифровые платформы, Республика Беларусь.

Современные демографические процессы в Республике Беларусь характеризуются устойчивым сокращением численности населения, особенно в сельской местности и малых городах. Депопуляция носит комплексный характер и затрагивает экономику, инфраструктуру, культурное развитие регионов. Уменьшение населения ведет к упадку местного бизнеса, сокращению рабочих мест и деградации общественных пространств.

Беларусь обладает богатым природным, историческим и культурным потенциалом, однако многие объекты остаются недостаточно известными из-за слабого цифрового продвижения и отсутствия современных интерактивных инструментов. В этих условиях особую значимость приобретает развитие внутреннего туризма с помощью цифровых решений, способных стимулировать местную экономику, поддерживать культурное наследие и формировать положительный имидж страны.

Депопуляция представляет собой устойчивое сокращение численности населения вследствие низкой рождаемости. На 1 января 2025 г. население Беларуси составило около 9,109 млн человек - убыль более чем на миллион за последние 30 лет [1]. Доля трудоспособного населения снижается, растет демографическая нагрузка на бюджет. Коэффициент рождаемости остается крайне низким (около 6,5-8,9 на 1000 человек), а старение населения создает давление на пенсионную систему (почти каждый четвертый житель - пенсионер) [2].

Депопуляция имеет ярко выраженную территориальную дифференциацию: сельские территории теряют население в несколько раз быстрее городов. Единственным регионом с приростом остается Минск, что усиливает региональное неравенство. Наиболее критическая ситуация наблюдается в ряде районов (например, Борисовский, Свислочский), обладающих значительным историко-культурным потенциалом, но не включенных в туристические маршруты.

Экономические последствия включают дефицит рабочей силы (сотни тысяч вакансий), снижение потребительского спроса и стагнацию периферийных территорий. Слаборазвитый туризм (доля занятых в сфере гостиниц и ресторанов - около 1,9 %) [2] усугубляет проблему, поскольку малые города и села лишены альтернативных источников дохода. Существующие цифровые продукты (порталы типа Belarus.by) выполняют преимущественно справочную функцию и не обеспечивают перераспределения туристических потоков в депопулирующие регионы.

Для решения проблемы предлагается комплексная концепция из трех взаимодополняющих мероприятий:

1. **Разработка многофункционального мобильного приложения с интерактивной картой на основе POI [3].** Приложение будет содержать базу данных точек интереса (исторические объекты, природные локации, объекты гастрономии и размещения) с акцентом на депопулирующие регионы. Функционал MVP включает интерактивную карту с фильтрами, отзывы, создание и шеринг маршрутов, систему оценок. Последующие версии добавят персонализацию рекомендаций и партнерский модуль с монетизацией (подписка, реинвестирование средств в инфраструктуру). Техническая основа - кроссплатформенное решение (iOS/Android) с интеграцией картографического SDK.
2. **Создание и ведение медиаканалов (Instagram, TikTok).** Медиаканалы станут маркетинговым инструментом для привлечения аудитории через визуальный сторителлинг: качественные фото- и видео-материалы о местах, людях и культуре регионов. Форматы - короткие вирусные видео и детальные гиды. Предусмотрены партнерский контент, кросс-промоушен с приложением и коллаборации с инфлюенсерами.

3. **Синергия приложения и медиаканалов.** Медиаканалы генерируют интерес и трафик, приложение предоставляет инструменты для реализации путешествий. Вместе они формируют замкнутую цифровую экосистему, ориентированную на поколения Z и Y, активно использующие цифровые технологии при планировании поездок.

План реализации проекта представлен в таблице 1.

Таблица 1 – План реализации проекта

Этап	Действия
1 – подготовительный (1-2 месяца)	Аналитика регионов и POI, брендинг, формирование команды (project-менеджер, разработчики, дизайнер, маркетолог)
2 – разработка и запуск (3-6 месяцев)	Создание MVP приложения, запуск медиаканалов, альфа- и бета-тестирование.
3 – развитие и монетизация (7-12 месяцев и далее)	Официальный релиз, маркетинг, привлечение партнеров, внедрение подписки.

Ожидаемый эффект — мультипликативное воздействие на социально-экономическое развитие регионов: создание рабочих мест в сфере туризма и сопутствующих услуг, рост налоговых поступлений, диверсификация экономики, укрепление региональной идентичности и сохранение культурного наследия. Проект также способствует устойчивому развитию (экологический контент) и улучшению международного имиджа Беларуси.

Депопуляция сельских территорий и малых городов Беларуси — комплексная социально-экономическая проблема, угрожающая устойчивому развитию регионов. Реализация предложенного комплекса цифровых мероприятий (мобильное приложение с POI [3] и медиаканалы) позволит диверсифицировать туристические потоки, стимулировать местный бизнес и создать условия для закрепления населения. Формирование цифровой экосистемы туризма отвечает вызовам депопуляции и мировым трендам цифровизации, закладывая основу для сбалансированного развития Республики Беларусь.

Список использованных источников:

1. Численность населения на 1 января 2025 года // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/.

2. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2023 / Нац. стат. ком-т Респ. Беларусь. – Минск: НСК, 2023.

3. Лазаревич И. М. Точки интереса POI как инструмент повышения позиций субъектов экономических отношений Республики Беларусь // Тенденции экономического развития в XXI веке : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Минск : БГУ, 2025. – С. 74-76.

212. БИПОЛЯРНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ЛОВУШКИ СРЕДНЕГО КЛАССА

Пателина У. А., Авдеенко А. Д.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Макеева Е. Н. – старший преподаватель

В работе исследуется феномен компенсаторного потребления (товары повседневного спроса премиум-сегмента, услуги общественного питания, косметическая продукция) как поведенческий маркер институциональной ловушки среднего класса в Республике Беларусь. На основе методологии институциональной экономики и теории поведенческой экономики анализируются механизмы трансформации сберегательного поведения в потребительское под влиянием институциональных ограничений на рынке жилья. Эмпирическую базу составляют данные Национального статистического комитета, Национального кадастрового агентства и аналитические материалы за 2025–2026 гг. Выявлены эффекты самоподдержания ловушки и предложены направления институциональных преобразований.

Макроэкономическая динамика Республики Беларусь в 2025–2026 гг. демонстрирует внешне благоприятные показатели: согласно Указу Президента № 385, реальные располагаемые доходы населения в 2026 г. должны возрасти на 4,8% при удержании инфляции в пределах 7% [1]. Однако агрегированные индикаторы маскируют глубинные структурные деформации потребительского поведения, требующие институционального анализа.

Эмпирические наблюдения фиксируют парадоксальную ситуацию. При росте реальной заработной платы на 10% в 2025 г. [4] количество сделок на рынке жилья Минска сократилось на 21%, а цены выросли на 23%, достигнув средней стоимости $91 390 [5, 8]. Одновременно розничный товарооборот демонстрирует устойчивый рост в сегментах, не связанных с долгосрочными накоплениями: косметическая продукция, услуги общественного питания, товары повседневного спроса повышенного ценового сегмента [3].

Понятие институциональной ловушки обозначает устойчивую, но неэффективную норму, обладающую свойством самоподдержания [6]. Устойчивость обеспечивается эффектами координации (следование норме как социально одобряемое поведение), обучения (формирование навыков, адаптированных к неэффективной норме), сопряжения (интеграция нормы в смежные институты) и культурной инерцией.

Д. Норт вводит понятие эффекта блокировки [7], когда сложившаяся институциональная траектория препятствует переходу к более эффективным решениям. В потребительском поведении ключевыми являются предпочтение немедленных выгод и гедонистическая адаптация, при которой рост потребления не ведёт к устойчивому росту удовлетворённости.

Таким образом компенсаторное потребление представляет собой не гедонистическую девиацию, а рациональную адаптацию среднего класса к институциональным ограничениям, формирующую самоподдерживающуюся ловушку.

Таблица 1 – Факторы формирования ловушки компенсаторного потребления [собственная разработка на основе 1, 2, 4, 5, 8, 9]

Фактор	Эмпирическая репрезентация	Механизм воздействия
Дефицит доступного жилья	Сокращение застройщиков в 3 раза за 8 лет, предложение новостроек сократилось с 8-9 тыс. до 3,5 тыс. Лотов/	Формирование перцепции недоступности жилья как социальной нормы, отказ от накопления
Ценовой дисбаланс	Рост цен на 23% при сокращении сделок на 21%, средняя цена $91 390 (75 среднемесячных зарплат).	Эскалация сберегательного горизонта за пределы рационального планирования
Ограничения ипотеки	Сокращение выданных жилищных кредитов на 8% при росте доходов на 10%.	Блокирование межвременного перераспределения доходов
Инфляционное обеспечение	Целевая инфляция 7%, фактическая выше в отдельных категориях.	Отрицательная реальная доходность сбережений
Культурная инерция	Сохранение паттерна статусного потребления как компенсаторного механизма	Легитимация гедонизма при отсутствии возможностей статусной дифференциации через владение

Механизмы самоподдержания реализуются через классические эффекты. Эффект координации проявляется в формировании социальной нормы «разумного гедонизма»: медиа транслируют паттерн «жизни здесь и сейчас». Эффект обучения закрепляет компетенции поиска «маленьких радостей» – потребители становятся экспертами в сегментах кофеен, косметики, ресторанных услуг. Эффект

сопряжения выражается в адаптации бизнеса: развитие форматов «быстрой роскоши» – демократичные косметические бренды, кофейни навынос, доставка премиальной еды.

Рынок недвижимости Минска демонстрирует классические признаки институциональной ловушки. При росте реальной зарплаты на 10% количество сделок сократилось на 21% [5, 8]. Общая сумма, потраченная покупателями, составила $1,38 млрд при средней цене сделки $91 390 [5]. Средняя минская квартира эквивалентна 75 среднемесячным зарплатам (при зарплате $1200) [9]. На этом фоне розничная торговля демонстрирует устойчивый рост в сегменте компенсаторного потребления. Косвенные индикаторы указывают на тренд: оборот общепита сохраняет премиальный сегмент, растут продажи косметики в среднем ценовом диапазоне [3, 4].

Средний класс демонстрирует биполярное поведение: отказ от накопления на жилье (воспринимаемое как недоступное) сочетается с ростом трат на косметику, кафе, доставку еды. Это эмпирический индикатор институциональной ловушки.

Таблица 2 – Сравнительный анализ текущей ситуации и рекомендуемых изменений [собственная разработка на основе 1 - 9]

Сфера	Текущая ситуация	Предлагаемые изменения	Ожидаемый эффект
Рынок жилья	Рост цен на 23% при сокращении сделок на 21%. Дефицит предложения	Увеличение объемов строительства доступного жилья (4 млн кв. м ежегодно). Развитие арендного жилья (25% от ввода к 2030 г.)	Снижение ценового барьера, восстановление реалистичности покупки
Ипотечное кредитование	Сокращение выданных кредитов на 8%. Высокие требования к первому взносу	Программы с низким первым взносом. Стимулирование долгосрочных жилищных сбережений	Повышение доступности ипотеки
Потребительский рынок	Рост сегмента компенсаторного потребления. Инфляция 7% обесценивает сбережения	Финансовое просвещение. Инструменты защиты сбережений от инфляции	Переток средств из текущего потребления в сбережения
Институциональная среда	Эффект блокировки, закрепление паттерна «не накоплю – буду тратить»	Формирование позитивного образа накоплений. Налоговые стимулы для сбережений	Преодоление установки «жилье недоступно»

Компенсаторное потребление в Беларуси 2025–2026 гг. – устойчивый паттерн, а не временная адаптация. В основе феномена – институциональная ловушка среднего класса: дефицит доступного жилья, ценовые дисбалансы, недоступность ипотеки блокируют стратегии долгосрочного накопления и формируют установку предпочтения текущего потребления.

Механизмы самоподдержания (координация, обучение, сопряжение) закрепляют модель «отказ от крупных целей и компенсаторное потребление». Агрегированные макроэкономические индикаторы не улавливают этого сдвига, что требует дополнения системы мониторинга индексами потребительских настроений и показателями доступности жилья.

Список использованных источников:

1. *Указ Президента Республики Беларусь от 3 ноября 2025 г. № 385*
2. *Госпрограмма «Строительство жилья» на 2026–2030 гг.: постановление Совмина № 780*
3. *Шаркова О.Э. Институциональные экстерналии и ловушки в ценовой политике // Проблемы управления. – 2024. – № 3. – С. 75–79*
4. *Национальный статистический комитет. Розничный товарооборот в январе 2026 г.*
5. *Национальное кадастровое агентство. Итоги 2025 г. на рынке недвижимости // Onliner. – 2026*
6. *Полтерович В.М. Институциональные ловушки и экономические реформы. – М., 1998*
7. *Норт Д. Институты, институциональные изменения... – М., 1997.*
8. *Рынок столичной недвижимости: прогноз на 2026-й // Белновости. – 2026*
9. *Ждать или покупать: что будет с ценами на жилье в Беларуси в 2026-м // Myfin.by. – 2026*

213. ДЕПРЕССИВНЫЕ РЕГИОНЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Попова В.А., Черкасова Е.И

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лазаревич И.М. – кандидат экономических наук, доцент

В работе рассматривается проблема идентификации и поддержки депрессивных регионов Республики Беларусь. На основе анализа международного опыта предложена система экономических, демографических и структурных критериев для выявления проблемных территорий. Выделены типы депрессивных регионов: монофункциональные промышленные города, восточные и северные районы с депопуляцией, а также территории, пострадавшие от аварии на ЧАЭС. Обоснована необходимость комплексной адресной политики поддержки, включающей диверсификацию экономики, развитие инфраструктуры и туризма.

Современные тенденции обостряют проблему депрессивных регионов в демографической политике Беларуси. Под депрессивным регионом понимается территория, устойчиво отстающая от среднего по стране уровня из-за структурных, экономических и социальных факторов, характеризующаяся затяжным кризисом традиционных отраслей, депопуляцией, снижением качества жизни и ограниченными возможностями самостоятельного выхода из кризиса [1]. В Беларуси, несмотря на отсутствие официального статуса, такая территория описывается как испытывающая «практически полное отсутствие возможностей и ресурсов для экономического роста» с длительным нарушением воспроизводства экономических и демографических процессов [1].

Мировой опыт предлагает разнообразные методологии выявления проблемных территорий. В Европейском союзе применяется комплексная система, сочетающая абсолютные и относительные показатели: к поддержке относят регионы со спадом традиционных отраслей, сельские депрессивные территории, зоны, зависимые от рыболовства, а также регионы с ВВП на душу населения менее 75% от среднего по Европейскому Союзу [2]. Великобритания делает акцент на абсолютных индикаторах (уровень безработицы, миграционный отток, низкая предпринимательская активность) с обязательным сравнительным анализом относительно общенациональных трендов [3]. В США критерии носят событийно-структурный характер: помимо безработицы (на 1% выше средней в течение двух лет), учитываются последствия промышленной реструктуризации, закрытия военных объектов, природных катастроф, истощения ресурсов, оттока населения и влияния внешней торговли [4]. Испания дифференцирует «зоны экономического стимулирования» (аграрные регионы с высокой безработицей) и «зоны промышленного спада» (моноотраслевые индустриальные территории), разграничивая цели политики – от повышения доходов и занятости до структурной перестройки с минимизацией социальных издержек [5]. В Германии ключевыми являются показатели рынка труда: среднегодовая безработица, размер заработной платы, прогноз численности экономически активного населения и развитость инфраструктуры [6]. На основе синтеза международного опыта и с учетом специфики белорусского административно-территориального деления можно предложить следующий набор критериев для идентификации депрессивных регионов.

Экономические критерии будут включать уровень зарегистрированной безработицы, стабильно превышающий средний по стране показатель на 25–30% (на конец 2024 года средний уровень безработицы в Беларуси составлял 3,1% [7]), таким образом, порогом может стать значение около 4,0%; среднемесячную номинальную начисленную заработную плату ниже 75–80% от среднереспубликанского уровня (за 2025 год средняя зарплата рабочих и служащих по республике составила 2601 BYN [8]), пороговым уровнем станет примерно 1950 BYN, а также низкую инвестиционную и предпринимательскую активность (объем инвестиций в основной капитал на душу населения, число малых и средних предприятий на 1000 жителей).

Демографические и социальные критерии включают устойчивую естественную убыль населения, миграционный отток населения, особенно трудоспособного возраста, снижающуюся долю молодежи и растущую долю лиц пенсионного возраста, обеспеченность объектами социальной инфраструктуры (медицина, культура, спорт) ниже среднереспубликанских норм.

Структурные (отраслевые) критерии включают высокую долю занятых в одной или нескольких стагнирующих отраслях, наличие градообразующих предприятий, находящихся в длительном кризисе, низкий уровень диверсификации экономики.

Применение вышеуказанных критериев к данным официальной статистики позволяет сформировать категории территорий, относящихся к депрессивным регионам:

– монофункциональные промышленные города и поселки, чье градообразующее предприятие переживает кризис (например, Светлогорск, где помимо проблем с градообразующими химическими предприятиями, наблюдается малая обеспеченность социальной инфраструктурой и кадрами, убыль

населения; а также другие города с предприятиями химической и текстильной промышленности, ориентированными на устаревшие рынки);

– сельские и малые городские территории в восточных и северных районах Витебской, Могилевской и Гомельской областей. Для них характерны депопуляция, слабая экономическая база, отдаленность от крупных центров и транспортных коридоров. В Витебской области, например, наблюдается одна из самых высоких в стране естественных убылей населения и значительный миграционный отток, также лидером по снижению численности населения является Минская область, что обусловлено миграционным оттоком населения в столицу [9];

– часть территорий, пострадавших от последствий аварии на Чернобыльской АЭС, где социально-экономическое развитие дополнительно сдерживается экологическими и психологическими факторами (например, такие города, как Лунинец, Добруш, Хойники, где кроме радиационного загрязнения, усложняют экономическое положение отдаленность от Минска и областного центра, высокая убыль населения и малая обеспеченность социальной инфраструктурой).

Политика поддержки должна быть адресной и комплексной, сочетая точечные меры с созданием общих условий для развития.

1. Стимулирование экономической диверсификации и предпринимательства. Целесообразно создание региональных фондов развития с участием государственного и частного капитала для финансирования стартапов и проектов в перспективных для конкретной территории сферах: агроэкотуризм, глубокая переработка местного сельскохозяйственного и дикоросного сырья, производство органической продукции, IT-услуги при условии развития цифровой инфраструктуры.

2. Развитие человеческого капитала и инфраструктуры. Необходима программа «цифрового включения» удаленных территорий с предоставлением льгот на подключение к высокоскоростному интернету. Создание коворкинг-центров и центров переподготовки кадров на базе местных учреждений образования поможет адаптировать навыки населения к новым запросам рынка. Для привлечения и закрепления специалистов может быть эффективна программа «Региональный релокейт», предусматривающая подъемные выплаты, льготные условия аренды жилья или ипотеки, а также налоговые каникулы для молодых специалистов и предпринимателей, переезжающих в депрессивные регионы.

3. Активизация эндогенного потенциала через туризм. Развитие сети малых, но аутентичных туристических объектов, таких как этнографические хутора, историко-археологические парки, экологические тропы в уникальных ландшафтах, способно создать новые рабочие места и привлечь инвестиции.

4. Совершенствование управления. Важным шагом стало бы законодательное закрепление статуса «территории приоритетного развития» или «депрессивной территории» с утверждением четкого алгоритма его присвоения и пакета сопутствующих льгот и преференций для резидентов, как это сделано в ряде соседних стран.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что в Республике Беларусь существует необходимость институционального признания проблемы депрессивных регионов. На основе анализа международных подходов предложена методика идентификации таких территорий, включающая экономические, демографические и структурные критерии. Выделены три типа депрессивных регионов: монофункциональные промышленные города, сельские и малые городские территории с устойчивой депопуляцией, а также зоны, пострадавшие от аварии на ЧАЭС. Разработан комплекс мер адресной поддержки, направленный на диверсификацию экономики, развитие человеческого капитала и инфраструктуры. Реализация предложенного подхода позволит повысить эффективность региональной политики и содействовать пространственному выравниванию.

Список использованных источников:

1. Мазоль, О. С. Депрессивные регионы / О. С. Мазоль // BEROC Policy Paper Series. – 2015. – № PP 33. – 20 с.

2. Regulation (EU) 2021/1058 of the European Parliament and of the Council of 24 June 2021 on the European Regional Development Fund and on the Cohesion Fund [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1058/oj/eng.

3. Игонина, А. А. Политика Великобритании по развитию депрессивных территорий / А. А. Игонина, Ю. А. Бедрикова // Научная статья. – Саранск, 2022.

4. U.S. Economic Development Administration: official website [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.eda.gov/.

5. Ley de incentivos regionales 2022-2027, España [Электронный ресурс]. Режим доступа: https:// https://rfegolf.es/.

6. Красноперова, И. Р. Факторы трансформации социально-экономического развития в депрессивных районах Германии / И. Р. Красноперова // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2017. – № 6. – С. 79-88

7.Безработица в Беларуси 2024: о чем говорит статистика [Электронный ресурс] // Инфобизнес Медиа. – Режим доступа: https://ibmedia.by/news/bezrabotitsa-v-belarusi-2024-o-chem-govorit-statistika/.

8.Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://etalonline.by/spravochnaya-informatsiya/u01405017/.

9. Население растет только в Минске: какие районы Беларуси теряют людей быстрее других [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://probusiness.io/economic/12731-naselenie-rastet-tolko-vminske-kakie-rayony-belarusi-teryayut-lyudey-bystree-drugikh-ipochemu-eto-vliyaet-nabiznes.html.

214. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОДБОРА КОНТЕНТА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ИНТЕРЕСОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Левчук Э.Е.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Батура М.П. – доктор технических наук

В статье рассматриваются принципы интеллектуального подбора контента в социальных сетях на основе анализа интересов и поведенческих характеристик пользователей. Описываются основные подходы к персонализации, включая контентную, коллаборативную и гибридную фильтрацию, а также особенности формирования пользовательских предпочтений на основе активности в системе. Особое внимание уделяется применению методов машинного обучения и обработки естественного языка для повышения точности рекомендаций и релевантности контента. Рассматриваются механизмы ранжирования и учета контекста пользовательского взаимодействия. Выявляются ключевые ограничения рекомендательных систем, включая проблему «холодного старта», эффект информационного пузыря и вопросы обеспечения конфиденциальности данных.

Современные социальные сети функционируют на основе алгоритмических систем, формирующих персонализированный контент для каждого пользователя. Алгоритмы учитывают интересы, предпочтения и поведенческие характеристики пользователей, что делает социальные сети эффективным инструментом персонализированного контент-маркетинга. Рекомендательные системы представляют собой программные средства, предназначенные для прогнозирования интересов пользователей на основе анализа их предпочтений и поведения [1]. Разработка интеллектуальных систем подбора контента, ориентированных на индивидуальные интересы, позволяет повысить релевантность рекомендаций, уровень вовлечённости аудитории и доверие к платформе. Развитие технологий машинного обучения и искусственного интеллекта обеспечивает возможность создания адаптивных моделей рекомендаций, учитывающих динамику пользовательских интересов.

Актуальность обусловлена необходимостью совершенствования механизмов персонализации контента в условиях роста объёма информации и усложнения пользовательских запросов. Эффективная фильтрация и ранжирование контента являются ключевыми задачами современных социальных платформ.

Следует отметить, что повышение качества персонализации напрямую связано с точностью анализа пользовательского поведения и полнотой собираемых данных. Чем более детализирован профиль интересов пользователя, тем выше вероятность формирования релевантных рекомендаций. В этой связи важную роль играет непрерывное обновление информации о действиях пользователя, что позволяет системе своевременно реагировать на изменения его предпочтений.

Алгоритмы персонализации анализируют поведение пользователей (просмотры, реакции, комментарии), формируя профиль интересов, используемый для ранжирования контента. Контентная фильтрация основана на анализе характеристик контента, коллаборативная – на выявлении сходства между пользователями. Наиболее эффективными являются гибридные подходы, сочетающие указанные методы. Существенную роль играют методы машинного обучения и обработки естественного языка, позволяющие учитывать как явные, так и скрытые предпочтения пользователей, а также семантические характеристики контента.

Важным направлением является учет контекста взаимодействия пользователя с системой, включая временные и поведенческие факторы, что позволяет повысить точность рекомендаций. Перспективным является использование моделей, способных адаптироваться в реальном времени, а также интеграция различных источников данных.

К основным ограничениям интеллектуальных систем подбора контента относятся проблема «холодного старта», риск формирования информационного пузыря и вопросы обеспечения конфиденциальности пользовательских данных [2].

Таким образом, интеллектуальные системы персонализации контента являются ключевым элементом современных социальных платформ, обеспечивая эффективную обработку и адаптацию информационных потоков под индивидуальные предпочтения пользователей. Использование гибридных рекомендательных алгоритмов и методов машинного обучения позволяет повысить точность и релевантность рекомендаций. Вместе с тем сохраняется необходимость решения проблем холодного старта, информационной изоляции и защиты пользовательских данных, что определяет направления дальнейших исследований в данной области.

Список использованных источников:

1. Терёхин, М.А. Разработка системы рекомендаций / М.А. Терёхин. – Белорусский государственный университет, 2019. – с.118-119.

2. Кокачев, В.А. Рекомендательные системы в контексте технологий больших данных/ В.А. Кокачев. – Санкт-Петербургский государственный университет, 2018. – с.4-9.

215. ИНТЕГРАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ MARTECH В БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ КОМПАНИИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА

Сончик Д.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Архипова Л.И. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация: Рассмотрена роль интеграции MarTech-инструментов в бизнес-процессы компании. Показано, что сквозная аналитика, автоматизация и унификация данных повышают эффективность интернет-маркетинга. Обоснована необходимость перехода к многоканальной атрибуции.

В условиях цифровой трансформации интеграция маркетинговых технологий (MarTech) в операционные бизнес-процессы становится критическим фактором конкурентоспособности. Вместе с тем на практике значительная часть компаний сталкивается с проблемой фрагментированности маркетинговых данных и отсутствия единой системы их обработки, что приводит к искажению результатов атрибуции, снижению точности аналитики и неэффективному распределению маркетингового бюджета. В этих условиях возникает необходимость не только внедрения отдельных инструментов, но и их комплексной интеграции в единую MarTech-архитектуру [1].

Эффективность интернет-маркетинга напрямую зависит от скорости обмена данными между рекламными каналами, CRM-системой и аналитическими платформами. Согласно исследованию Gartner, более половины компаний сталкиваются с тем, что желаемые результаты от внедрения новых технологий не достигаются именно из-за недостаточной организационной интеграции [2]. Типичная проблема – разрозненность данных, приводящая к неверной атрибуции конверсий. Интеграция позволяет объединить данные о поведении пользователей на сайте, их взаимодействии с рекламой и последующих транзакциях.

Практические результаты внедрения интегрированного MarTech-стека (CDP + сквозная аналитика + автоматизация) подтверждают его эффективность. В частности, за счет унификации данных из различных источников доля невалидных лидов снижается с 42% до 11%, что согласуется с кейсом страховой компании, где внедрение CDP с AI-моделями скоринга позволило сократить количество невалидных лидов на 70% [3]. Одновременно автоматизация сбора и обработки данных сокращает временные затраты на формирование маркетинговой отчетности с 16 до 3 часов в месяц, что подтверждается практикой использования AI-атрибуции и BI-инструментов [4].

Современный подход к оценке эффективности интернет-маркетинга требует перехода от атрибуции по последнему клику к многоканальной сквозной аналитике. Это позволяет корректно распределить вклад каждого маркетингового канала и принимать обоснованные решения об оптимизации бюджета.

Проведенный анализ на основе обобщения научных и практических источников показал, что ключевой проблемой снижения эффективности интернет-маркетинга является фрагментированность данных и отсутствие интеграции между элементами MarTech-стека, что приводит к искажению атрибуции и снижению обоснованности управленческих решений. Внедрение интегрированной MarTech-архитектуры, включающей CDP, инструменты сквозной аналитики и автоматизации, позволяет устранить указанные ограничения за счёт унификации данных и повышения прозрачности клиентского пути. Это, в свою очередь, обеспечивает более точное распределение маркетингового бюджета, снижение доли невалидных лидов и сокращение операционных затрат. Следовательно, интеграция MarTech-инструментов должна рассматриваться не как локальное технологическое улучшение, а как системное условие повышения эффективности интернет-маркетинга. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка методик количественной оценки уровня интеграции MarTech-стека и его влияния на ключевые маркетинговые показатели, включая LTV и ROMI.

Список использованных источников:

1. *Амброзевич, А. Stackie Awards 2025: как и для чего нужно визуализировать MarTech-стэки / А. Амброзевич // РБК Компании. – 2025. – 18 июня. – Режим доступа: https://companies.rbc.ru/news/HIAWLCzVmE/stackie-awards-2025-kak-i-dlya-chego-nuzhno-vizualizirovat-martech-steki/ . – Дата доступа: 30.03.2026.*

2. Gartner, Inc. Gartner Survey Shows Nearly Half the Time, Desired Results from New Customer Service Technology Don't Materialize / Gartner, Inc. – 2025. – July 10. – Mode of access: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases . – Date of access: 30.03.2026.

3. FirstHive. Insurance Leader Slashes Invalid Leads and Cuts Acquisition Costs with FirstHive CDP / FirstHive. – 2025. – Mode of access: https://firsthive.com/customer-stories/insurance-lead-qualification-cost-optimization-cdp/ . – Date of access: 30.03.2026.

4. Mraz, L. How customer analytics closes the gaps in performance measurement / L. Mraz // MarTech. – 2025. – August 29. – Mode of access: https://martech.org/how-customer-analytics-closes-the-gaps-in-performance-measurement/ . – Date of access: 30.03.2026.

216. ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МЕЖДУНАРОДНУЮ ТОРГОВЛЮ

Ломейко А.И., Швец А.О.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Стефанович И.В. – канд. эк. наук

Аннотация..В данной публикации определена сущность цифровых платформ с выделением ее базовых черт и особенностей. Кроме того, продемонстрировано влияние цифровых платформ на характер международной торговли, выделены основные факторы и показатели цифрового разрыва, а также обозначены компоненты стратегии его преодоления.

В настоящее время в глобальной экономике активно развивается тенденция цифровизации путем все более широкого распространения различных цифровых платформ, способствующих более высокой скорости и качеству взаимодействия субъектов социально-экономической деятельности.

Для цифровой платформы пока не существует единой трактовки и фиксированного перечня свойств, однако большинство исследователей выделяют базовые черты, формулируя их по-разному, но с близким контекстом. К таковым можно отнести:

- большое количество участников той или иной информационной системы,
- увеличение ценности цифровых платформ на основе сетевых эффектов,
- автоматизация и алгоритмизация процессов взаимодействия участников цифровых платформ,
- сокращение трансакционных издержек взаимодействия.

Если в индустриальной экономике ключевыми активами являлись станки, здания и капитал, то в платформенной экономике главным стратегическим активом становятся данные. Платформы ориентированы на их сбор и анализ. Чем больше статистика данных, тем точнее работают алгоритмы, тем выше вероятность удовлетворения пользователей и получения платформой более прочного конкурентного преимущества [1].

Фундаментальной особенностью цифровых платформ выступает замена традиционных управленческих иерархий доверием к алгоритмам, которые обеспечивают автоматическую регуляцию взаимодействия миллионов независимых участников. В практическом применении это означает, что платформа не управляет пользователями в классическом административном смысле, а формирует правила функционирования посредством программного кода. Системы рейтингов и отзывов выполняют функцию поддержания качества сервиса и уровня доверия, фактически заменяя деятельность многочисленных менеджеров и аналитиков. Таким образом, формируется децентрализованное, саморегулирующееся сообщество, управляемое данными и алгоритмами, что становится ключевым фактором масштабируемости платформенной модели.

Цифровая платформа перестала быть просто технологическим инструментом или сайтом – она эволюционировала в сложную, динамичную и многостороннюю предпринимательскую экосистему, способную глубоко трансформировать традиционные бизнес-модели и экономические отношения. Примером тому служит, например, Яндекс с функционалом поиска, услуг такси, заказа и доставки еды, кинопоиска, музыки и др.

Наглядно масштабы цифровой трансформации мировой экономики отражает рисунок 1:

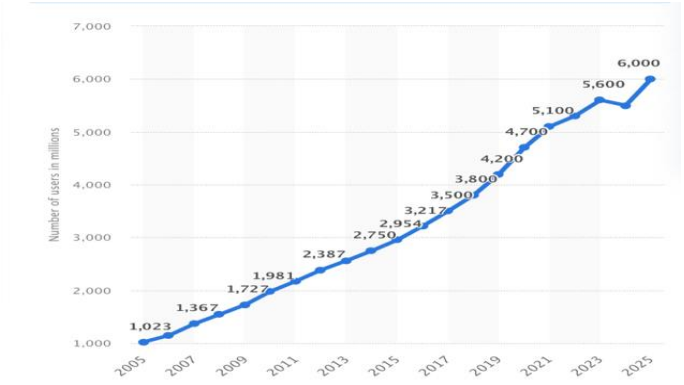


Рисунок 1– Число пользователей Интернета по всему миру с 2005 по 2025 год (в миллионах) [2]

Рисунок 1 показывает значительное увеличение количества интернет-пользователей в мире: за последние 20 лет в 5,5 раз, достигнув 6 миллиардов человек.

Одной из сфер демонстрации влияния цифровых платформ на систему социально-экономических отношений выступает международная торговля.

Экономическая мощь влияния цифровых платформ подтверждается статистикой в сфере электронной коммерции: в 2024 году 2,54 миллиарда человек совершали онлайн-покупки, формируя рынок объемом 4,12 триллиона долларов при средней стоимости покупок пользователя 1,620 долларов. Особенно важен показатель роста мобильной коммерции, на которую приходится 51,4% всех расходов, что указывает на то, что взаимодействие с платформами стало обычной, встроенной в жизнь практикой.

Влияние цифровых платформ на международную торговлю существенно различается по странам и регионам. Основные различия определяются уровнем цифровизации, распространенностью Интернета, состоянием логистической инфраструктуры и степенью вовлеченностью малого и среднего бизнеса в трансграничную электронную торговлю [3], [4].

Глобальный индекс инноваций в значительной степени позволяет в интегрированной форме увидеть разницу в потенциале применения цифровых платформ для развития межстрановой торговли.

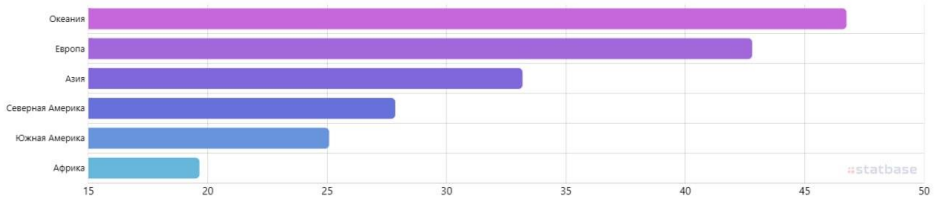


Рисунок 2 – Средние значения Глобального индекса инноваций по макрорегионам мира (баллов) [5]

Рисунок 2 показывает значительную дифференциацию регионов по среднему значению Глобального индекса инноваций: страны Океании и Европы лидируют, тогда как Африка замыкает рейтинг с 19,7 баллами, что свидетельствует о более чем двухкратном разрыве между ними.

В целом можно отметить, что в развитых странах цифровые платформы усиливают экспорт и интеграцию в глобальные цепочки, а в развивающихся - служат инструментом преодоления барьеров, но сталкиваются с логистическими ограничениями. В итоге они чаще закрепляют, чем сокращают, региональные цифровые разрывы.

Тем не менее, цифровой разрыв не является непреодолимым. Успешные стратегии интеграции в глобальную платформенную экономику включают в себя следующие компоненты [6]:

Во-первых, инвестиции в инфраструктуру доступа.

Во-вторых, развитие экспорта высокотехнологичных услуг.

В-третьих, стимулирование инноваций.

В-четвертых, развитие человеческого капитала и коммерциализация знаний.

По поводу последней из упомянутых выше компонентов, следует заметить, что подготовка инженерных кадров без механизмов превращения знаний в рыночные продукты слабо эффективна. Яркий пример – Малайзия: страна входит в мировые лидеры по доле выпускников STEM (модель, объединяющая естественные науки и инженерные предметы в единую систему), но всё же остается на периферии глобальной платформенной экономики.

Таким образом, само наличие квалифицированных специалистов не обеспечивает технологический рывок. Если в стране не формируется спрос на высококвалифицированный труд, нет эффективных механизмов коммерциализации и целевой поддержки местных компаний, даже сильная образовательная база не может изменить структуру экономики страны, ее роль и характер участия в международной торговле.

Список использованных источников:

1. Цирфовая платформа: вызовы и проблемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.osp.ru/os/2018/2/13054185.

2. Number of internet users worldwide from 2005 to 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.statista.com/statistics/273018/number-of-internet-users-worldwide/

3. Телевич, Н.М. Международная экономика: учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Международная экономика» для специальности «Менеджмент» и «Маркетинг» / Н.М. Телевич. – Минск, 2017. – Учебное издание.

4. Беляцкая Т.Н. Цифровой разрыв в современном информационном обществе / Т.Н. Беляцкая, В.С. Князькова // Экономическая наука сегодня. – 2019. – №10. – С. 209-216.

5. Глобальный индекс инноваций 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://statbase.ru/datasets-by-group/indexes-and-ratings/global-innovation-index/?agr=562116.

6. Statbase [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://statbase.ru/?ysclid=mna8ny5kjw41925444.

217. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКЛАДЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

Матусевич В. К.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шкода В. И.. – старший преподаватель

Аннотация. В работе исследовано влияние технологических укладов на происходящие изменения в современной мировой экономике. Раскрыта последовательность смены технологических укладов с использованием трудов российского академика С. Ю. Глазьева.

Смена доминирующих в экономике технологических укладов предопределяет возникновение новых тенденций современного экономического развития. К настоящему времени в мировом технико-экономическом развитии выделяются семь последовательно сменяющих друг друга технологических укладов. Каждый уклад обладает сложной структурой, состоящей из элементов различного функционального значения. Технологический уклад представляет собой целостное и устойчивое образование, в рамках которого осуществляется замкнутый цикл, начинающийся с добычи и получения первичных ресурсов и заканчивающийся выпуском набора конечных продуктов, соответствующих типу общественного потребления. Технологические нововведения, определяющие формирование ядра технологического уклада, называются ключевым фактором. Отрасли, интенсивно использующие ключевой фактор и играющие ведущую роль в распространении нового технологического уклада, являются несущими отраслями [2].

В современной экономике вклад 5-го и 6-го укладов в душевой ВВП на 84 % обеспечивается за счёт внедрения новых технологий и развития человеческого капитала – работников с высшим образованием. Информация превратилась в основной ресурс, объём которого удваивается каждые 20 месяцев, а суть цифровой революции заключается в расширении возможностей человеческого мозга через интеграцию в электронные сети [3]. Распространение программного обеспечения с открытым исходным кодом (Open Source) стало уникальным международным процессом. До 96 % современных программных систем содержат компоненты ОПО; без его использования компании тратили бы в 3,5 раза больше ресурсов на разработку ИТ-платформ. Использование генеративного искусственного интеллекта сегодня позволяет не только автоматизировать административную работу, но и радикально ускорить проектирование продуктов и оптимизацию обслуживания оборудования.

Технологической платформой шестого уклада выступает Индустрия 4.0 – концепция «четвёртой промышленной революции», объединяющая «умные фабрики», промышленный интернет вещей, облачные вычисления и цифровые двойники в единые самоорганизующиеся производственные системы. Современное производство всё более отказывается от массовости в пользу индивидуализации (кастомизации). Ключевым инструментом становятся «цифровые двойники» – виртуальные модели реальных производственных процессов, объединяющие датчики, информационные сети и физические объекты в единую киберфизическую систему. Они позволяют моделировать сценарии «что, если» без остановки реальных линий, переходить от планового ремонта к предиктивному обслуживанию, обеспечивать гибкость мелкосерийного производства. Внедрение цифровых двойников в Беларуси способствует снижению простоев, повышению качества управления и ресурсосбережению.

Республика Беларусь обладает высоким потенциалом развития информационной экономики. Ядром промышленного комплекса страны является машиностроение, основу которого составляют сложные продукты, такие как карьерные самосвалы (БелАЗ), тракторы (МТЗ) и сельскохозяйственные машины. Для повышения конкурентоспособности белорусских предприятий необходим реинжиниринг – радикальное перепланирование бизнес-процессов на инновационной основе. В контексте перехода к шестому укладу реинжиниринг выступает механизмом коренной трансформации: он позволяет перейти от массового серийного производства к единичному и мелкосерийному типу, синхронизироваться с «новой индустриализацией» через внедрение киберфизических систем, повысить экономическую эффективность и активизировать человеческий капитал. Приоритетом «новой индустриализации» в Беларуси выступает комплексная цифровизация производства, услуг и бизнес-моделей на базе киберфизических систем.

Важнейшим фактором успеха модернизации является человеческий капитал. Беларусь ежегодно выпускает около 13,5 тыс. специалистов профиля «Техника и технологии». Формируется «креативный класс» (учёные, инженеры, ИТ-специалисты), способный к нешаблонному решению задач в условиях высокой интеллектуализации всех бизнес-процессов. В учебном пособии «Экономический рост и развитие» А. А. Быкова идёт речь об в условиях перехода к новому технологическому укладу, где ключевое значение приобретают не только инвестиции в основные фонды, но и системные меры

по развитию интеллектуального потенциала и институциональной среды [1]. Переход к шестому укладу требует от государства не просто обновления оборудования, а глубокой трансформации институциональной среды и поддержки прикладной науки. Беларусь, сохранившая элементы стратегического планирования и государственного регулирования, обладает шансом на опережающее развитие при условии форсированного освоения ключевых технологий шестого уклада.

Подводя итог исследованию, необходимо подчеркнуть, что переход к шестому технологическому укладу представляет собой фундаментальную трансформацию социально-экономической реальности, базирующуюся на принципах технологического детерминизма. В этой системе технологии становятся первичными, определяя развитие экономики и общества, что ведет к радикальному изменению глобального разделения труда. Ключевым вектором этой трансформации является окончательный переход к модели пост-фордизма, которая отвергает традиционный массовый выпуск однотипной продукции в пользу создания гибких производственных систем, ориентированных на индивидуальные заказы и кастомизацию.

Связь укладов на технологическом уровне проявляется в развитии концепции распределенного производства. На смену жестким транснациональным цепочкам пятого уклада приходят локализованные микрофабрики, использующие производство по изготовлению трёхмерных объектов (например, 3D-печать). Данная концепция позволяет не только создавать объекты любой формы на основе цифровых моделей, но и посредством «брэйнфакторинга» - производства, ведомого человеческим интеллектом, возрождать промышленный суверенитет государств [1]. Этот переход подкрепляется масштабной виртуализацией деятельности, при которой технология «цифровых двойников» связывает интеллектуальное проектирование с физическим исполнением, позволяя оптимизировать производственные циклы в цифровой среде до их материализации на местах.

Однако технологическая преемственность порождает острые социальные вызовы. Рост автоматизации и роботизации, начавшийся в рамках пятого уклада, в шестом достигает пика, вытесняя на различных этапах не только производственных, но и офисных рабочих. В результате формируется многочисленная новая социальная группа — прекариат, чья численность в развитых странах уже достигает немалую долю трудоспособного населения [1]. Эту группу, состоящую как из фрилансеров (ИТ-разработчиков, блогеров), так и из работников с частичной занятостью, характеризует неустойчивое социальное положение, отсутствие гарантий и нестабильный доход.

Эволюция технологических укладов привела к возникновению новых терминов: зелёная экономика, корпоративная социальная ответственность, циркулярная экономика, декаплинг.

Список использованных источников:

1. Быков, А. А. Экономический рост и развитие : учеб. пособие / А. А. Быков. – Минск : Вышэйшая школа, 2021. – 303 с.

2. Глазьев, С. Ю. Перспективы развития России на длинной волне роста нового технологического уклада / С. Ю. Глазьев // Экономическое возрождение России. – 2023. – № 2(76). – С. 27–32.

3. Беляцкая, Т. Н. Экономика информационного общества : учеб.-метод. пособие / Т. Н. Беляцкая. – Минск : БГУИР, 2016. – 200 с.5.

218. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАРКЕТПЛЕЙСОВ

Королёва А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Марахина И.В. – канд. эконом. наук., доцент

В данной работе анализируются инновационные технологии искусственного интеллекта, применяемые в деятельности маркетплейсов, и оценивается их влияние на эффективность электронной коммерции. Рассматриваются ключевые модели ИИ – рекомендательные системы, прогнозирование спроса, динамическое ценообразование, управление ассортиментом и технологии обработки естественного языка. Отдельное внимание уделено использованию ИИ в логистических процессах. Показано, что внедрение данных технологий способствует повышению конверсии, росту продаж, оптимизации складских операций и улучшению пользовательского опыта. Сформулированы основные направления развития инновационных ИИ-решений в сфере электронной коммерции.

Маркетплейс – это онлайн-платформа, соединяющая продавцов и покупателей, где товары и услуги представлены различными продавцами, а площадка выступает посредником. В зависимости от характера взаимодействия участников выделяют модели B2C (Business-to-Consumer), B2B (Business-to-Business) и C2C (Consumer-to-Consumer), каждая из которых имеет собственные особенности управления, логистики и пользовательских сценариев.

Активное развитие маркетплейсов сопровождается ростом количества пользователей, продавцов и товарных позиций, что приводит к усложнению процессов управления ассортиментом, ценообразованием, логистикой и клиентским обслуживанием. В условиях роста масштабов маркетплейсов и увеличения объёмов данных традиционные методы управления продажами, ассортиментом и клиентским опытом становятся недостаточно эффективными. Это формирует необходимость внедрения интеллектуальных технологий, способных обеспечить персонализацию, точное прогнозирование и оптимизацию бизнес-процессов. Указанные тенденции наглядно подтверждаются динамикой развития рынка электронной коммерции.

Маркетплейсы продолжают стремительно расти, становясь ключевым каналом электронной коммерции. По данным Wildberries, в 2024 году продажи белорусских предпринимателей выросли почти на 75% [1]. При этом общий спрос на онлайн-покупки среди белорусов увеличился на 81%, а число поставщиков из Беларуси выросло на 17% (см. рисунок 1).

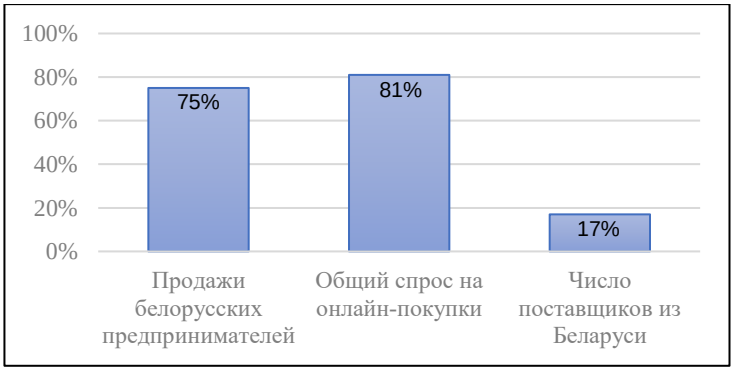


Рисунок 1 – Динамика продаж, спроса и числа поставщиков на Wildberries [1]

Несмотря на рост маркетплейсов, их эффективность ограничена недостаточной персонализацией, неоптимальным управлением ассортиментом и затратами, связанными с неправильным прогнозированием спроса.

В то же время искусственный интеллект (ИИ) активно внедряется в e-commerce [2]: персонализация, автоматизация, прогнозирование спроса – всё это формирует новые стандарты цифровой торговли. Цифровизация торговли усиливается, и ИИ становится не просто элементом оптимизации, а стратегическим ресурсом для конкурентоспособности маркетплейсов.

Среди подходов: машинное обучение, глубокое обучение, нейронные сети, обработка естественного языка (NLP), рекомендательные системы. Эти методы позволяют маркетплейсам анализировать поведение пользователей, прогнозировать спрос и адаптироваться к изменениям в режиме реального времени.

Модели и механизмы искусственного интеллекта, применяемые в маркетплейсах, представляют собой комплекс технологических решений, направленных на повышение точности рекомендаций, улучшение пользовательского опыта, оптимизацию ассортимента, ценообразования и логистики. К

ключевым направлениям применения ИИ в деятельности маркетплейсов относятся рекомендательные системы, прогнозирование спроса, динамическое ценообразование, управление ассортиментом и классификация товаров, а также технологии обработки естественного языка (NLP).

Первой и одной из наиболее значимых областей применения ИИ являются рекомендательные системы, которые лежат в основе персонализации. Наиболее распространёнными являются модели collaborative filtering, использующие анализ поведения пользователей и схожесть их предпочтений. Другой подход – content-based рекомендации, основанные на характеристиках самих товаров (описания, категории, атрибуты). На практике маркетплейсы чаще применяют гибридные системы, объединяющие преимущества обоих методов.

Вторым значительным направлением в деятельности маркетплейсов является прогнозирование спроса. Современные модели используют как методы анализа временных рядов, так и глубокие нейронные сети. Особенно востребованы LSTM-архитектуры, способные улавливать нелинейные зависимости и долгосрочные паттерны. В исследовании Bandara и коллег [3] подобные модели были обучены на исторических данных Walmart, что позволило сформировать высокоточные прогнозы и продемонстрировать возможности ИИ в оптимизации цепочек поставок.

Третьим направлением применения искусственного интеллекта является динамическое ценообразование, основанное на алгоритмах анализа спроса, данных о поведении конкурентов, сезонности и пользовательской активности. ИИ-системы позволяют в режиме реального времени корректировать цены и выбирать оптимальные стратегии, повышающие выручку и удержание клиентов.

Четвертой важной областью является управление ассортиментом и классификация товаров. Машинное обучение применяется для автоматизации категоризации, определения наиболее перспективных SKU и прогнозирования популярности.

Значимый вклад в развитие маркетплейсов вносит обработка естественного языка (NLP), включающая ряд технологических решений, таких как интеллектуальная обработка пользовательских отзывов (анализ настроений), чат-боты и голосовые ассистенты. Технологии анализа настроений позволяют автоматизировать обработку отзывов, выявлять скрытые проблемы качества и определять важные товарные характеристики. Чат-боты и интеллектуальные голосовые ассистенты используют современные языковые модели для повышения скорости и качества клиентского обслуживания, сокращения времени реагирования и снижения нагрузки на операторов.

Внедрение технологий искусственного интеллекта оказывает значительное влияние на эффективность деятельности маркетплейсов, формируя существенные преимущества на нескольких уровнях: экономический, маркетинговый и операционный. Экономический уровень включает: рост среднего чека и увеличение конверсии за счет рекомендательных систем, минимизация избыточных запасов и оптимизация управления ассортиментом за счет прогнозирования спроса. Преимущества на маркетинговом уровне: улучшение пользовательского опыта, повышение уровеня удержания клиентов и формирование их лояльности. С точки зрения операционной эффективности ИИ обеспечивает более точное управление запасами, снижает вероятность ошибок и повышает скорость обработки заказов.

Вместе с тем применение искусственного интеллекта сопряжено с рядом недостатков и рисков. Ключевым ограничением является высокая зависимость качества ИИ-моделей от полноты и корректности исходных данных. «75% стартапов терпят неудачу при внедрении ИИ из-за трех фатальных ошибок», – говорится в исследовании Gartner 2024 года [4]. Три главные ошибки: низкое качество данных, отсутствие стратегии и подход «сделай сам».

Инновационные ИИ-технологии трансформируют маркетплейсы, увеличивая их эффективность на многих уровнях: от рекомендаций до логистики. Применение рекомендательных систем, прогнозирования спроса, динамического ценообразования и NLP даёт маркетплейсам конкурентные преимущества. Однако существуют риски – связанные с данными, инвестициями и этикой – которые нельзя игнорировать. В будущем можно ожидать ещё более глубокую интеграцию ИИ: генеративные модели, автоматизированные склады и персонализация нового уровня

Список использованных источников:

1. Wildberries о статистике продаж белорусских товаров через маркетплейс // Экономическая газета. Дата публикации: 07.02.2025. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neg.by/novosti/otkrytj/wildberries-o-statistike-prodazh-belorusskikh-tovarov-cherez-marketpleys/ – Дата доступа: 13.02.2026.

2. Тренды ИИ в электронной коммерции: примеры и доступные решения // Журнал о eCommerce: электронный журнал. Дата публикации: 17.03.2025. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cs-cart.ru/blog/ai-trends-ecommerce/ – Дата доступа: 13.02.2026.

3. What Is AI/ML/NLP? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sentino.org/2022/11/30/5515/ – Дата доступа: 14.02.2026.

4. Latest Hype Cycle for Artificial Intelligence Goes Beyond GenAI / Haritha Khandabattu // Дата публикации: 08.07.2024. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gartner.com/en/articles/hype-cycle-for-artificial-intelligence – Дата доступа: 14.02.2026.

219. ЦИФРОВАЯ ЭВОЛЮЦИЯ БАНКОВСКОГО МАРКЕТИНГА

Кебец О.А., студентка гр.274001

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Архипова Л.И. – кандидат экономических наук, доцент

Аннотация. В статье рассматривается процесс цифровой трансформации банковского маркетинга в его историческом и современном измерениях. Прослеживается эволюция концептуальных моделей, анализируются актуальные тенденции. Значительное внимание уделяется трансформации потребительского поведения, системным вызовам цифровизации и образовательной функции маркетинга. Делается вывод о переходе маркетинга из коммуникационной функции в стратегический элемент технологической платформы банка.

Цифровая трансформация экономики представляет собой сложный многоаспектный процесс, затрагивающий все уровни хозяйственной деятельности. В наиболее общем виде под цифровой экономикой понимается система экономических отношений, в которой ключевым фактором производства выступают данные в цифровой форме, а драйверами развития – информационно-коммуникационные технологии. Как отмечается в исследованиях Международного валютного фонда, цифровизация финансового сектора оказывает существенное влияние на экономический рост, причем это влияние опосредовано уровнем развития инфраструктуры и степенью проникновения цифровых услуг. Для банковской сферы это означает фундаментальный сдвиг в понимании сущности продуктов, каналов их доставки и методов взаимодействия с потребителями.

Эволюция цифровизации финансовой системы прошла несколько этапов: от появления банковских карт в 1950-х годах и внедрения банкоматов в 1960-х до создания электронных торговых площадок в 1970-х, первых банковских ЭВМ в 1980-х, формирования отрасли финансовых технологий в 1990-х и массового распространения интернет-коммуникаций в 2000-х. Данная эволюция сопровождалась усложнением технологической инфраструктуры и изменением подходов к продвижению продуктов: от массовых коммуникаций к персонализированному взаимодействию. На современном этапе происходит слияние операционных и информационных технологий, формирование экосистем, где информация становится не только инструментом создания ценности, но и самостоятельным товаром.

Указанные технологические изменения создают фундамент для эволюции концептуальных подходов к банковскому маркетингу: от транзакционной модели через маркетинг отношений к маркетингу клиентского опыта. В условиях цифровой экономики формируется экосистемная модель, в рамках которой банк трансформируется из поставщика финансовых услуг в центр интеграции сервисов. Маркетинг при этом становится стратегическим механизмом обеспечения устойчивости бизнеса: его задачи расширяются до управления репутационными рисками, участия в разработке продуктов и мониторинга клиентского опыта. Цифровая трансформация реализуется через продуктовые и процессные инновации, обеспечивающие персонализацию коммуникаций и эффективность маркетинговых кампаний.

Наиболее значимым вектором стала концепция открытого банкинга (BaaS – Business as a Service), предполагающая безопасный обмен данными между финансовыми учреждениями и технологическими компаниями. В европейских странах открытый банкинг получил нормативное закрепление во Второй платежной директиве Европейского союза (PSD2 – Payment Service Directive 2, 2018), преследующей цели защиты потребителей, усиления конкуренции и обеспечения прозрачности. Показательным примером служит опыт Великобритании, где крупнейшие банки открыли доступ к счетам через API, первым партнером стала компания Yolt. По данным исследовательских агентств, глобальная база пользователей открытого банкинга превысила 470 млн человек в 2025 году и к 2027 году достигнет 600 млн, а капитализация сектора к 2029 году составит $94,14 млрд.

В Республике Беларусь национальным аналогом PSD2 стал стандарт финансовых услуг и технологий СФУТ 6.03-2024 «Открытые банковские API» (постановление Национального банка № 369 от 27.11.2024). К началу 2026 года в реестре поставщиков платежных услуг уже числится 111 организаций. Одновременно реализуется унификация платежной инфраструктуры через внедрение национального сервиса QR-платежей «КРОК». Результатом этих процессов стал устойчивый рост безналичных платежей: их доля в розничном товарообороте последовательно увеличивалась с 56,1% в 2023 году до 64,2% по итогам 2025 года.

Закономерным продолжением открытого банкинга стали встроенные финансы (Embedded Finance) – гибкое сочетание финансовых продуктов и услуг с нефинансовыми платформами через облачные вычисления и открытые API. Параллельно динамично развивается сегмент необанков – полностью цифровых банков без физических отделений. Глобальный рынок необанков оценивается в $382,8 млрд по итогам 2025 года и, по прогнозам, достигнет $552,0 млрд к концу 2026 года при среднегодовом темпе роста 45-49%. В международной практике сложились три доминирующие

модели: full-stack neobanks с собственной лицензией (Nubank), BaaS-партнерства (Chime) и hybrid challengers (Marcus by Goldman Sachs). Ключевым драйвером роста является монетизация SME-сегмента: бизнес-аккаунты занимают 68,3% доли рынка по выручке.

Параллельно с трансформацией бизнес-моделей совершенствуются технологии взаимодействия с клиентами. Биометрическая идентификация стала одним из ключевых трендов финтех-индустрии, повышающих безопасность и улучшающих пользовательский опыт. Глобальный рынок биометрических технологий для банковской отрасли, по прогнозам, достигнет $42 млрд к 2035 году. Наиболее масштабным примером служит индийская система «Aadhaar», содержащая более 1,2 млрд образцов биометрических данных. Наряду с биометрией важную роль в удержании клиентов играет геймификация: объем глобального рынка в финансовых сервисах вырастет с $19,4 млрд в 2025 году до $92,5 млрд к 2030 году.

Анализ рыночной конъюнктуры выявляет пять ключевых векторов трансформации потребительского поведения: углубление безналичной культуры, рост мгновенных платежей, замещение физических носителей цифровыми решениями, трансформация сберегательной модели и эволюция кредитных продуктов в пользу рассрочек (BNPL – Buy Now, Pay Later).

Особую значимость приобретает образовательная функция маркетинга. Появление цифровых валют, токенизированных активов и краудфандинга требует от клиентов определенного уровня финансовой грамотности. Маркетинговые кампании все чаще включают вебинары, инструкции и консультации, что не только повышает лояльность, но и снижает риски неправильного использования продуктов.

Таким образом, цифровая эволюция банковского маркетинга представляет собой движение от массовых коммуникаций к экосистемной модели, где финансовые услуги органично встраиваются в повседневную цифровую среду клиента, а маркетинг эволюционирует из коммуникационной функции в стратегический элемент технологической платформы банка. Эффективность стратегии определяется способностью обеспечить единое взаимодействие на всех каналах, сочетая персонализацию на основе больших данных и искусственного интеллекта с расширением экосистемного подхода через открытые API.

Список использованных источников:

1. Кардава, Э.Ф. Специфика применения digital-маркетинга банковскими учреждениями / Э.Ф. Кардава // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. – 2024. – №1(13). – С. 111-116.

2. Digital Money Across Borders: Macro-Financial Implications [Электронный ресурс] : IMF Policy Paper, 2020. – Режим доступа: https://www.imf.org/-/media/files/publications/pp/2020/english/ppea2020050.pdf. – (дата обращения: 27.03.2026).

3. Артеменко, Д.А. Цифровые технологии в финансовой сфере: эволюция и основные тренды развития в России и за рубежом / Д.А. Артеменко, С.В. Зенченко // Финансы: теория и практика. – 2021. – С. 90-101.

4. Кулаева, К.В. Банковский маркетинг экономического роста и развития бизнеса / К.В. Кулаева // Политика, Экономика и Инновации. – 2024. – №5(58). – 11 с.

5. Вдовина, Е.С. Цифровизация банковского сектора в современных условиях [Электронный ресурс] : монография / Е.С. Вдовина, М.А. Куликова. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2022..

6. The State of Open Banking in the UK: 6 Years In, What's Next [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.macroglobal.co.uk/blog/regulatory-technology/. – (дата обращения: 28.03.2026).

7. Open Banking Adoption Statistics 2026: Who Leads Now [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sqmagazine.co.uk/open-banking-adoption-statistics/. – (дата обращения: 28.03.2026).

8. Главные банковские тренды 2025 года [Электронный ресурс] // Газпромбанк. – Режим доступа: https://www.gazprombank.ru/pro-finance/innovation/bankovskie-trendy-2025-goda/. – (дата обращения: 28.03.2026).

9. Neobanking Market Size, Share & Industry Analysis, By Account Type, By Service, and Regional Forecast, 2026–2034 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fortunebusinessinsights.com/neobanking-market. – (дата обращения: 28.03.2026).

10. Neobank Industry Statistics 2026: Tap Into Explosive Revenue Secrets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://coinlaw.io/neobank-industry-statistics/. – (дата обращения: 29.03.2026).

11. Объем и доля рынка биометрических технологий для банковских и финансовых услуг – глобальный анализ спроса и предложения, прогнозы роста, статистический отчет за 2026-2035 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchnester.com/ru/reports/biometrics-for-banking-financial-services-market/3797. – (дата обращения: 29.03.2026).

12. Асрян, А.С. Информационные технологии в банковском секторе: основные направления развития / А.С. Асрян // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 3. – С. 160-169.

220. СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ СТИМУЛИРОВАНИЯ СБЫТА В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Курганская Е.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Лойко И.В. – магистр экон. наук

Работа посвящена сущности и значению стимулирования сбыта в маркетинговой деятельности предприятия. Раскрываются подходы к определению понятия, цели, задачи и инструменты стимулирования сбыта, выделяются целевые группы воздействия. Обосновывается роль системы стимулирования сбыта в увеличении объемов продаж, формировании лояльности потребителей и укреплении конкурентных позиций предприятия на рынке.

В условиях высокой конкуренции и насыщенности потребительского рынка производителям становится недостаточно просто предложить качественный товар по приемлемой цене. Ключевым фактором успеха выступает способность предприятия выстраивать долгосрочные отношения с клиентами, оперативно реагировать на изменения рыночной конъюнктуры и побуждать потребителя к немедленному совершению покупки. В этой связи особое значение приобретает грамотно выстроенная система стимулирования сбыта, позволяющая не только увеличить объемы продаж, но и сформировать устойчивую лояльность целевой аудитории.

В словарях понятие «стимулирование» рассматривают как побуждение к действию и активизацию деятельности. В контексте реализации продукции данное значение отражает основную задачу производителя, которая заключается в активизации, оживлении рыночной деятельности и создании условий, способствующих продаже товара.

Эффективно выстроенная система сбыта способствует формированию устойчивых рыночных связей и обеспечивает организации стабильный спрос на выпускаемую продукцию, что создает условия для получения максимальной прибыли. Результативность функционирования предприятия во многом определяется тем, насколько успешно организован сбыт продукции.

Стимулирование сбыта (sales promotion) рассматривается как одно из направлений маркетинговой деятельности, ориентированное на повышение воспринимаемой ценности товара и побуждение потребителей к более активному совершению покупок. Для этого применяются различные инструменты, среди которых купоны, предоставление пробных образцов, ценовые скидки, POS-материалы и другие. Также существуют инструменты, которые используются для активизации деятельности дистрибьюторов и торгового персонала.

Смысл стимулирования сбыта состоит в формировании у потребителя более благоприятного отношения к товару. За счет применения соответствующих инструментов повышается привлекательность продукции, что способствует переходу потенциального потребителя в категорию реальных покупателей. Одновременно усиливается заинтересованность посредников в реализации товара.

Стимулирование сбыта занимает важное место в системе маркетинговой деятельности предприятия. Существует множество подходов к определению данного понятия, поскольку его содержание и роль в продвижении товаров рассматривались различными исследователями.

По мнению Жан-Жака Ламбена, стимулирование сбыта – это различные кратковременные стимулы, обычно предлагаемые на временной или территориальной основе, направленные на то, чтобы побудить потребителя к немедленному совершению покупки [1].

Согласно позиции Г.Г. Иванова, В.К. Крышталева, Т.В. Панкиной и С.Б. Алексиной, стимулирование сбыта рассматривается как процесс разработки и реализации специальных мероприятий, направленных на ускорение восприятия товара потребителями и побуждение их к совершению покупки [2].

Классик маркетинга Ф. Котлер под стимулированием сбыта понимает краткосрочные стимулы, целью которых является приобретение или продажа товара [3].

Ю.А. Захарова писала, что стимулирование сбыта как инструмент продвижения продукции выступает элементом маркетинговой деятельности, ориентированным на ускорение роста объемов продаж. При этом в рамках данной деятельности реализуются функции информирования, мотивации и поддержки участников процесса распределения товаров [4].

Э. П. Голубков трактовал стимулирование сбыта как систему приемов и форм кратковременного воздействия на потребителей и торговых посредников для содействия реализации товаров [5].

По мнению Н.К. Моисеевой, А.В. Будника и М.Ю. Рюмина, стимулирование продаж представляет собой целенаправленное воздействие на потребительский спрос. Основная задача заключается в ускорении процесса товародвижения и увеличении объемов реализации, особенно при выводе на рынок новой продукции [6].

Согласно американской маркетинговой ассоциации (AMA), стимулирование сбыта определяется как средство маркетингового давления в течение заданного ограниченного периода времени для достижения целей стимулирования покупки, увеличения потребительского спроса или улучшения качества продукции [7].

Подводя итог рассмотренным подходам, можно отметить, что в научной литературе стимулирование сбыта рассматривается как важный элемент маркетинговой деятельности, направленный на активизацию спроса и повышение эффективности реализации продукции. Несмотря на различия в формулировках, большинство исследователей сходятся во мнении, что стимулирование сбыта представляет собой совокупность специальных мероприятий и инструментов, оказывающих воздействие на поведение потребителей и участников каналов распределения. Характерной особенностью данных мероприятий является их краткосрочная направленность и ориентация на достижение быстрого эффекта.

Стимулирование сбыта может быть ориентировано на различные цели, что определяется составом целевых групп, участвующих в процессе реализации продукции. В практике маркетинга выделяют несколько основных групп участников сбыта:

1 Потребители – ключевая целевая группа.

2 Торговые посредники (дистрибьюторы, дилеры, торговые агенты).

3 Торговый персонал (специалисты по закупкам, сотрудники торгового зала).

4 Референтные группы – лица или группы, формирующие предпочтения потребителей.

Главная цель стимулирования сбыта заключается в ускорении реализации продукции, а также в оперативном воздействии на поведение потребителей и посредников.

Также к основным целям относятся:

– продвижение новой продукции на рынок;
– стимулирование повторных покупок;
– привлечение новых клиентов;
– ускорение реализации товаров с низкой оборачиваемостью;
– распродажа продукции по завершении сезона;
– увеличение среднего чека.

Мероприятия по стимулированию сбыта направлены на формирование у потребителя дополнительной мотивации к приобретению товара. К основным задачам можно отнести:

– кратковременное увеличение объемов продаж;
– сглаживание временных колебаний сбыта;
– расширение числа участников каналов сбыта;
– стимулирование определенных действий со стороны потребителей и других участников рынка;
– устранение факторов, замедляющих процесс реализации продукции.

Можно выделить несколько основных правил организации стимулирования сбыта:

1 Эффективность стимулирующих мероприятий во многом зависит от учета жизненного цикла продукции.

2 Наибольший эффект достигается при краткосрочном характере стимулов, что побуждает покупателей совершить приобретение в ограниченный период времени.

3 Стимулирующие меры следует интегрировать непосредственно в продукт или в его окружение.

Таким образом, стимулирование сбыта представляет собой неотъемлемый элемент современной маркетинговой деятельности, играющий ключевую роль в достижении коммерческих целей предприятия. Его сущность заключается в применении системы краткосрочных мер и инструментов, направленных на побуждение конечных потребителей, торговых посредников и персонала к действиям, способствующим росту объемов продаж. Значение стимулирования сбыта определяется его способностью не только оперативно увеличивать товарооборот и ускорять процесс товародвижения, но и формировать долгосрочную лояльность клиентов, что в конечном итоге обеспечивает предприятию устойчивую конкурентную позицию на рынке.

Список использованных источников:

1. Астраханцева, А. С. Подходы к определению основных проблем сбытовой деятельности коммерческих компаний / А. С. Астраханцева // Молодая наука Сибири. – 2022. – №1 (15). – с. 3–10.

2. Методы стимулирования продаж в торговле: учебник / С. Б. Алексина [и др.]. – М. : «ФОРУМ» – ИНФРА-М, 2021. – 304 с.

3. Котлер, Ф. Маркетинг от А до Я / Ф. Котлер. – М. : Альпина Паблишер, 2022. – 216 с.

4. Захарова, Ю. А. Методы стимулирования сбыта: учебное пособие / Ю. А. Захарова. – М. : Дашков и К, 2021. – 119 с.

5. Голубков, Е. П. Маркетинг для профессионалов: учебное и практикум / Е. П. Голубков. – М. : Юрайт, 2022. – 473 с.

6. Моисеева, Н. К. Адаптивное медиапланирование в продвижении отечественных товаров / Н. К. Моисеева, А. В. Будник, М. Ю. Рюмин // Маркетинг. – 2019. – №6. – с. 44–56.

7. Sales promotion and distribution channel [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.dynamictutorialsandservices.org/10/.

СЕКЦИЯ - СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ ЭКОНОМИКИ» (НА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКАХ)

UDC: 004.8:159.9

221. THE DIGITAL DETOX PARADOX: HOW TECH COMPANIES CAPITALISE ON THE FEAR OF TECHNOLOGY

Veremyva E. O., student of the gr. 578105

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Yeliseyeva V. A. – Senior Lecturer, Master of Arts

Annotation. It reveals the interest in the digital detox paradox, a phenomenon in which technology companies profit from products and services designed to help users reduce their dependence on digital technologies. At the same time, a growing trend shows that many consumers are increasingly interested in simpler devices and tools that limit constant connectivity. The article analyses the emerging market for minimalist technologies, the shift in consumer behaviour from the fear of missing out to concerns about excessive digital engagement, and the ethical implications of an industry that offers solutions to problems partly created by its own business models.

Keywords. digital detox paradox, smartphones, consumer psychology, wellbeing, technology, sustainability, attention economy, human-computer interaction.

In the last twenty years, technology has grown faster than ever, with devices constantly adding new features, notifications, and ways to keep us glued to screens. Smartphones, which once were just tools for calling and texting, are now little computers in our pockets, supporting everything from socializing to work and entertainment. This boom has expanded the global smartphone market and pushed device capabilities to new heights [1]. At the same time, many people are starting to notice a downside: being always connected can negatively affect attention, social interactions, and mental health.

The deep integration of tech into everyday life has led to digital burnout, where users feel stressed by constant connectivity and the need to always be online. Smartphones, initially tools of power, now cause mental overload because of too many apps competing for users' attention. Research shows features meant to improve our experience, like notifications and social media, can lower well-being and raise anxiety [1].

Consumers are increasingly seeking ways to disconnect, manage screen time, and regain focus, which has led to the digital detox movement. This phenomenon represents **a significant market trend rather than a niche development.** Minimalist phones, for example, increased by 27% from 2023 to 2024, showing that more consumers want less complex devices [2].

Notably, the response to technological overload often involves the introduction of additional technologies, like minimalist phones or apps that block other apps. Companies are selling products by admitting the downsides of digital life, positioning themselves as solutions. This includes accessories; the global phone case market is predicted to increase from $26.3 billion in 2024 to $54.2 billion by 2034, and minimalist Bluetooth speakers have become more popular, showing people want tech that works without being intrusive [2].

To understand the Digital Detox Paradox, it is important to examine consumer psychology. Tech companies have long recognised that capturing attention requires understanding how people think and what concerns them. For instance, the Fear of Missing Out (FOMO) encourages constant checking of social media, while notifications and news feeds keep users online even when they wish to disconnect. People also observe others' behaviour, creating social pressure to stay connected and fostering strong attachment to devices. Normally, ease of use and perceived usefulness drive technology adoption, but with minimalist devices, simplicity and limited features become the most valuable traits. These devices help users reduce distractions, conserve battery life, and focus on what truly matters.

As concerns about constant connectivity and its effects on attention and social interaction grow, more people are looking for ways to spend less time on screens. This trend has several drivers. First, users are realizing that too much phone time can harm mental health, causing anxiety and stress. Second, simpler devices are usually cheaper than high-end smartphones, which appeals to those on a budget. Third, these devices are easier to use, helping people focus better. Finally, many want to cut distractions and pay more attention to the world around them.

Analysis of consumer data reveals interesting demographic patterns in the adoption of minimalist technology, though these patterns also expose significant quality gaps. Products like ultra-thin tempered glass watch screen protectors attract a surprising user base: 61.8% of buyers identify as non-tech savvy individuals, while Apple enthusiasts account for another 9.98%. Similarly, minimalist Bluetooth speakers appeal primarily to casual listeners (45.38%) and home users (22.66%), with home enjoyment and home office use being the primary scenarios [2]. However, despite this broad mainstream appeal – demonstrating that minimalist technology resonates beyond tech-elites – these products face notable quality challenges. Minimalist Bluetooth speakers, despite surging search volumes of 34.6%, maintain average ratings of only 4.15 out of 5, with users reporting issues with Bluetooth connectivity and build quality. Ultra-thin watch screen protectors show consistent growth but face complaints about poor touch sensitivity and durability [2]. This demand-quality gap

presents both a challenge and an opportunity: consumers are eager to embrace minimalist alternatives, but many existing products fail to meet expectations.

This internal conflict – wanting to stay connected while avoiding technological overload – lies at the heart of the Digital Detox Paradox. Consumers seek balance: they value smartphones for their utility but increasingly prioritise mental health and real-world relationships over constant connectivity. This tension drives demand for minimalist alternatives that offer the benefits of technology without its controlling aspects.

Currently, tech companies have a real shot at success if they can create gadgets that are simple and easy for people to use. Users want to make their lives easier and concentrate on the things that really matter to them. Therefore, companies that develop technologies supporting functionality while minimizing distraction may achieve competitive advantages. This phenomenon highlights a contradiction where tech companies now sell products by admitting the bad sides of what they do. In essence, companies commercialise solutions to problems generated by their own business models. Major technology companies that built their business models around maximising user engagement are now introducing digital wellbeing features into their platforms. For example, Apple has Screen Time, and Android has Digital Wellbeing. These features provide users with information about their screen time and allow them to restrict access to specific applications. However, despite their potential benefits, such tools operate within digital ecosystems that continue to encourage prolonged user engagement. The revenue models of these companies remain unchanged. Reports show that people care about digital wellbeing and are willing to spend money on it. The phone case market demonstrates high sales volumes and frequent replacement cycles.

Google Trends analysis provides valuable insights for companies developing minimalist products. Search interest for "minimal phone design" shows intermittent spikes, with peaks reaching values of 53 and 52 in August and December 2025 respectively. More significantly, emerging queries like "simple phone interface" showed a brief spike in December 2025, indicating growing consumer interest in the software experience of minimalist devices rather than just their hardware aesthetics. For product developers, this suggests that investment in user interface and user experience research for simple interfaces could align with emerging consumer preferences. Continuous monitoring of search trends for new related queries can help optimise both product development and marketing strategies. The pricing strategy of minimalist devices carries particular significance for emerging economies. With most minimalist phones priced between $120 and $300, they are substantially more accessible than flagship smartphones that often exceed $1,000 [3]. This affordability factor is crucial in markets like Jordan, where smartphone penetration already exceeds 78% but disposable income may limit access to premium devices. For students, young professionals, and consumers in developing economies, minimalist phones offer a pathway to smartphone ownership without the financial burden of conventional devices. This positions minimalist technology not merely as a lifestyle choice for affluent Western consumers but as a practical solution for global markets where value and durability outweigh feature quantity [2].

Paradoxically, consumers seeking relief from digital overload are turning to the industry that created the problem. This contradiction raises an important question: how did technology companies become both the cause of and the solution to digital distraction?

It is noteworthy that criticism of technology has become profitable within the technology industry. Companies benefit both from capturing user attention and from offering tools designed to reduce digital distraction. Apple, for instance, sells iPhones designed to **maintain user engagement** but also provides Screen Time to control how much you use them. Google sells Android, which is designed to grab your attention, but then offers Digital Wellbeing to help you take back control. In other words, the tech business profits from the problem which is excessive digital content and interaction and also from the solution. Users depend on digital technologies, but they also need protection from them, and they end up paying for both. This situation raises important questions regarding the effectiveness of digital wellbeing tools and whether they represent genuine solutions or primarily marketing strategies. Companies and researchers studying consumer behaviour need to understand this phenomenon so that consumers can make more informed decisions as the market continues to evolve. The implications for companies are significant, and they must consider the future of tech minimalism. For companies in the minimalist and digital wellness area, the strategic direction appears clear, although implementation remains challenging. They need to rethink how they design, sell, and position their products because consumers are increasingly questioning traditional technological values. The minimalist tech market should keep growing. Minimalist smartphones have increased by 27% annually, phone cases will be a $54.2 billion **market** by 2034, and consumer demand for minimalist products continues to grow. But this market will change [2].

The tech industry is moving towards simplicity. Instead of cramming devices with features, the focus will be on perfecting core functionalities. The digital detox paradox manifests differently across cultural contexts. Research on smartphone purchase intentions reveals significant variation in factors influencing consumer decisions across countries. In Indonesia, brand image and perceived quality dominate; in India, social influence and product features take precedence; in Iran, quality consciousness and brand orientation are key. These cultural variations suggest that the minimalist technology trend will likely evolve differently in different markets. In collectivist cultures where social influence heavily shapes purchasing decisions, minimalist phones may face

adoption barriers if they are perceived as different from what peers use. Conversely, in markets with high environmental consciousness, sustainability messaging may resonate more strongly. Understanding these cultural nuances will be essential for companies seeking to expand minimalist technology globally [3].

Recent developments in e-ink screens are expected to improve readability and reduce power consumption while maintaining functional design. Operating systems are projected to become more streamlined, focusing on essential features. Environmental considerations are increasingly influencing product design, including the use of recycled materials and improved repairability. This minimalist approach is likely to extend to other electronics, such as cameras with simplified controls and smart home systems with privacy-focused features.

This shift presents a real opportunity for companies who understand that some consumers want tech that enhances their lives without being intrusive or distracting. They want gadgets that serve a clear purpose and respect their time and attention. Also, simplicity itself will become a luxury so people may pay more for less. The Light Phone offers limited functionality while being relatively expensive, and minimalist speakers cost as much as fancy ones. If getting away from tech is pricey, then only rich people can get that relief. Even with a good outlook, the minimalist tech market could face problems. Everyone has regular smartphones and most applications are designed for them.

The Digital Detox Paradox is both a chance and a warning for businesses, investors, and people. The chance is in meeting the real and increasing need for tech that values our attention spans and minds. The warning is that real answers can turn into fake marketing, and it's hard to create lasting businesses when the big companies don't want true digital wellness. The winners in this area will be the ones who deal with these issues honestly. They will sell items that really help users, talk truthfully about what they do, and create business plans that match what users want. It's not certain if these businesses can do well when they have to compete with huge companies that feed off our attention. But, more and more people want choices, so that shows there's a real chance here. Initial assumptions suggested this was a niche phenomenon that people wanting to go back to old phones. But the more I looked at the numbers – the 27% increase, what's hot on Google, the rising accessory market – the more I saw this is a big change in what people want. This trend reflects not a rejection of technology but a desire for a different mode of engagement with it [1].

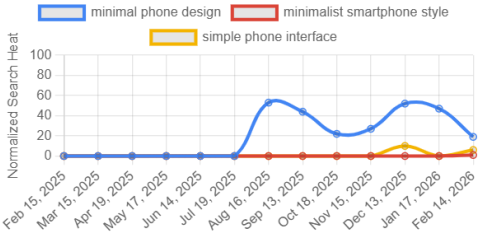


Figure 1 – Global search interest over time for minimalist phone-related.

This paradox highlights both opportunities and challenges in the minimalist technology market, particularly regarding consumer adoption and affordability. This indicates that the market is responding to genuine consumer needs. This suggests that consumer preferences can influence market trends. If everyone decide that more isn't better, companies will listen.

At the same time, this situation highlights a paradox within the technology industry. Companies whose business models have historically depended on capturing and sustaining user attention are increasingly offering tools intended to limit excessive digital engagement. This contradiction raises important questions regarding the effectiveness of digital wellbeing solutions and whether they represent genuine attempts to address digital overload or primarily function as additional market opportunities.

The affordability of minimalist technologies also presents a challenge. Although such devices are designed to reduce distraction and support more focused technology use, their relatively high prices may limit accessibility for certain groups, particularly students and young consumers. As a result, the ability to reduce digital engagement may increasingly become a privilege available mainly to those who can afford alternative devices.

References:

1. The Paradox of Technology: Negativity Bias in Consumer Adoption of Innovative Technologies / Darius-Aurel Frank, Polymeros Chrysochou, Panagiotis Mitkidis // Psychology & Marketing. – 2023. – Vol. 40, no. 3. – P. 554–566. – URL: https://doi.org/10.1002/mar.21740 (date of access: 03.03.2026).

2. 2025 Minimal Phone Trends: Simplicity, Privacy & Sustainability Insights [Internet]. – [Б. м.], 2026. – URL: https://www.accio.com/business/trends-of-minimal-phone (date of access: 03.03.2026).

3. The Influence of Consumer Awareness in the Digital Era on the Selection of Smartphones: A Study among Jordanian University Students / Sami Alsmadi, Khaled Qassem Hailat, Saleh Bazi, Hadeel B. al-Haddad // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, no. 4. – e25635. – URL: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25635 (date of access: 03.03.2026).

UDC 659.13:366.12

222. THE IMPACT OF SOCIAL COMMERCE (SALES THROUGH STREAMS) ON IMPULSIVE PURCHASING BEHAVIOR

Morozova I.D., Yurchenko V.E., students of the gr. 578104

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Babak L.M. – Lecturer

Annotation. Live-stream shopping on social media is presented as a factor that intensifies impulsive consumer behavior. The role of modern IT tools – such as recommendation algorithms and real-time notifications–in increasing the likelihood of unplanned purchases is emphasized. Examples of platform strategies that create urgency and heighten emotional engagement are provided. The potentially manipulative nature of these mechanisms and the ethical risks associated with them are examined. The need for more responsible digital platform design to reduce unnecessary consumer spending is highlighted.

Keywords. Social commerce, live stream shopping, impulsive buying, IT technologies, recommendation algorithms, design, real time interaction, data manipulation, digital platforms, consumer behavior.

The rapid development of social commerce in recent years has fundamentally transformed the structure of the digital economy, turning online platforms into complex technological ecosystems built on recommendation algorithms, real time analytics, and interactive streaming technologies. What once appeared to be a simple combination of online stores and social networks has evolved into a highly optimized environment designed to influence user behavior.

The advertising model used by network switches for monetization is already quite common. However, advertisers always face the problem of losing some customers when they click through from a branded social media page to a company's website for purchases. Selling within social networks has become a viable and active option for advertisers. It's worth noting that the term "social commerce" was coined by Yahoo! in 2005 and was associated with the socialization of existing sales tools, for example, through the ability to share content between customers and creating wish lists.

Modern IT infrastructures not only expand the possibilities of online retail but also significantly increase consumers' susceptibility to impulsive purchases, highlighting the need to analyze the mechanisms underlying this phenomenon [1]. Livestream commerce has become not merely a new sales format but a space where human psychological characteristics and technological tools interact in such a way that the boundary between voluntary choice and manipulation becomes increasingly blurred.

The rise of mobile internet access among young people aligns well with their tendency toward impulse buying. Younger generations are more likely to make impulse purchases (according to researchers, 35 % of purchases are impulse purchases for customers aged 18 to 34 and 15 % for those aged 65+). Figure 1 presents the statistics of impulsive purchases.

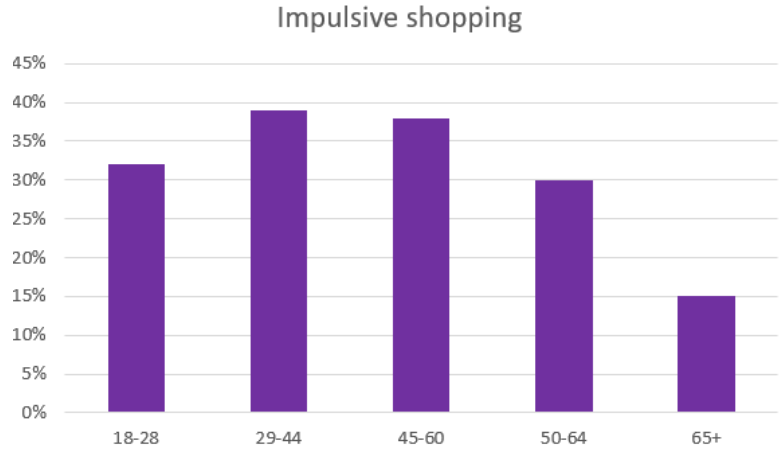


Figure 1 – Impulsive purchases statistics

Impulsive consumption during livestreams emerges under the influence of two interconnected groups of factors – psychological and technological. Psychological mechanisms determine how users perceive and process information in the highly dynamic environment of live broadcasts. One of the key factors is cognitive overload: the constant flow of comments, animations, visual effects, and countdown timers reduces an individual's ability to evaluate information rationally. Under conditions of limited cognitive resources, users rely more heavily on emotional reactions and quick heuristic decisions, making them particularly vulnerable to unplanned purchases. The effect of "momentary presence" also plays a role as it may reduce critical thinking

and increases trust in what is happening on screen. This sense of immersion is further reinforced by the real time nature of livestreams, which creates a psychological pressure to act quickly and remain engaged.

Social proof is another powerful psychological stimulus. Messages such as “1,200 people bought this in the last 10 minutes” create a sense of mass approval, while parasocial relationships with charismatic hosts generate trust comparable to interpersonal relationships. The host is perceived not as a salesperson but as a familiar figure whose opinion seems sincere and credible. In one documented case, an algorithm repeatedly recommended streams from a particular influencer with whom a viewer had developed an emotional attachment, resulting in spontaneous spending of more than $300. Gamified elements – spinning wheels, sudden discounts, “mystery boxes” – further activate the brain’s reward system and shift attention from the product’s actual utility to the emotional excitement of obtaining a perceived special deal [2]. These elements create the perception of reward, even though they primarily serve as tools for stimulating purchases. The psychological impact of such mechanisms is comparable to that of gambling environments, where unpredictability and intermittent rewards reinforce impulsive behavior.

Another important psychological factor is the reduction of perceived financial risk. Livestream platforms often integrate seamless payment systems, one click purchasing, and digital wallets, which make the act of spending feel abstract and less consequential. When the payment process is frictionless, users are less likely to reflect on the long-term implications of their decisions. This effect is amplified by the temporal pressure created by countdown timers and limited time offers, which encourage users to prioritize immediate gratification over rational evaluation.

Technological factors amplify psychological ones by creating a structurally manipulative environment [3]. One of the most common tools is the use of dark patterns – interface elements intentionally designed to steer users toward purchases. Artificial scarcity (“only 2 units left”), aggressive countdown timers, and exaggerated discount claims exploit fear of missing out and distort time perception. These elements create the impression that a decision must be made immediately or the opportunity will be lost. Algorithmic personalization further strengthens these mechanisms: machine learning systems analyze user behavior, identify those most prone to impulsive purchases, and promote content containing strong emotional or urgency-based triggers. As a result, each user receives an individually tailored set of stimuli that maximizes the likelihood of making a purchase.

Automated social signals also play an important role. Notifications such as “Anna from Germany just bought this” may be generated by bots, yet they create the illusion of high activity and social momentum. The user feels immersed in a dynamic community where purchases are constantly being made, which reduces their ability to analyze the situation independently. The opacity of algorithmic decision making makes these processes even more problematic, as users cannot understand why they see certain offers or how personalized their content truly is. Consequently, an environment emerges in which consumer behavior is predicted, analyzed, and directed in real time without the user’s awareness. Figure 2 depicts impulse buying decisions.

Figure 2 – An example of impulse buying decisions

Another technological factor is the integration of cross platform behavioral tracking. Livestream platforms collect extensive data on user preferences, viewing patterns, interaction history, and even micro behaviors such as hesitation before clicking a button. This data is used to build predictive models that estimate the likelihood of impulsive purchasing. When the system detects behavioral cues associated with impulsivity – such as rapid scrolling, repeated viewing of similar products, or engagement with limited time offers – it adjusts the content feed to increase exposure to persuasive stimuli. This creates a feedback loop in which impulsive tendencies are not only exploited but reinforced.

The combination of psychological and technological factors creates a significant ethical challenge. Personalization, which could theoretically improve user experience, becomes a tool for exploiting cognitive biases [4]. The line between recommendation and manipulation becomes increasingly blurred, and the

consequences extend beyond individual regret. High return rates typical of livestream purchases generate logistical and environmental burdens, while the constant optimization of engagement metrics encourages platforms to intensify manipulative practices, forming a cycle that benefits the platform but harms the consumer. Moreover, such mechanisms may contribute to the development of dependency like behavior, where users return to streams not for the sake of purchasing but for emotional engagement. This raises broader concerns about digital wellbeing and the long-term psychological effects of constant exposure to persuasive technologies.

Despite these challenges, there are ways to make livestream commerce more ethical and consumer – oriented. At the platform level, it is possible to increase transparency around recommendation algorithms and introduce friction-based design elements such as additional confirmation steps before checkout, and develop tools to support – spending limits, reminders about previous purchases, and the option to disable fast checkout. Platforms can also implement mechanisms that help users evaluate their actions more consciously, such as displaying a history of impulsive purchases or issuing warnings about excessive activity. Introducing “cool down periods” before completing a purchase could further reduce impulsive behavior by encouraging reflection.

At the user level, digital self-regulation strategies can be effective: disabling one click purchasing, using browser extensions that block dark patterns, setting personal financial limits, and practicing a deliberate pause before making a purchase to reduce the influence of urgency cues. Improving digital literacy is equally important, as many users do not realize how strongly interface design affects their decisions. Learning to recognize manipulative interface elements may reduce the likelihood of impulsive purchases. Additionally, understanding the psychological mechanisms behind livestream commerce – such as social proof, scarcity, and reward-based stimulation – can empower users to make more informed decisions [5].

The phenomenon of livestream commerce demonstrates how deeply digital technologies can shape human behavior. Algorithms become not just tools but active participants in shaping users’ desires and reactions. In such an environment, it is especially important to preserve the ability to pause and reflect – that brief moment when a person can consider the real value of a purchase. A sustainable digital economy must be built not on suppressing this moment of awareness but on supporting it. The degree to which platforms and users consciously approach this transition will determine whether livestream commerce becomes a tool for progress or a new form of dependency.

In conclusion, improving the sales conversion rate requires not only enhancing the technical, organizational, and content aspects of the stream but also creating conditions in which customers make more informed purchasing decisions, while the business reduces unnecessary expenses in logistics and overall economic processes. Optimizing the digital platform ensures stable access to product information, helping viewers better understand product features and avoid impulsive purchases that often lead to returns and additional shipping costs. Specialists’ competence ensures that the audience receives accurate, clear, and structured information about the product, encouraging a more thoughtful approach to buying and reducing the likelihood of choosing the wrong item. A well-executed product demonstration, emphasis on real advantages, and transparency of characteristics allow customers to assess in advance whether the product suits their needs, which decreases the number of returns and reduces the logistical burden. High-quality and informative content helps the audience navigate the assortment, understand the value of the product, and make decisions based on real needs rather than emotional impulses. As a result, the share of conscious purchases increases, unnecessary costs related to returns, reshipping, and storage decrease, and the overall economic efficiency of the sales chain improves.

References:

1. Huang, Z., & Benyoucef, M. (2013). From e-commerce to social commerce: A close look at design features. Electronic Commerce Research and Applications (date of access: 26.02.2026).

2. Sheruly, I., & Koentary, A. S. S. (2023). The effect of parasocial relationship on online impulsive buying tendency: Exploring the role of financial literacy and selfcontrol. TAZKIYA Journal of Psychology: [website]. – URL: https://journal.uinjkt.ac.id/tazkiya/article/view/31281 (date of access: 26.02.2026).

3. Mattia, G., Di Leo, A., & Principato, L. (2021). Online Impulse Buying and Cognitive Dissonance: Examining the Effect of Mood on Consumer Behaviour. Springer International Publishing (date of access: 26.02.2026).

4. Reis, J. L., Peter, M. K., Varela González, J. A., & Bogdanović, Z. (Eds.). (2023). Marketing and Smart Technologies: Proceedings of ICMarkTech 2022 (Vol. 1). Springer Nature Singapore (date of access: 26.02.2026).

5. Аналитическая группа NielsenIQ (2017). Understanding Today’s Omnishopper: [website]. – URL: https://www.nielsen.com/us/en/insights/article/2017/understandingtodays-omnishopper (date of access: 26.02.2026).

UDC 004.8:504

223. THE ENVIRONMENTAL COST OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LARGE-SCALE COMPUTING

Danchenko O.A., student of the gr. 521901, Omelyanchuk A.V., student of the gr. 521701

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Yeliseyeva V.A. - Senior Lecturer, Master of Arts

Annotation. The rapid development of artificial intelligence and cloud computing has significantly increased demand for computational resources and data centre infrastructure. This study examines the environmental impact of large-scale computing, focusing on energy consumption, carbon emissions, water usage, and electronic waste. It analyses statistical evidence to estimate the ecological costs of training and operating machine learning models. Particular attention is given to growing computational demands and global infrastructure expansion. The paper also discusses strategies for improving sustainability, including algorithm optimisation, renewable energy use, and advances in data centre design.

Keywords. artificial intelligence, machine learning, data centres, energy consumption, carbon emissions, large-scale computing, sustainability, green computing.

During the last decade artificial intelligence has become one of the most rapidly developing technological fields. Machine learning systems are now widely applied in medical diagnostics, logistics optimisation, natural language processing, financial forecasting, industrial automation, and scientific research. These technologies are capable of analysing vast quantities of information and identifying patterns that are difficult for humans to detect. As a result, artificial intelligence is increasingly considered a fundamental component of modern digital infrastructure. However, the rapid expansion of artificial intelligence capabilities has required the development of increasingly powerful computing systems. Large technology companies and research institutions invest substantial financial resources in the construction of new data centres and high-performance computing facilities. These infrastructures allow complex machine learning models to be trained and deployed at a global scale. Although the technological advantages of artificial intelligence are widely recognised, its environmental consequences have only recently become a subject of systematic scientific investigation. Artificial intelligence relies on large-scale computational processes that require substantial energy resources. Training advanced neural networks involves processing extremely large datasets through millions or even billions of mathematical operations. This process requires specialised hardware operating continuously for long periods of time. Consequently, the environmental cost of artificial intelligence is increasingly associated with energy consumption, greenhouse gas emissions, water usage for cooling systems, and the generation of electronic waste. For this reason, many researchers emphasise the importance of evaluating the sustainability of artificial intelligence development in order to minimise its environmental impact.

One of the most significant environmental factors associated with artificial intelligence is electricity consumption. Training modern machine learning models requires specialised processors such as graphics processing units (GPUs) and tensor processing units (TPUs). These processors are designed to perform large numbers of parallel mathematical calculations and therefore require substantial electrical power. In large data centres thousands of such processors operate simultaneously in order to accelerate complex computational tasks. Global demand for cloud computing services has increased considerably as artificial intelligence technologies become integrated into commercial platforms, digital assistants, recommendation systems, and automated decision-making tools. According to the International Energy Agency, global data centres consumed approximately 460 terawatt-hours of electricity in 2022, which represents around two percent of global electricity demand [1]. This level of consumption is comparable to the annual electricity usage of entire industrialised countries. Although improvements in hardware efficiency have partially compensated for the growing demand for digital services, the total energy consumption of global computing infrastructure continues to increase.

The training phase of artificial intelligence models is particularly energy intensive. During this stage algorithms repeatedly process large datasets in order to optimise the parameters of neural networks. Researchers analysing the environmental impact of machine learning estimated that training a large natural language processing model can generate approximately 284 tons of carbon dioxide equivalents depending on the carbon intensity of electricity production [2]. Such emissions are comparable to the lifetime carbon footprint of several passenger vehicles. Furthermore, the size and complexity of machine learning models have increased dramatically during the past decade.

Contemporary large language models often contain hundreds of billions of parameters, which significantly increases computational requirements and energy consumption. Another environmental issue associated with artificial intelligence involves the physical infrastructure of data centres. Artificial intelligence systems require large facilities that contain thousands of high-performance servers and network systems. These devices generate considerable amounts of heat during operation because electrical energy is partially

converted into thermal energy. In order to maintain safe operating temperatures and prevent hardware damage, data centres employ complex cooling systems. Cooling infrastructure represents a substantial portion of the total energy consumption of computing facilities. Studies indicate that cooling processes may account for up to forty percent of the total electricity usage of a typical data centre [3]. Various cooling technologies are currently employed, including air-based cooling systems, chilled water circulation, and advanced liquid cooling solutions. Improvements in cooling efficiency can therefore significantly reduce the environmental impact of computing infrastructure. In addition to electricity consumption, data centres frequently require large volumes of water for cooling operations. Many facilities rely on evaporative cooling technologies in which water absorbs heat generated by electronic equipment. This process allows thermal energy to be dissipated efficiently but also results in significant water consumption.

Research published in **the journal** Nature Climate Change indicates that the training of large artificial intelligence models can indirectly require hundreds of thousands of liters of freshwater depending on the cooling technology and climatic conditions of the data centre location [4]. In regions experiencing water scarcity, such demand may contribute to environmental stress on local water resources. The environmental consequences of artificial intelligence are also related to the production and disposal of specialised computing hardware. Machine learning systems rely heavily on high-performance processors designed specifically for parallel computation. Technological progress in semiconductor engineering occurs rapidly, and new generations of processors frequently provide significantly higher performance than previous versions. As a result, computing equipment becomes technologically obsolete relatively quickly. Large technology companies periodically replace outdated servers with more efficient hardware in order to maintain competitive performance levels. This process contributes to the global problem of electronic waste. According to the Global E-Waste Monitor produced by the United Nations University, more than 53 million tonnes of electronic waste were generated worldwide in 2019, and the volume of such waste continues to grow annually [5]. Although artificial intelligence infrastructure represents only a portion of global electronic waste, the rapid expansion of computing capacity increases the rate at which electronic components are discarded. Despite these environmental challenges, researchers and technology companies have proposed several strategies aimed at reducing the ecological footprint of artificial intelligence systems, including algorithm optimisation and the use of renewable energy in data centres. One important direction involves improving the efficiency of machine learning algorithms. Techniques such as model pruning, parameter sharing, and knowledge distillation allow neural networks to be simplified while preserving their functional capabilities. By reducing the number of parameters and computational operations required for training, such methods can significantly decrease electricity consumption. Experimental research demonstrates that optimised machine learning models can require several times less computational power while maintaining similar levels of accuracy [6]. In addition to algorithmic improvements, researchers also investigate methods for developing specialised hardware architectures designed specifically for energy-efficient artificial intelligence computation. The development of more efficient processors may reduce the environmental impact of future artificial intelligence systems. Another important strategy involves the use of renewable energy sources in data centre operations. Several major technology companies have invested heavily in renewable electricity generation in order to reduce the carbon footprint of their computing infrastructure. Google reported that its global data centre operations have matched one hundred percent of electricity consumption with renewable energy purchases since 2017 [7]. Similar initiatives have been announced by other companies operating large cloud computing platforms. Renewable energy sources such as wind and solar power can significantly reduce greenhouse gas emissions associated with artificial intelligence workloads. However, the integration of renewable energy into computing infrastructure also presents technical challenges. Renewable energy production is often intermittent and depends on weather conditions. Consequently, reliable energy storage systems and flexible grid management strategies are required in order to ensure stable electricity supply for data centres. Another important area of research focuses on improving the architectural design of data centres. Modern facilities increasingly employ advanced cooling technologies such as liquid cooling systems, immersion cooling methods, and heat recovery mechanisms. These technologies allow thermal energy generated by computing equipment to be dissipated more efficiently than traditional air cooling solutions.

Artificial intelligence technologies themselves can also contribute to improving data centre efficiency. Machine learning algorithms can analyse operational data from computing facilities and automatically adjust parameters such as server workload distribution, cooling system intensity, and power management settings. Such optimisation methods allow energy consumption to be reduced without compromising computational performance. The efficiency of data centres is commonly evaluated using the Power Usage Effectiveness metric, which represents the ratio between total facility energy consumption and the amount of electricity used directly by computing equipment. The structure of this metric and the distribution of energy consumption in data centre infrastructure are illustrated in Figure 2.

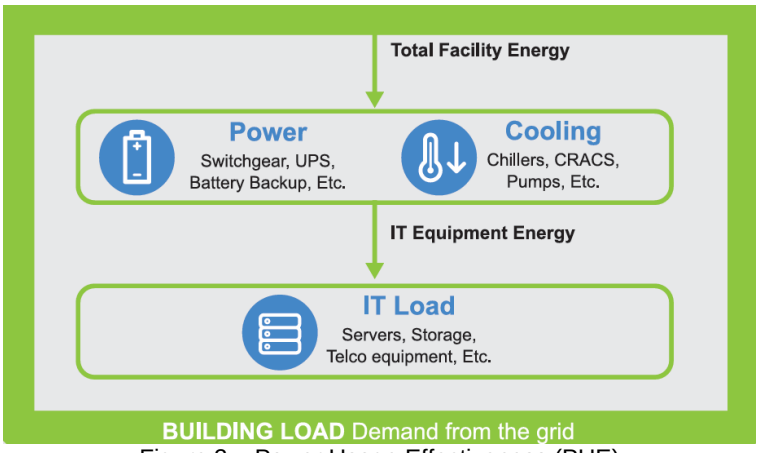


Figure 2 – Power Usage Effectiveness (PUE)

Early data centres constructed in the 2000s often had PUE values close to 2.0, indicating that a large portion of consumed electricity was required for cooling and other supporting infrastructure. Modern facilities have achieved significantly lower PUE values, often approaching 1.5 or even lower in highly optimised environments [1]. Continued improvements in infrastructure design may therefore reduce the environmental impact of large-scale computing. Government policies and regulatory initiatives may also influence the sustainability of artificial intelligence technologies. Several countries have introduced energy efficiency standards for digital infrastructure and have encouraged the adoption of renewable energy in data centre construction. Researchers also suggest the introduction of transparency requirements that would obligate organisations to report the computational resources and carbon emissions associated with training artificial intelligence models [2]. Such transparency may encourage developers to design more efficient algorithms and discourage unnecessary large-scale computational experiments.

The environmental cost of artificial intelligence and large-scale computing represents a complex and multidimensional challenge. Artificial intelligence technologies rely on extensive computing infrastructure that requires substantial electricity consumption, sophisticated cooling systems, large quantities of water, and specialised electronic hardware. Empirical studies demonstrate that the training of large machine learning models can generate significant greenhouse gas emissions and consume considerable natural resources. At the same time, technological progress provides several opportunities for reducing the environmental impact of artificial intelligence. Improvements in algorithmic efficiency, the development of energy-efficient hardware, the integration of renewable energy sources, and the optimisation of data centre architecture may significantly decrease the ecological footprint of large-scale computing systems. Furthermore, artificial intelligence itself can be applied to improve energy efficiency and support environmental monitoring. It can therefore be stated that the environmental sustainability of artificial intelligence will depend on the balance between technological growth and responsible resource management. Continued interdisciplinary research involving computer scientists, environmental researchers, and energy engineers will be essential for ensuring that artificial intelligence development remains compatible with the principles of sustainable technological progress.

References:

1. International Energy Agency. Data Centres and Data Transmission Networks – Analysis. – *Paris : International Energy Agency, 2023. – URL: https://www.iea.org/energy-system/digitalisation/data-centres-and-data-transmission-networks (date of access: 12.03.2026).*

2. Strubell, E. Energy and policy considerations for deep learning in NLP / E. Strubell, A. Ganesh, A. McCallum // Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. – *Florence : ACL, 2019. – P. 3645–3650. – URL: https://aclanthology.org/P19-1355/ (date of access: 12.03.2026).*

3. Shehabi, A. United States Data Centre Energy Usage Report / *A. Shehabi, S. Smith, D. Sartor et al. – Berkeley : Lawrence Berkeley National Laboratory, 2016. – URL: https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/lbnl-1005775_v2.pdf (date of access: 12.03.2026).*

4. Li, P. The carbon and water footprint of large AI models / P. Li, J. Yang, M. Islam // Nature Climate Change. – *2022. – Vol. 12. – URL: https://www.nature.com/articles/s41558-022-01385-5 (date of access: 12.03.2026).*

5. United Nations University. The Global E-Waste Monitor. – *Bonn : United Nations University, 2020. – URL: https://ewastemonitor.info/ (date of access: 12.03.2026).*

6. Patterson, D. Carbon emissions and large neural network training / D. Patterson, J. Gonzalez, Q. Le et al. – arXiv preprint, *2021. – URL: https://arxiv.org/abs/2104.10350 (date of access: 12.03.2026).*

7. Google. Environmental Report and Carbon-Free Energy Progress. – *Mountain View : Google LLC, 2022. – URL: https://www.google.com/environment/ (date of access: 12.03.2026).*

8. Growth in data centre energy consumption *[diagram]. – Paris : International Energy Agency, 2023. – 1 fig. – URL: https://www.iea.org/energy-system/digitalisation/data-centres-and-data-transmission-networks (date of access: 12.03.2026).*

9. Power Usage Effectiveness (PUE) *[infographic]. – Portland : The Green Grid, 2017. – 1 fig. – URL: https://www.thegreengrid.org/system/files/store/TGGInfographicPUEvF.pdf (date of access: 12.03.2026).*

UDC [004:81’246.3] +339.138(476)

224. TECHNOLOGICAL DIMENSIONS OF CODE-SWITCHING: IT TOOLS FOR MULTILINGUAL BRAND COMMUNICATION IN BELARUS

Orlenko P. A., student of the gr. 577601

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ukrainets N. G. - Senior Lecturer

Annotation. This paper explores the technological dimensions of code-switching in multilingual brand communication, focusing on Belarus as a case study. In a country where Belarusian, Russian, and English coexist in public discourse, code-switching has become a strategic marketing tool. Information technologies such as Natural Language Processing (NLP), Big Data analytics, AI-driven platforms, and social media algorithms amplify the effectiveness of multilingual communication. The article analyses theoretical foundations, practical applications, advantages, challenges, and future perspectives, demonstrating how IT transforms code-switching from a linguistic phenomenon into a strategic instrument of digital marketing.

Key words. Code-switching, multilingual marketing, Belarus, NPL, AI, brand communication.

Globalisation has intensified the need for brands to engage multilingual audiences. Code-switching is increasingly recognised as a strategic marketing instrument that enhances persuasion among bilingual consumers [1]. In Belarus, the coexistence of Belarusian and Russian, alongside English in global branding, creates fertile ground for IT-driven multilingual communication. The aim of this paper is to demonstrate how information technologies strengthen code-switching as a marketing strategy in Belarus.

Code-switching refers to the spontaneous alternation between languages within a conversation, often reflecting cognitive and cultural dynamics [2]. Its linguistic roots lie in bilingualism studies, but in marketing, it functions as a tool for identifying formation and audience segmentation.

In Belarus, language choice is deeply tied to identity. Belarusian brands often combine Russian with English to signal modernity while retaining cultural authenticity [3]. For example, slogans such as “Будзь онлайн – Stay connected” used by A1 Belarus illustrate how code-switching reinforces both national identity and global relevance.

1. Information Technologies as Drivers of Code-Switching

The rise of digital technologies has transformed code-switching from a spontaneous linguistic phenomenon into a deliberate marketing strategy. Different languages coexist in everyday communication, information technologies provide the infrastructure for brands to deploy multilingual content effectively.

NLP (Natural Language Processing) enables automatic adaptation of brand messages to different languages and cultural contexts [3]. For Belarusian companies, this means that advertising slogans or product descriptions can be dynamically adjusted depending on whether the consumer prefers Russian, Belarusian, or English. For example, e-commerce platforms such as 21vek.by use NLP-driven translation tools to ensure that banners resonate with diverse audiences while maintaining stylistic consistency.

Big Data analytics allows marketers to identify audience preferences and predict reactions to mixed-language communication [2]. In Belarus, where generational divides influence language choice, Big Data helps companies understand which demographics respond positively to English integration and which prefer local languages. Retailers can analyse browsing histories and purchase patterns to determine when code-switching enhances engagement and when it risks alienating consumers.

AI-powered marketing platforms further extend these capabilities. They generate personalised multilingual content, embedding code-switching dynamically into campaigns. For instance, Belarusian fashion brand Mark Formelle uses AI-driven recommendation systems that mix Russian product descriptions with English stylistic cues such as Street Style or New Collection. This hybrid approach appeals to younger consumers who associate English with global culture while maintaining accessibility for local audiences.

Social media algorithms also play a decisive role. Platforms such as Instagram and TikTok use IT-driven segmentation to deliver multilingual content tailored to user profiles. Social media algorithms enhance segmentation, delivering multilingual content tailored to user profiles [4]. This ensures that code-switching is not random but strategically targeted to maximise engagement.

Moreover, the integration of cloud computing and marketing automation platform significantly enhances the scalability of code-switching strategies. Cloud-based computing infrastructures allow companies to process large volumes of multilingual data in real time, ensuring consistent communication across various digital channels. Marketing automation tools further enable the synchronisation of multilingual content delivery, allowing brands to maintain coherence in their messaging while adapting to diverse linguistic audiences. As a result, code-switching becomes not only a linguistic or cultural practice but also a technologically optimised process embedded in digital ecosystems.

2. Practical Applications in BelarusThe practical use of code-switching in Belarusian marketing demonstrates how information technologies enable brands to strategically combine languages to appeal to diverse audiences. Several Belarusian companies illustrate how IT-driven multilingual communication strengthens brand identity and expands consumer reach.

Banking and Financial Services (Alfa-Bank Belarus)

Alfa-Bank integrates English terminology such as Cashback, Online Banking and Digital Card into its Russian- and Belarusian-language campaigns. Mobile applications and push notifications often mix Russian with English financial terms, signaling modernity and global integration while maintaining trust among local consumers.

Digital Media and E-Commerce (Onliner)

Onliner, one of Belarus's most popular online platforms, frequently uses English in its technology and lifestyle sections. Headlines and product reviews often incorporate English words like Smartphone, Update, or Streaming, alongside Russian or Belarusian text. Social media algorithms and SEO optimisation ensure that this bilingual content reaches both domestic readers and international audiences.

Retail and Bookstore Chain (OZ)

OZ, a major Belarusian retailer and bookstore, employs code-switching in its online store and advertising campaigns. Russian-language product descriptions are often paired with English labels such as Bestseller or New Arrival. IT tools as recommendation systems and targeted advertising allow OZ to personalize offers, embedding English cues for younger, globally oriented consumers while retaining Russian and Belarusian for traditional audience.

Cosmetics and Beauty Industry (Belita-Vitex)

Belita-Vitex, a leading Belarusian cosmetics brand, integrates English descriptors such as Anti-Age, Skin Care, and Natural Formula into packaging and digital campaigns. This bilingual branding is supported by IT-driven design tools and consumer analytics, which help the company align with international standards while retaining local cultural resonance.

Health and Wellness (Flo)

Flo, a Belarus-founded health-tech company now operating globally, uses code-switching extensively in its app and marketing. While the app provides Russian-language support for local users, English dominates product names, features, and international campaigns. AI-driven personalisation ensures that users receive health notifications in their preferred language, while global branding remains.

Beyond these examples, Belarusian companies increasingly use mobile apps, loyalty programs, and email marketing with automated code-switching. Retailers embed English terms such as Bonus Card or Discount into Russian-language notifications, while AI-driven recommendation systems personalise offers based on consumer behaviour. Similarly, push notifications in e-commerce platforms dynamically switch languages depending on user location, ensuring that international customers receive English-language updates while domestic users see Belarusian or Russian.

These examples demonstrate how Belarusian companies strategically employ IT tools to embed code-switching into brand communication. By leveraging NLP, AI personalisation, social media algorithms, and Big Data analytics, brands in Belarus can maintain linguistic authenticity while appealing to global audiences. The result is a hybrid communication strategy that strengthens brand identity, expands consumer reach, and aligns Belarusian marketing with international digital practices.

3. Advantages and Challenges of code-switching

Code-switching increases consumer engagement, expands audience reach, and strengthens brand identity [1]. Information technologies amplify these dynamics by enabling brands to deploy code-switching more effectively, but they also introduce new complexities.

Advantages

One of the most evident advantages is higher engagement rates in multilingual campaigns. Consumers are more likely to interact with advertisements that reflect their linguistic preferences. For example, Belarusian youth respond positively to campaigns that integrate English phrases, associating them with modernity and global culture. Retailers have successfully increased click-through rates during international shopping events by embedding English terms like Black Friday into Russian-language promotions.

Another advantage is the expansion of audience reach across linguistic groups. By employing code-switching, Belarusian companies can simultaneously appeal to Russian-speaking consumers, Belarusian speakers, and globally oriented audiences who expect English integration.

A third advantage is the reinforcement of brand identity through cultural authenticity. Brands that skillfully combine Belarusian or Russian with English signal both national pride and global relevance. For instance, different campaigns strengthen brand's identity as a traditional Belarusian company while positioning its products as internationally competitive. Code-switching in product branding increases consumer perception of quality and global competitiveness [5].

Challenges

Despite these advantages, several challenges complicate the use of code-switching in Belarusian marketing. Cultural differences may lead to misinterpretation. While younger audience embraces English integration, older consumers may perceive it as unnecessary or even alienating. For example, campaigns that heavily rely on English terminology risk being dismissed by monolingual Belarusian or Russian speakers who prefer traditional linguistic forms.

Ethical concerns regarding data privacy in AI-driven personalisation also pose risks. Big Data analytics, which enable companies to predict consumer reactions to multilingual campaigns, rely on extensive data collection. In Belarus, as elsewhere, consumers are increasingly aware of privacy issues, and excessive personalisation may lead to distrust. The use of AI in marketing raises questions about transparency, consent, and the ethical boundaries of consumer profiling [6].

Finally, there is the risk of alienating monolingual consumers. While English integration appeals to younger audiences, older Belarusian consumers may perceive it as confusing or unnecessary. For instance, a campaign that mixes Russian with English may succeed in urban centers like Minsk but fail to resonate in rural areas where monolingual Belarusian speakers dominate. This highlights the importance of tailoring code-switching strategies to specific demographic and geographic contexts.

4. Future Perspectives

The integration of code-switching with generative AI opens new horizons for multilingual brand communication [5]. As artificial intelligence becomes more sophisticated, Belarusian companies will be able to design campaigns that not only switch between languages but also adapt tone, style, and cultural references in real time. Generative AI systems can create advertisements that seamlessly blend Belarusian, Russian, and English, ensuring that each consumer receives a message tailored to their linguistic and cultural background.

For Belarusian brands, digital transformation offers opportunities to expand globally while maintaining linguistic authenticity. Global brands increasingly view multilingualism not as a barrier but as a competitive advantage in digital markets [4]. Belarusian companies can leverage this trend by positioning themselves as culturally authentic yet internationally competitive. For instance, they could use AI-driven campaigns to highlight Belarusian heritage while embedding English descriptors that resonate with international audience.

Finally, ethical and cultural considerations will shape the future of code-switching. While AI offers unprecedented personalisation, Belarusian companies must balance innovation with respect for linguistic identity and privacy. The challenge will be to ensure that code-switching enhances inclusivity rather than creating divisions between monolingual and multilingual consumers.

5. State regulation of code-switching

State control over code-switching in marketing is often implemented through language policy instruments aimed at preserving linguistic balance in the public sphere. In Belarus, where both Belarusian and Russian have official status, regulatory frameworks may encourage or mandate the use of national languages in advertising and branding. This approach prevents the marginalisation of local languages under the pressure of global English and ensures that multilingual communication remains inclusive and accessible to all social groups. As a result, code-switching is not entirely market-driven but operates within boundaries shaped by national language priorities.

Another important dimension of state regulation involves standardisation and compliance mechanisms. Government bodies and supervisory agencies may issue guidelines that define acceptable forms of multilingual communication, including requirements for clarity, accuracy, and non-discrimination in advertising content. In this context, excessive or inappropriate code-switching that may confuse consumers or misrepresent information can be subject to legal restrictions. Thus, the state acts as a guarantor of information quality, ensuring that multilingual marketing does not compromise consumer understanding or trust.

Finally, governments may also support and stimulate the development of multilingual technologies through innovation policies and educational initiatives. Public investments in Natural Language Processing (NLP), especially for underrepresented languages such as Belarusian, help reduce technological gaps and improve the quality of automated translation and content adaptation. By fostering cooperation between academic institutions, IT companies, and the state, such policies contribute to the creation of more inclusive digital ecosystems, where code-switching becomes not only a marketing strategy but also a reflection of technological and cultural development.

References:

1. Luna, D., & Peracchio, L. A. Advertising to Bilingual Consumers: The Impact of Code-Switching on Persuasion // Journal of Consumer Research. — JSTOR.

2. Cedden, G., Meyer, P., Özkara, B., & von Stutterheim, C. The "Code-Switching Issue": Transition from (Socio)Linguistic to Cognitive Research. — Cambridge: Cambridge University Press, 2024.

3. GitHub. Code-Switching Research Resources [website]. — URL: https://github.com/gentaiscool/code-switching-papers (дата обращения: 02.03.2026).

4. Day Translations. Code-Switching in Global Advertising [website]. — URL: https://www.daytranslations.com/blog/code-switching-advertising (дата обращения: 02.03.2026).

5. Oxford Academic. Advertising to Bilingual Consumers [website]. — URL: https://academic.oup.com/jcr/article/27/4/420/1795683 (дата обращения: 02.03.2026).

6. Kotler, P., & Keller, K. Marketing Management. — New York: Pearson Education.

UDC 004.8:378.146

225. MODELS AND TOOLS FOR AUTOMATION OF QUALITY CONTROL IN EDUCATIONAL ASSIGNMENT ASSESSMENT

Pakutnik D.V., Master's degree student, gr. 526441

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pristupa N.N. – PhD in Philology, Associate Professor

Annotation. This paper analyzes models and tools for automating quality control in educational assessment. It reviews rule-based systems, machine learning, and natural language processing approaches, and examines LMS-integrated solutions and their effectiveness. Key challenges include algorithmic bias, assessing creative work, and ensuring transparency. The study shows that hybrid approaches combining automated assessment with human oversight provide the most effective and reliable results for modern higher education systems.

Keywords. automated assessment, quality control, educational technology, machine learning, natural language processing.

The rapid expansion of higher education globally has created unprecedented challenges for educational institutions seeking to maintain assessment quality while managing increasing student numbers. Traditional manual grading approaches, while offering pedagogical benefits through personalized feedback, face significant scalability constraints that threaten the integrity of educational evaluation processes. According to recent research, automated grading systems can reduce assessment time by up to 80 % while maintaining accuracy levels comparable to human evaluators [1]. This transformation has prompted educators and administrators to explore automated solutions that preserve assessment quality while addressing operational efficiency concerns.

Quality control in educational assessment encompasses multiple dimensions including reliability, validity, fairness, and transparency. These dimensions ensure that evaluation outcomes accurately reflect student learning and maintain stakeholder confidence in educational credentials. Automated assessment systems must address each dimension while providing the scalability benefits that motivate their adoption. The integration of artificial intelligence and machine learning technologies has significantly expanded the capabilities of these systems, enabling assessment of increasingly complex assignment types beyond traditional multiple-choice questions.

This paper presents a comprehensive analysis of models and tools for automating quality control in educational assignment assessment. We examine the theoretical foundations of automated assessment, review current technological implementations, and identify emerging trends that will shape future developments in this field. The research contributes to ongoing discussions about educational technology adoption by providing evidence-based recommendations for institutions considering automated assessment solutions.

The development of automated assessment systems traces back to the 1960s with the introduction of optical mark recognition for standardized testing. These early systems provided efficient processing of multiple-choice assessments but offered limited pedagogical value. The subsequent decades witnessed gradual improvements in automated testing capabilities, with computer-assisted assessment gaining traction in the 1990s through Learning Management Systems (LMS) that enabled online quiz administration and automated scoring.

A comprehensive framework for evaluating the deployability of automated scoring systems is presented in [2], emphasizing the importance of validity evidence and fairness considerations. This work established evaluation criteria that remain relevant for contemporary AI-powered assessment tools. The implementation of automated assessment feedback and quality assurance systems for ICT courses, as documented in earlier research [3], demonstrated that automated approaches can provide more effective feedback mechanisms than manual alternatives under certain conditions.

The application of machine learning to educational assessment has transformed the capabilities of automated evaluation systems. Natural Language Processing (NLP) techniques enable automated essay scoring systems to evaluate written responses with accuracy approaching human rater performance. According to IEEE research, automated essay scoring systems have demonstrated the ability to provide consistent and objective assessments comparable to human evaluators [4]. These systems analyze textual features including grammar, vocabulary usage, argument structure, and semantic coherence to generate holistic evaluations.

Recent advances in transformer-based architectures have further improved automated essay scoring performance. Research published in arXiv demonstrated that efficient transformer-based language models achieve state-of-the-art results on standardized essay evaluation benchmarks [5]. The comprehensive review by Springer publications examining AI-powered grading and tailored feedback systems analyzed 77 core studies from 2018 to 2025, revealing significant improvements in assessment accuracy and feedback quality through machine learning integration [6].

Rule-based assessment models represent the foundational approach to automated evaluation, employing explicit criteria and decision trees to evaluate student submissions. These models excel in domains with well-defined correct answers, such as mathematical problem-solving, programming assignments, and objective knowledge assessments. The Automated Grading System with Student Performance Analytics developed by researchers demonstrates how rule-based approaches can effectively address challenges in traditional grading systems while providing detailed performance analytics [7].

The primary advantages of rule-based models include interpretability, consistency, and ease of maintenance. Educators can directly examine and modify assessment rules to align with pedagogical objectives. However, these models face limitations in evaluating open-ended responses and creative work that requires subjective judgment. Research indicates that purely rule-based approaches may inadequately capture the nuanced dimensions of higher-order thinking skills assessment [8].

Machine learning-based assessment models leverage data-driven approaches to learn evaluation patterns from training datasets. These models encompass various architectures including neural networks, support vector machines, random forests, and ensemble methods. The AI-based Automated Essay Grading System using NLP achieves grading times up to 80 % faster than human graders while maintaining comparable accuracy [9]. Such systems demonstrate the potential for significant efficiency gains without sacrificing assessment quality.

Deep learning approaches, particularly transformer-based architectures, have fundamentally transformed automated text assessment capabilities in recent years. Unlike earlier rule-based or statistical methods, these models are capable of capturing highly complex linguistic patterns, contextual dependencies, and deep semantic relationships within text. This allows them to evaluate not only surface-level features such as grammar and vocabulary, but also coherence, argumentation quality, and overall meaning, significantly improving the accuracy and flexibility of automated assessment systems.

However, despite these advantages, the inherently opaque, “black-box” nature of deep learning models introduces serious challenges. In educational contexts, transparency and interpretability are essential, as both instructors and students must clearly understand the rationale behind assigned grades or feedback. Without this clarity, trust in automated systems may be undermined, and their adoption in high-stakes assessment scenarios becomes problematic.

As a result, the development of explainable artificial intelligence techniques has emerged as a critical and rapidly evolving research direction. These approaches aim to make model decisions more interpretable by providing insights into which features, phrases, or structures influenced the evaluation. Advancing such methods is key to ensuring that automated assessment systems are not only accurate.

Hybrid assessment models combine automated preliminary evaluation with human oversight to leverage the strengths of both approaches. These systems typically employ automated tools for initial assessment and identification of responses requiring human attention, optimizing the allocation of instructor time. Research on human-in-the-loop Intelligent Visual Assessment systems demonstrates how hybrid approaches can enhance higher education quality assessment while maintaining pedagogical validity [10].

The implementation considerations for automated AI grading platforms in K-12 settings, explored through co-design pilots with teachers, reveal that successful hybrid systems require careful attention to educator workflows and pedagogical context [11]. These findings emphasize that technological capability alone does not ensure effective implementation; alignment with educational practices.

Learning Management Systems serve as the primary platform for deploying automated assessment tools in educational institutions. Research examining LMS utilization in higher education reveals that despite being standard components, these systems remain underutilized in universities [12]. The integration of automated assessment capabilities within LMS platforms offers significant advantages including centralized grade management, student progress tracking, and seamless workflow integration.

Quality assurance frameworks embedded within LMS platforms enable continuous monitoring of assessment effectiveness. Studies investigating automated assessment of Learning Management Systems in higher education institutions examine system features, compliance with regulatory standards, quality of service, and technology acceptance as key evaluation dimensions [13]. These frameworks support institutional efforts to maintain assessment quality while scaling educational delivery.

Natural Language Processing tools form the technological foundation for automated text assessment. These tools analyze linguistic features including syntax, semantics, discourse structure, and stylistic elements to evaluate written work. The comprehensive survey of automated essay scoring published in Neurocomputing provides detailed analysis of recent advances, datasets, and evaluation methodologies in this field [14]. Such resources inform the development of more sophisticated assessment tools.

The emergence of large language models has expanded the possibilities for automated assessment, enabling evaluation of increasingly sophisticated response types. Research exploring ChatGPT's potential for grading programming tasks demonstrates the capability of contemporary AI systems to understand and assess code quality [15]. However, these technologies also raise concerns about academic integrity and the authenticity of student work that institutions must address through policy and procedural frameworks.

Despite significant technological advances, automated assessment systems face substantial challenges that limit their applicability and effectiveness. Algorithmic bias represents a critical concern, as machine learning models trained on historical data may perpetuate existing inequalities in educational outcomes. Research on trustworthy AI in educational assessment emphasizes the importance of fairness, accountability, and transparency in developing assessment technologies [16]. Institutions must implement ongoing monitoring and adjustment processes to address bias in automated systems.

The assessment of creative and innovative work poses particular challenges for automated systems. Unlike objective assessments with clear correct answers, creative submissions require evaluation of originality, artistic merit, and subjective quality dimensions that resist algorithmic quantification. The promises and limitations of automated grading systems in computer science education, as examined through qualitative research with expert practitioners, reveal ongoing debates about appropriate scope and application of these technologies [17].

Pedagogical transparency constitutes another significant challenge. Students and educators need to understand assessment criteria and feedback mechanisms to support learning processes. Black-box AI systems that cannot explain their evaluation rationale undermine the formative potential of assessment. The development of explainable AI approaches specifically designed for educational contexts represents an important research direction addressing this limitation.

This paper has examined models and tools for automating quality control in educational assignment assessment, analyzing their theoretical foundations, technological implementations, and practical limitations. The research reveals that automated assessment systems offer significant potential for improving evaluation efficiency and consistency, particularly for large-enrollment courses and standardized assessment formats. Machine learning approaches, especially those incorporating natural language processing, have expanded automated assessment capabilities to include written responses and complex problem-solving tasks.

However, the findings also underscore the importance of addressing challenges related to algorithmic bias, assessment of creative work, and pedagogical transparency. Hybrid approaches combining automated preliminary assessment with human oversight emerge as the most promising direction for institutional implementation, offering efficiency gains while preserving pedagogical integrity. Future research should focus on developing explainable AI techniques for educational assessment, establishing robust frameworks for bias detection and mitigation, and designing hybrid assessment workflows that optimize the allocation of human and automated evaluation resources.

Educational institutions considering automated assessment adoption should prioritize alignment with pedagogical objectives, stakeholder engagement, and ongoing quality monitoring. The technology should serve educational goals rather than driving implementation decisions. As the field continues to evolve, collaboration between educational researchers, technologists, and practitioners will be essential for developing assessment systems that enhance learning outcomes while maintaining the integrity of educational evaluation.

References:

1. Automated grading system with student performance analytics [website]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/392357301 (date of access: 17.03.2026).

2. Evaluations of Automated Scoring Systems in Practice [website]. – URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ets2.12293 (date of access: 17.03.2026).

3. The Implementation of an Automated Assessment Feedback and Quality Assurance System for ICT Courses [website]. – URL: https://aisel.aisnet.org/jise/vol18/iss4/12 (date of access: 17.03.2026).

4. Automated Essay Scoring Using Natural Language [website]. – URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9310845 (date of access: 17.03.2026).

5. Automated essay scoring using efficient transformer-based language models [website]. – URL: https://arxiv.org/abs/2102.13136 (date of access: 17.03.2026).

6. A comprehensive review of AI-powered grading and tailored feedback systems [website]. – URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s44163-025-00517-0 (date of access: 17.03.2026).

7. Analysis of an automatic grading system within first year Computer Science programming modules [website]. – URL: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3437914.3437973 (date of access: 17.03.2026).

8. AI-based Automated Essay Grading System using NLP [website]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/371429878 (date of access: 17.03.2026).

9. AI-assisted assessment of higher education quality: A visual analytical approach [website]. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468502X26000021 (date of access: 17.03.2026).

10. Implementation Considerations for Automated AI Grading [website]. – URL: https://arxiv.org/html/2506.07955v1 (date of access: 17.03.2026).

11. An Assessment of Learning Management System Use in Higher Education: Perspectives from a Comprehensive Sample of Teachers and Students [website]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/380633032 (date of access: 17.03.2026).

12. Towards Automated Assessment of Learning Management Systems in Higher Education Institutions in Zambia [website]. – URL: https://www.scirp.org/pdf/ojapps2024145_92312502.pdf (date of access: 17.03.2026).

13. A survey of automated essay scoring: Challenges, methods, and future directions [website]. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231225015887 (date of access: 17.03.2026).

14. The future of grading programming assignments in education: The role of ChatGPT in automating the assessment and feedback process [website]. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187124000609 (date of access: 17.03.2026).

15. Trustworthy AI Meets Educational Assessment [website]. – URL: https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/download/35089/37244 (date of access: 17.03.2026).

16. Promises and breakages of automated grading systems: a qualitative study in computer science education [website]. – URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20004508.2025.2464996 (date of access: 17.03.2026).

17. AI-Powered Learning: Revolutionizing Education and Assessment [website]. – URL: https://www.mdpi.com/2078-2489/16/11/1015 (date of access: 17.03.2026).

UDC 659.1

226. UGC VS. TRADITIONAL ADS: INFLUENCE ON CUSTOMER ENGAGEMENT

Zubritskaya A. A., student of the gr. 573901, Tabakerova D. D., student of the gr. 577602

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ukrainets N. G. – Senior Lecture

Annotation. In the digital economy, companies actively utilise social media as a primary channel for consumer interaction and customer acquisition. One of the most significant tools in modern digital marketing is user-generated content (UGC). This paper investigates the impact of user-generated content on the effectiveness of marketing campaigns and its specific role in reducing customer acquisition cost (CAC) compared to professionally created brand content (firm-generated content, FGC). Through a comprehensive analysis of contemporary scientific research, this study examines the influence of UGC on consumer trust, audience engagement, and purchasing behavior across various industries. The findings indicate that user-generated content enhances brand authenticity, stimulates higher engagement rates, and significantly reduces marketing expenditures. These factors collectively contribute to a lower CAC, positioning UGC as a critical component of cost-efficient digital marketing strategies in the social media landscape.

Keywords: User-Generated Content (UGC), Firm-Generated Content (FGC), Customer Acquisition Cost (CAC), social proof, peer validation, consumer behavior, digital marketing strategy.

The digital transformation of the global economy, coupled with the meteoric rise of social media platforms, has fundamentally reshaped the dynamics of brand-consumer relationships. In the pre-digital era, marketing communications were largely a one-way broadcast, dominated by television, print, and radio advertising. Today, this paradigm has shifted towards a multi-directional, interactive model where consumers are not merely passive recipients of information but active participants in the creation and dissemination of brand narratives [1; 2]. Social media platforms such as Instagram, TikTok, YouTube, and Facebook have democratised content creation, empowering users to share opinions, experiences, and creative works with a global audience.

The implications of this democratisation extend far beyond the cultural sphere and into the core economic calculus of marketing operations. As the volume of user-generated content has expanded exponentially, the traditional advertising model has encountered diminishing returns. Consumers, equipped with the ability to curate their own digital environments and armed with growing skepticism toward overtly commercial messaging, have become increasingly adept at filtering out branded communications. This phenomenon has contributed directly to the steady escalation of digital advertising costs, as brands compete more aggressively for a finite and fragmented pool of consumer attention. Simultaneously, the proliferation of peer-to-peer communication channels has amplified the reach and velocity of electronic word-of-mouth, fundamentally altering the pathways through which purchasing decisions are formed. Where once a consumer might have relied primarily on a brand's own claims or a limited set of professional reviews, today's buyer navigates a dense ecosystem of user testimonials, visual demonstrations, and real-time feedback from existing customers. This shift has elevated the importance of trust and authenticity as primary currencies in the digital marketplace. Consequently, the strategic challenge for marketers has evolved from simply capturing attention to cultivating genuine advocacy that can propagate organically through social networks. In this environment, the ability to reduce Customer Acquisition Cost is inextricably linked to a brand's capacity to harness the authentic voices of its user community.

For businesses operating in saturated digital marketplaces, this presents both a formidable challenge and a significant opportunity. Those that successfully integrate peer-generated content into their marketing frameworks stand to gain a measurable competitive advantage in terms of both cost efficiency and consumer trust. Within this transformed landscape, user-generated content (UGC) has emerged as a cornerstone of contemporary digital marketing strategy. UGC encompasses a wide array of content formats – including social media posts, reviews, unboxing videos, testimonials, and blog comments – that are voluntarily created and shared by users rather than by brands themselves [3]. The proliferation of UGC is intrinsically linked to the rise of participatory digital culture and the ubiquity of smartphones, which enable instant content creation and sharing. Modern platforms are designed to facilitate this activity, allowing every user to function as a content creator, thereby blurring the lines between producer and consumer and significantly expanding the scope and reach of brand-related conversations [4].

Parallel to these technological and cultural shifts, the economic pressures on marketers have intensified. The cost of digital advertising has steadily risen due to increased competition for user attention, making customer acquisition a more expensive endeavor. Consequently, a key metric has risen to prominence in boardrooms and marketing departments alike: Customer Acquisition Cost (CAC). CAC represents the total sales and marketing cost required to earn a new customer over a specific period. It is a fundamental measure

of business efficiency and directly impacts profitability and long-term sustainability. In highly competitive digital marketplaces, reducing CAC is a strategic imperative.

This paper posits that user-generated content serves as a powerful lever for reducing CAC. By leveraging authentic content created by their own customers, brands can lower production costs, increase organic reach, and build trust more effectively than through traditional advertising alone [5]. This study aims to provide a comprehensive analysis of this phenomenon. The primary objectives are: (1) to establish the theoretical foundations of UGC in digital marketing; (2) to compare the effectiveness of UGC against firm-generated content (FGC); (3) to analyse the mechanisms through which UGC drives audience engagement and influences consumer behavior; (4) to quantify the economic impact of UGC on CAC; and (5) to identify the limitations and risks associated with its use.

The academic literature has extensively explored the role of UGC as a pivotal element of digital communication. Its significance stems from fundamental principles of human psychology and social interaction, particularly in the context of information processing and trust formation. Research consistently demonstrates that UGC plays a crucial role in building brand trust and exerts a substantial influence on the consumer's path to purchase [6].

The core advantage of UGC lies in its perceived authenticity. Unlike traditional advertising, which is inherently persuasive and created with commercial intent, UGC is created by independent platform users. It reflects their genuine, unsolicited experiences with a product or service, often capturing real-life usage scenarios rather than idealised marketing portrayals. This peer-generated nature leads audiences to perceive UGC as a significantly more credible and reliable source of information compared to official brand communications [7]. The absence of an overt commercial agenda reduces consumer skepticism, a phenomenon often referred to as "ad blindness". When a potential customer sees another user happily using a product, it acts as a powerful, tacit endorsement. This divergence in perceived authenticity becomes immediately apparent when comparing visual formats side by side, as illustrated in Figure 1 below. The stark contrast between a polished, brand-produced advertisement and an authentic, unpolished piece of user-generated content visually underscores why consumers place greater trust in the latter.

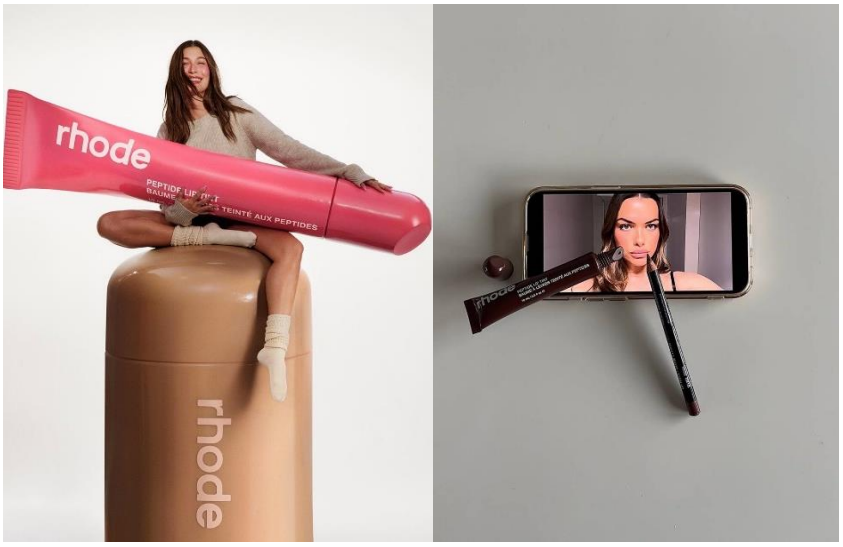


Figure 1 – Examples of a traditional advertisement and user-generated content

UGC is the primary vehicle for electronic word-of-mouth (eWOM), which has become one of the most influential forces in the digital marketplace. eWOM encompasses any positive or negative statement made by potential, actual, or former customers about a product or company, which is made available to a multitude of people and institutions via the Internet [8]. UGC posts, reviews, and shares are all forms of eWOM. The influence of eWOM is profound because it leverages existing social networks. A recommendation from a friend, or even a trusted online reviewer, carries far more weight than a sponsored advertisement. Research indicates that consumers are significantly more likely to trust and act upon the recommendations of their peers, as this information is perceived to be unbiased and based on firsthand experience [9].

The effectiveness of UGC is underpinned by well-established psychological principles. The concept of social proof, articulated by Robert Cialdini, suggests that individuals, especially in situations of uncertainty, look to the behavior and experiences of others to guide their own decisions. When a potential buyer sees numerous positive reviews, photos, and videos of others using and enjoying a product, it serves as powerful social validation, reducing perceived risk and increasing purchase confidence. Furthermore, UGC facilitates social identification. Consumers often see themselves reflected in the content created by other users, particularly those who share similar demographics, lifestyles, or interests. This identification fosters a stronger

emotional connection to the brand, as it is perceived as being “for people like me”, thereby enhancing brand loyalty and community feeling.

To fully appreciate the unique value of UGC, it is essential to compare it systematically with its counterpart, firm-generated content (FGC). Both content types serve distinct but complementary functions within a holistic marketing strategy [10]. The comparative analysis presented in Table 1 highlights the fundamental distinctions between user-generated content and traditional firm-generated advertising across key dimensions of customer engagement, underscoring UGC's superior ability to foster authentic interaction and audience participation.

Table 1 – Comparison of FGC and UGC

Feature	Firm-Generated Content (FGC)	User-Generated Content (UGC)
Primary Purpose	Brand messaging, product announcements, promotional campaigns, image cultivation	Sharing personal experiences, seeking social validation, community building
Perceived Credibility	Low to Moderate. Often viewed with skepticism due to commercial intent	High. Perceived as authentic, unbiased, and trustworthy because it comes from peers
Cost of Creation	High. Involves professional production, agencies, talent, and significant time investment	Very Low to Zero. Content is voluntarily created by users; brands may incur costs for rights or campaigns
Control	Full control. Brand dictates the message, visuals, and timing	Little to no control. Brand cannot dictate content, which can be positive or negative
Engagement Potential	Moderate. Can generate engagement but is often passive consumption	High. Tends to spark conversation, shares, and community interaction due to its relatable nature
Consumer Trust	Low. Consumers are aware of the persuasive intent	High. Functions as a trusted recommendation from a peer

Empirical research provides robust evidence for the comparative strengths of UGC. Studies have found that UGC is significantly more effective at increasing audience engagement and positively influencing purchase intention than FGC [7]. For instance, campaigns incorporating UGC often see higher click-through rates and longer time spent on site. However, the effectiveness of each content type can be context-dependent. In industries involving high-tech or complex, high-value products (e.g., B2B software, financial services), consumers may actively seek out expert information provided by the company through FGC, as it is perceived as more authoritative and technically detailed [6]. Therefore, a nuanced understanding suggests that the most effective marketing communication strategy is not an either/or proposition but a synergistic combination of both. Brands can use FGC to establish their core identity and communicate key messages, while leveraging UGC to build trust, foster community, and provide social proof throughout the customer journey [10].

One of the most significant advantages of UGC is its unparalleled ability to drive audience engagement. Engagement, in the context of social media, encompasses a range of interactive behaviors, including likes, comments, shares, saves, and the creation of derivative content. This active participation is a far more valuable metric than simple reach or impressions, as it signifies a deeper level of consumer interest and investment in the brand.

UGC fosters engagement through several key mechanisms. Firstly, it is inherently more relatable. Content created by “real people” in “real-life” situations is more accessible and less intimidating than polished, professional advertising. This relatability invites interaction. Secondly, UGC often sparks conversation. A user’s photo or review can prompt questions from other potential buyers, creating a thread of dialogue that builds community and provides valuable information organically. Thirdly, campaigns that encourage UGC creation, such as hashtag challenges or contests, directly incentivize engagement. When users submit their own content for a chance to be featured, they become deeply invested in the brand’s success and are likely to share the campaign with their own networks, amplifying its reach [11].

High levels of engagement – visible through likes, shares, and positive comments – create a powerful feedback loop. This public activity serves as a potent form of social proof. A potential customer visiting a brand’s social media page and seeing thousands of engaged users and a wealth of positive UGC receives a strong signal that the brand is popular, trusted, and worth considering. This peer validation is often more persuasive than any direct marketing claim the brand could make itself [12]. The accumulated engagement acts as a collective endorsement, significantly lowering the psychological barrier for a new customer to make their first purchase.

When users create and share content about a brand, they are performing an act of advocacy. This transforms them from passive consumers into active brand promoters. This advocacy is incredibly valuable because it is voluntary and perceived as highly authentic. Nurturing these user advocates by reposting their content, engaging with them, and making them feel valued can turn them into loyal, long-term customers with a high lifetime value (LTV). Research indicates that marketing campaigns rooted in UGC are capable of dramatically increasing the level of user-brand interaction, strengthening the emotional bond and fostering a community of advocates [13].

The economic rationale for integrating UGC into marketing strategy is compelling and multifaceted. Its impact on reducing Customer Acquisition Cost (CAC) can be broken down into three primary channels: direct cost savings, enhanced organic reach, and improved conversion rates.

Professional content creation is expensive. A single high-quality photoshoot or video production can cost thousands or even tens of thousands of dollars, encompassing costs for creative agencies, professional photographers, models, locations, and post-production editing. UGC offers a cost-effective alternative. By incentivising and curating content created by their own users, brands can access a vast and diverse library of authentic visuals and videos for a fraction of the cost. A simple hashtag campaign or a user review contest can generate hundreds of pieces of usable content. This significantly lowers the “cost per asset” and frees up marketing budgets for other initiatives, such as paid amplification of the most effective UGC pieces [5]. The savings in production costs directly contribute to a lower overall CAC.

In an era of rising cost-per-click (CPC) on platforms like Facebook and Instagram, organic reach is a precious commodity. UGC is a powerful engine for organic growth. When users create and share content featuring a brand, they expose that brand to their entire network of friends and followers. This peer-to-peer distribution acts as a form of free media. The network effect means that a single piece of UGC can be seen by hundreds or thousands of people without the brand spending a single dollar on advertising [4]. This organic amplification reduces the reliance on paid media to drive awareness and traffic, thereby lowering the variable costs associated with customer acquisition. Furthermore, when UGC is used in paid social campaigns, it often outperforms traditional creative formats, leading to a lower CPC and a more efficient use of the advertising budget.

Ultimately, the goal of marketing is to convert prospects into paying customers. This is where the trust and authenticity inherent in UGC have their most significant economic impact. The path to purchase is fraught with uncertainty for consumers. UGC acts as a powerful risk mitigator. Seeing a product in use by a real person, reading a detailed review from a verified buyer, or watching an unboxing video provides the social proof needed to overcome hesitation and make a confident purchase decision [9]. This leads to higher conversion rates on product pages and landing pages that feature UGC. When more of the traffic driven to a site converts into customers, the CAC (calculated as total marketing spend divided by number of new customers) naturally decreases. A higher conversion rate means the same marketing spend is now acquiring more customers, a direct path to improved efficiency.

In aggregate, these three factors – lower production costs, greater organic reach, and higher conversion rates – create a powerful synergy that systematically reduces CAC and enhances the overall return on investment (ROI) of marketing campaigns.

Despite its substantial benefits, a strategic approach to UGC requires a clear-eyed assessment of its potential limitations and risks. A failure to manage these aspects can undermine brand equity and marketing effectiveness.

The primary risk associated with UGC is the lack of control over quality and brand alignment. Unlike professionally produced content, UGC can vary wildly in its aesthetic quality, messaging, and relevance. Poorly lit photos, irrelevant content, or posts that do not reflect the brand’s desired image can detract from the overall brand perception if featured prominently [14]. To mitigate this, brands must implement a robust curation process. Instead of simply reposting all UGC, they should select content that meets specific quality standards and aligns with their brand identity. Establishing clear guidelines for user campaigns can also help steer the content in the desired direction.

The very authenticity that makes UGC valuable also means that brands cannot control the narrative. Negative reviews, critical comments, or unflattering user photos can spread just as quickly as positive ones. A single viral negative post can damage a brand’s reputation and require significant effort to counter [2]. The mitigation strategy here lies in proactive community management. Brands must actively monitor social channels for mentions and negative UGC. Responding promptly, transparently, and helpfully to criticism can turn a negative experience into a demonstration of excellent customer service. It also shows that the brand is listening and values feedback.

As noted previously, UGC may not be the most effective content type in all situations. For complex, high-involvement, or luxury purchases, consumers may prioritise expert opinions, detailed specifications, and professionally produced content that conveys a sense of prestige and quality [6]. In these contexts, over-reliance on amateur UGC could actually undermine the brand's perceived value. A balanced strategy is essential. For a luxury car brand, a professional, cinematic video (FGC) might be crucial for building desire, while UGC of owners enjoying road trips can build community and provide authentic lifestyle validation. The key is to understand the customer journey and deploy the right type of content at the right stage.

Using UGC created by others carries legal and ethical responsibilities. Brands must obtain explicit permission from the original creator before reposting their content for commercial purposes. Failing to do so can lead to copyright infringement claims and reputational backlash. Clear rights-request processes and attribution practices are essential for building trust with the user community and operating ethically.

This comprehensive analysis of academic literature and industry practice confirms that user-generated content (UGC) plays an indispensable and increasingly vital role in modern digital marketing. Its power lies in

its ability to foster genuine human connection in an otherwise commercialised digital space. By leveraging authentic voices and experiences, brands can build deeper trust, stimulate meaningful engagement, and create powerful social proof that resonates with today's discerning consumers.

The evidence strongly supports the thesis that UGC is a potent tool for reducing Customer Acquisition Cost (CAC). It achieves this through a multi-pronged economic impact: slashing content production budgets, amplifying reach organically through network effects, and boosting conversion rates by reducing purchase anxiety through peer validation. These combined efficiencies make UGC not just a creative tactic, but a strategic imperative for businesses seeking sustainable growth in competitive digital markets.

However, the effective use of UGC requires a sophisticated approach that acknowledges its limitations. A balanced strategy that synergistically combines user-generated content with professionally produced firm-generated content is crucial. This hybrid model allows brands to maintain control over their core messaging and image while harnessing the authenticity and reach of their user community.

Looking ahead, the role of UGC is set to become even more central. The rise of social commerce, where purchasing happens directly within social media platforms, will make authentic peer content an integral part of the shopping experience. The growing influence of micro- and nano-influencers – essentially professional UGC creators with highly engaged niche audiences – represents a fusion of UGC's authenticity with influencer marketing's reach. Furthermore, advancements in artificial intelligence may provide brands with powerful tools to curate, analyse, and scale UGC more effectively than ever before. In conclusion, user-generated content has evolved from a grassroots phenomenon into a foundational element of digital marketing strategy, poised to remain a key driver of brand growth and economic efficiency in the social media-driven future.

References:

1. Drossos D., Giaglis G., Vlachos P. Social media marketing content strategy / D. Drossos, G. Giaglis, P. Vlachos // Corporate Communications: An International Journal. – 2024. – Vol. 29, № 3. – P. 410-428. – URL: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CCIJ-04-2023-0045/full/html (date of access: 12.03.2026).

2. Zhang X., Li Y. Content marketing in social media platforms / X. Zhang, Y. Li // Telematics and Informatics. – 2024. – Vol. 86. – Article 102078. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969698923003806 (date of access: 12.03.2026).

3. Kitsios F., Kamariotou M. User-Generated Content in Social Media: A Twenty-Year Bibliometric Analysis / F. Kitsios, M. Kamariotou // Information. – 2022. – Vol. 13, № 12. – Article 574. – URL: https://www.mdpi.com/2078-2489/13/12/574 (date of access: 12.03.2026).

4. Sang V. Impact of user-generated content in digital platforms on consumer behavior / V. Sang // Cogent Business & Management. – 2024. – Vol. 11, № 1. – Article 2414860. – URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311975.2024.2414860 (date of access: 12.03.2026).

5. Santiago J. Is firm-generated content a lost cause? / J. Santiago // Journal of Business Research. – 2022. – Vol. 139. – P. 945-953. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296321007499 (date of access: 12.03.2026).

6. Al-Abdallah G. User-generated content vs. firm-generated content: effects on consumer buying behavior / G. Al-Abdallah // Cogent Business & Management. – 2025. – Vol. 12, № 1. – URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311975.2025.2508928 (date of access: 12.03.2026).

7. Mayrhofer M., Matthes J., Einwiller S. User-generated content presenting brands on social media / M. Mayrhofer, J. Matthes, S. Einwiller // Journal of Advertising. – 2020. – Vol. 49, № 3. – P. 271-287. – URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02650487.2019.1596447 (date of access: 12.03.2026).

8. Shetu S. Do user-generated content and micro-celebrity posts encourage Gen Z shopping behavior? / S. Shetu // Future Business Journal. – 2023. – Vol. 9, № 1. – Article 65. – URL: https://fbj.springeropen.com/articles/10.1186/s43093-023-00276-3 (date of access: 12.03.2026).

9. Sindhura K., Ahmed M. Relationship between UGC marketing and customer engagement / K. Sindhura, M. Ahmed // CAHIERS MAGELLANES-NS. – 2024. – Vol. 6, № 2. – P. 112-125. – URL: https://cahiersmagellanes.com/index.php/CMN/article/view/219 (date of access: 12.03.2026).

10. Hermaren V., Achyar A. The effect of firm created content and user generated content evaluation on customer-based brand equity / V. Hermaren, A. Achyar. – Jakarta, 2019. – 12 p. – URL: https://www.researchgate.net/publication/326721804_The_effect_of_firm_created_content_and_user_generated_content_evaluation_on_customer-based_brand_equity (date of access: 12.03.2026).

11. Varadainy Z., Helita W. User-generated content marketing strategies in consumer engagement / Z. Varadainy, W. Helita // Journal of Digital Marketing Studies. – 2024. – Vol. 3, № 2. – P. 78-92. – URL: https://www.researchgate.net/publication/382439418_USER-GENERATED-CONTENT_MARKETING_STRATEGIES_IN_PROVISION_OF_CONSUMER_RESPONSIBILITY (date of access: 12.03.2026).

12. Kothari H., Patel S. Impact of social media advertising on consumer behavior / H. Kothari, S. Patel // Frontiers in Communication. – 2025. – Vol. 10. – Article 1595796. – URL: https://www.frontiersin.org/journals/communication/articles/10.3389/fcomm.2025.1595796/full (date of access: 12.03.2026).

13. Suyuthi N. Strategic use of user generated content for consumer interaction in web retail / N. Suyuthi // Journal of Commerce & Marketing. – 2024. – Vol. 15, № 1. – P. 45-58. – URL: https://celebesscholarpg.com/index.php/jommerce/article/view/112 (date of access: 12.03.2026).

14. You Y., Joshi A. The impact of user-generated content and traditional media on customer acquisition / Y. You, A. Joshi // Journal of Advertising. – 2020. – Vol. 49, № 3. – P. 213-229. – URL: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00913367.2020.1740631 (date of access: 12.03.2026).

227. SQUARE METERS AS THE MAIN LIQUID ASSET OF THE NEW ERA

Aksenevich A. V., Shylo A. A.
Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Slesaryonok E. V., senior lecturer

This article examines the transformation of commercial real estate driven by e-commerce, technology, and supply chain shifts, arguing that warehouse facilities are transitioning from operational costs to strategic liquid assets. Analyzing trends such as robotization, retail conversion, and changing investment preferences, it concludes that control over square footage has become a critical competitiveness factor. Liquidity is now determined by a combination of technological, logistical, and macroeconomic factors, positioning warehouse real estate as a complex asset beyond mere storage space.

For a long time, the traditional hierarchy of liquid assets looked quite predictable: at the top were cash and its equivalents, followed by securities and precious metals, and only then real estate. However, the structural shifts caused by the 2020 pandemic, geopolitical turbulence, and the rapid development of information technology have forced a reconsideration of this verity. Today, analysts at major investment funds are increasingly coming to a seemingly paradoxical conclusion: the concrete boxes of warehouse complexes are beginning to demonstrate liquidity similar to financial instruments, and in some aspects even exceeding them.

A survey was conducted among 78 students majoring in economics and management to understand their view of warehouse real estate as an investment asset. The key question was: “Do you agree that warehouse facilities are currently turning into a highly liquid asset, comparable to financial instruments?”

The results showed that 58 % of respondents agreed with this statement, 24 % expressed doubt, and 18% disagreed. In addition, 52 % of students identified the growth of e-commerce as the main driver of this transformation, and 45 % noted that after reviewing the materials, they changed their perception – they no longer see warehouses only as storage spaces but recognize them as high-tech investment assets. At the same time, 60 % of respondents expressed concern about risks related to high tenant concentration and possible market overheating [1].

The survey shows that most students generally agree with the main idea of the article about warehouse real estate becoming a new type of liquid asset. At the same time, a significant number of those who expressed doubt or concern about risks suggests that future professionals are approaching this new asset class with a balanced view, which fully supports the article's conclusion about the need to consider systemic risks when working with such assets.

The phenomenon of warehouse capacity turning into “new oil’ requires careful economic consideration. If previously a warehouse was perceived as an inevitable but burdensome link in the value chain, today it is becoming a central element of the economic model.

Factors in the Transformation of Warehouse Real Estate:

The first and most significant factor is the exponential growth of e-commerce. If in 2010 the share of online sales in the total retail trade of developed countries did not exceed 5-7 %, then by 2025 this figure averages 20-25 %, and in certain segments it reaches 40 % or more. Each percentage point of growth in online trade requires development of warehouse space by 2–3 million square meters on the scale of a single large country. At the same time, the structure of demand itself is changing: whereas previously retailers rented Class “B” and “C” warehouses on the outskirts, today only modern Class “A” fulfillment centers with high ceilings (from 12 meters), flat floors, and the ability to operate around the clock are in demand [2].

The second factor is technological in nature. The development of Warehouse Management Systems (WMS) and the introduction of robotics have turned the warehouse from a passive storage facility into an active production center. A modern fulfillment center is a high-tech enterprise where each square meter generates a cash flow comparable to a square meter of retail space in a city center. Automation makes it possible to increase storage density by 3–5 times, reduce order processing time from hours to 15-20 minutes, and, what is especially important for investors, make the cash flow from the warehouse completely transparent and predictable.

The third factor is related to the shift in the investment paradigm. Classic office centers, long considered the “gold standard” of commercial real estate, are experiencing a deep crisis. The transition to remote and hybrid working formats has led to office vacancy rates in large cities reaching 15-20%, with rental rates stagnating. High-street retail, in turn, is suffering from the outflow of shoppers to online channels. Against that backdrop, warehouse real estate is seeing vacancy rates hit record lows – less than 1-2 % in certain areas – while rental growth remains stable and above inflation.

Traditionally, real estate was considered an illiquid asset due to the long time required to sell it. However, the warehouse real estate market has recently shown unusual features. The time it takes to sell a quality Class “A” warehouse facility in locations with well-developed transport infrastructure has been reduced to 2–4 months, which is comparable to the time required to sell large blocks of shares on the stock exchange.

Three key factors contribute to the formation of high liquidity:

Firstly, the standardization of tenant requirements. While office or retail spaces require individual finishing for a specific tenant, a modern warehouse complex is a standardized product. Ceiling height, column spacing, floor load capacity – these parameters are standardized and suitable for 90 % of e-commerce operators and logistics companies.

Secondly, the development of the built-to-suit format and the subsequent capitalization of properties. Major developers have shifted to the model of “build – lease long-term (10-15 years) – bring to the capital market”, which turns warehouse real estate into a fixed-income instrument, close in its characteristics to investment-grade bonds.

Thirdly, the emergence of specialized investment vehicles – REITs focused exclusively on industrial and warehouse real estate. Between 2020 and 2025, the industrial REIT index rose by an average of 140 %, while the office REIT index fell by 15 %. This indicates a flow of institutional capital into a segment that the market has recognized as more reliable and liquid [3].

Geopolitical Context and Transformation of Supply Chains also means a lot. Sanctions, the shift of foreign trade flows from West to East and South, as well as the development of parallel imports, have made it necessary to restructure the entire warehouse infrastructure system. This restructuring has created an effect of “new territories”, where warehouse real estate is showing growth in liquidity. Locations that three years ago were considered peripheral have today turned into zones of rapid development. Investors who entered these assets in a timely manner have been able to realize profits of 50-70% of their initial investment over 2-3 years.

However, liquidity in this case also has a downside: high volatility of demand, tied to political decisions and changes in customs regulations. This requires warehouse asset owners to possess a fundamentally different level of competence – not just property management, but constant monitoring of macroeconomic and geopolitical factors.

The digital transformation of warehouse processes not only increases the efficient use of space but also changes the economics of asset ownership. The introduction of Autonomous Mobile Robots (AMR), Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS), and machine learning algorithms can increase the return per square meter by 3-5 times compared to traditional warehouses.

Equally important is the integration of warehouse assets into a higher-level logistics infrastructure. A warehouse located in close proximity to major transport hubs – seaports, railway terminals, multimodal hubs – ceases to be just simple storage space. It becomes an element of a territorial-production cluster, which greatly increases its investment attractiveness.

Warehouse complexes that have their own railway sidings and can accept container trains are in a fundamentally different price category compared to isolated facilities. Such infrastructure connectivity makes it possible to shorten the logistics distance and offer tenants more competitive terms.

The analysis allows us to state that warehouse real estate is indeed becoming a liquid asset for the modern era, comparable to traditional financial instruments. This process is driven by three fundamental shifts: the structural growth of e-commerce, the technological transformation of warehouse processes, and the change in investment preferences amid geopolitical instability.

At the same time, the liquidity of warehouse assets has a qualitatively different nature compared to the liquidity of cash or securities. It is derived not from a central issuing authority, but from the asset’s ability to generate a stable and predictable cash flow in a rapidly changing environment. This places special demands on the competencies of investors and managers, who must possess a deep understanding of technological trends, logistics, and macroeconomic dynamics. For investors, this means the need to revise approaches to asset management: owning warehouse real estate today requires competencies at the intersection of development, technology, and macroeconomic analysis. For businesses, it means recognizing control over warehouse capacity as a strategic factor of competitiveness.

Thus, the square meters of warehouse real estate today are not just a space, but a complex, multi-component asset whose liquidity and profitability are determined by a combination of technological, logistical, and macroeconomic factors.

References:

1. Nikoliers. Overview of the Russian Warehouse Real Estate Market. 2025. – URL: https://www.nikoliers.ru/research (date of access 10.03.2026).
2. Nareit. REIT Industry Performance Report. Washington, D.C., 2026. – 35 p.
3. Cushman & Wakefield. Industrial & Logistics Market Beat. 2025. – URL: https://www.cushmanwakefield.com (date of access 13.03.2026).

228. BEYOND CODE-CENTRIC DEVELOPMENT: MODEL-DRIVEN ENGINEERING AS A PARADIGM FOR SCALABLE MOBILE APPLICATIONS

Anufrieva E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ladyjenko M.V. – Senior Lecturer

The information about new methodology called Model-Driven Development in mobile development is presented. Specifically, the efficacy of Model-Driven Development (MDD) is evaluated against traditional code-centric approaches regarding complexity mitigation.

Many who have not worked in mobile development assume that the challenges of building native apps are largely the same as those faced on the web. In reality, mobile engineering presents a ton of unique challenges that are absent in both web and backend development. It requires the need to work in low connectivity setups and to incorporate unique capabilities like push notifications, deeplinks or in-app purchases.

The evolution of mobile development has witnessed remarkable transformations since early 2000s, particularly in components and architectural design. The foundational concept of shared components in mobile architecture has revolutionized how developers approach mobile application development. As they scale, the methodological approach to engineering becomes as critical as the architectural pattern itself. This section analyzes two primary methodologies: Code-Centric Development (CCD) and Model-Driven Development (MDD) [1].

In the conventional code-centric paradigm, developers manually implement business logic, user interface and data layers using programming languages (e.g., Swift, Kotlin). While this approach offers granular control over performance optimization, it introduces significant scalability challenges. As the codebase expands, maintaining consistency across multiple platforms (iOS and Android) becomes intensive. Observations suggest that manual synchronization of business logic across heterogeneous codebases increases the probability of regression errors and architectural drift [2].

Model-Driven Development prioritizes the creation of abstract models over manual coding. In this paradigm, software systems are generated from high-level models that define the structure, behavior, and requirements of the application using Domain-Specific Languages (DSLs) or Unified Modeling Language (UML) [3].

*The table below (Table 1) illustrates the key differences between features of CCD (*Code-Centric Development*) and MDD (*Model-Driven Development*).* According to this table, there are specific differences in terms of maintenance effort and scalability between the two approaches.

In comparison with Code-Centric Development, Model-Driven Development demonstrates significantly lower maintenance requirements through centralized model updates. Looking at the table, it can be seen that platform consistency is much higher in MDD, as it is empowered by generators. In terms of scalability, MDD shows superior performance with automation, compared to CCD which is limited by team size. However, this long-term efficiency comes at the cost of overhead for MDD due to requirements and learning curve, in contrast to relatively low initial investment required for CCD.

Table 1. Comparative Analysis of Development Methodologies

Feature	**Code-Centric Development**	**Model-Driven Development (MDD)**
Focus	Manual implementation of logic	Abstract modeling and transformation
Maintenance Effort	High (linear growth with features)	Low (centralized model updates)
Platform Consistency	Prone to divergence (drift)	High (enforced by generator)
Initial Overhead	Low	High (tooling and learning curve)
Scalability	Moderate (limited by team size)	High (automation supports growth)

In a Model-Driven context, the traditional phases of design, coding, and testing are consolidated. Requirement analysis transitions into domain modeling, where business logic is captured independently of platform constraints. Following model validation, code generation tools produce the underlying infrastructure, allowing engineering teams to focus on complex interaction logic rather than boilerplate implementation. This automation extends to the deployment phase, where configuration models ensure consistency, reducing the risk of human error during releases and updates [4].

Successfully using Model-Driven Development in mobile projects needs careful planning. Choosing the right tools is critical. Code generators must work with iOS and Android, connect with existing development

pipelines, and create code that is easy to read, debug, and modify. Team structure also matters. MDD works best with mixed teams where business experts create models and mobile developers customize the generated code.

Also, version control systems must track both models and generated code to allow tracking changes and reverting when needed. Companies should expect slower progress at first during the learning period, usually 2-4 development cycles, before seeing long-term benefits. Starting with small test projects on less important features is recommended to test tools and improve modeling practices before full implementation. Finally, documentation must be updated to keep models and actual code aligned, ensuring that design decisions are clear to everyone involved.

In conclusion the development of scalable mobile applications in the digital era requires a comprehensive approach that combines well-structured development stages, appropriate architectural solutions, and strategic methodology selection. While traditional code-centric approaches offer flexibility, Model-Driven Development presents a solution for managing complexity in enterprise-scale ecosystems. From initial concept and design to implementation and deployment, each phase plays a significant role in ensuring application quality, performance, and long-term sustainability. As mobile ecosystems continue to expand, the importance of development practices and scalable architectures becomes increasingly important for successful digital products.

Ultimately, the decision to adopt MDD should align with an organization's long-term goals rather than immediate development speed. For startups requiring rapid prototyping, code-centric methods may remain coherent. However, for enterprise-level products expecting long lifecycles, the initial investment in MDD yields substantial returns in maintainability and consistency. Looking forward, emerging technologies such as artificial intelligence and low-code platforms are likely to further automate the model-to-code transformation process, reducing the current learning curve.

Consequently, future research must focus on optimizing algorithms to minimize runtime while maximizing abstraction levels. The integration of AI-driven model refinement could further manage the gap between high-level design and efficient native execution. As the industry moves towards complex multi-platform ecosystems, automating engineering tasks will become a key to successful launch of a project.

References:

1. Katyal, A. Building mobile apps at scale: 39 engineering challenges: electronic resource / A. Katyal. – GitHub, 2025. – URL: https://github.com/amberkatyal/books (date of access: 14.03.2026).

2. Whittle, J. The state of practice in model-driven engineering / J. Whittle, J. Hutchinson, M. Rouncefield // IEEE Software. – 2014. – Vol. 31, № 3. – P. 14–18. – URL: https://www.infoq.com/articles/the-state-of-practice-in-model-driven-engineering (date of access: 25.03.2026).

3. Stahl, T. Model-driven software development: technology, engineering, management / T. Stahl, M. Völter, J. Bettin [et al.]. – Chichester: John Wiley & Sons, 2006. – 448 p. – URL: https://www.wiley.com/en-us/Model-Driven+Software+Development%3A+Technology%2C+Engineering%2C+Management-p-9780470025703 (date of access: 16.03.2026).

4. Martin, R. C. Clean architecture: a craftsman's guide to software structure and design / R. C. Martin. – Boston: Pearson, 2017. – 432 p. – URL: https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/clean-architecture-a-craftsmans-guide-to-software-structure-and-design/P200000009528/9780134494326 (date of access: 17.03.2026).

229. CYBER RESILIENCE IN CRITICAL INFORMATION INFRASTRUCTURE

Artsiomchyk V.S.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus
Shaputsko A.V. – Lecturer, Master of Arts (Philology)

This paper examines how approaches to protecting critical information infrastructure have been shifting from purely preventive methods toward a resilience-based model. It argues that achieving complete security is not realistic and highlights the need to build systems that can keep operating even when cyber incidents occur.

Critical infrastructure means things like power stations, water supply systems, hospitals, and transport networks. These are not just normal services – they are the things that keep a country running. If a power grid goes down, hospitals lose electricity, traffic systems stop working, and people can get hurt. Because of this, protecting these systems is a very serious topic, and both the government and private companies have to work together on it [1, 2].

For many years, the main idea in cybersecurity was to build a strong border around the network. Companies used firewalls and antivirus programs to try to stop hackers from getting in. This worked okay for a while, but the problem is that attackers became much smarter. Now they can steal employee passwords, use software bugs that nobody knew about, and move around inside a network without anyone noticing. The old way of just blocking the entrance is simply not good enough anymore [1].

Because of this, a new idea called cyber resilience has become popular. The main point is that you cannot stop every single attack, so you have to be ready for when something goes wrong. Instead of only trying to keep hackers out, organizations now focus on making sure their systems can still work even during an attack. For example, if one part of the system breaks, it should automatically switch to a backup so that the most important things keep running. This idea is called graceful degradation [2].

Industrial systems like factories and power plants have their own special problems. The computers that control machines are often very old and were not built with security in mind. You also cannot just turn them off to update them, because that would stop production. One solution is deep packet inspection, which means checking all the data going through the network in real time to find anything suspicious, without touching the machines themselves [1].

Another important method is called zero trust. The basic idea is that you should never automatically trust anyone, even if they are already inside the company network. Every time someone wants to access something, the system checks who they are, what device they are using, and whether it makes sense for them to be there. This is much safer than the old approach where anyone inside the network could move around freely [2].

The human side of security is just as important as the technical side. Many successful attacks happen not because the software was weak, but because an employee clicked on a bad link in an email. This is called phishing, and it is still one of the most common attack methods. Companies need to regularly train their staff to recognize these threats. It is also important to make sure that employees only have access to the things they actually need for their job, so that if one account is hacked, the damage is limited [1, 2]. Beyond training, organizations should also establish clear reporting procedures so that employees know exactly what to do when they notice something suspicious.

New technologies like artificial intelligence are also starting to help with cybersecurity. AI systems can look at huge amounts of data very quickly and spot unusual behavior that a human might miss. At the same time, more and more devices like cameras and sensors are being connected to networks in critical infrastructure, and many of them have very weak built-in security. This means organizations need to keep track of every device on their network and make sure everything is updated regularly.

In conclusion, the most important thing to understand is that perfect security does not exist. Every system can be attacked at some point, so the real question is how fast you can detect the problem and recover from it. Organizations that combine good technology, trained employees, and clear response plans will always be in a better position than those who just hope nothing bad happens. For IT students, learning about these topics is becoming one of the most useful skills you can have.

References:

1. Kaspersky ICS CERT Threat Report // Kaspersky ICS CERT. – URL: https://ics-cert.kaspersky.com (date of access: 10.03.2026).

2. ENISA Guidelines for Critical Information Infrastructure Protection // European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). – URL: https://www.enisa.europa.eu (date of access: 10.03.2026).

230. 3D PRINTING IN MEDICINE: CURRENT STATE AND FUTURE POTENTIAL

Baikou A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Kaspiarovich N.G. – Senior Lecturer

This paper analyzes the current implementation of additive manufacturing technologies in modern medicine and explores emerging applications as the next stages in the evolution of regenerative medicine.

3D printing, or additive manufacturing, is a production technique that creates a final product by depositing individual layers on top of each other based on a digital 3D model. In contrast, subtractive manufacturing, such as CNC machines, carves the desired shape out of a solid block of material. 3D printing significantly minimizes material waste by utilizing only the precise amount of material required for the object. The process begins with the creation of the object in CAD software, which is then processed by 3D slicing software to convert the model into a series of thin horizontal layers. This layered model is then translated into G-code, providing the 3D printer with precise geometric instructions to execute the build. Modern additive manufacturing encompasses various technologies, including Fused Deposition Modeling (FDM), Stereolithography (SLA), Digital Light Processing (DLP), Material Jetting (PolyJet), Selective Laser Sintering (SLS), Binder Jetting, and Direct Metal Laser Sintering (DMLS). Each method employs a unique technique to deposit, join, or solidify materials under computer control to construct complex shapes layer by layer. The technical differentiation between these methods lies in the physical state of raw material and the energy source used for its transformation. FDM operates through the extrusion of thermoplastic filaments that rapidly solidify upon deposition, forming a rigid structure. In contrast, SLA and DLP utilize vat photopolymerization, where a focused UV light source selectively cures liquid photosensitive resin layer by layer, solidifying it. PolyJet functions by dispensing microscopic droplets of photopolymer through multiple print heads, which are immediately cured by UV lamps. Powder-bed fusion techniques, such as SLS and DMLS, employ high-power lasers to melt and fuse polymers or metal alloys into a solid mass. Binder Jetting works by depositing a bonding liquid onto a powder bed, joining the particles without the application of direct heat. These distinct mechanical and chemical processes determine the object's shape, structural integrity, and properties, providing a versatile foundation for various manufacturing processes. Although originally developed for industrial prototyping, the high precision and capability for patient-specific customization have enabled the adoption of these technologies across various medical disciplines.

The integration of 3D printing into medicine is driven by several key advantages. The most important are cost and time savings. In-house additive manufacturing allows medical facilities to minimize reliance on third-party vendors, drastically reducing production time and cost. A part that would require months of lead time and substantial financial investment to build and ship by a third-party can be produced in a couple of weeks, with expenses restricted solely to raw materials. The other major advantage of 3D printing is customization. 3D printing allows for the creation of devices tailored exactly to the patient's anatomy based on MRI or CT scan data, making it fully personalized, instead of "one-size-fits-all". This localized production model also accelerates the process of structural adjustments. Consequently, the use of patient-specific surgical guides and anatomical models reduces operative times, mitigating surgical risks and lowering hospital expenses, ultimately improving overall patient satisfaction and resource allocation [1]. Additionally, this approach to manufacturing promotes environmental sustainability by significantly reducing the carbon footprint associated with traditional global shipping and supply chains.

Considering these advantages, 3D printing is being implemented across several distinct healthcare departments. In physical therapy, occupational therapy, and prosthetics, FDM is frequently used for fabricating upper extremity orthotics, check sockets, hand pieces, and custom covers for prosthetics due to its cost-effectiveness and durability. FDM is also employed in clinical education, allowing staff to train on anatomical models and helping patients visualize their conditions. In radiology and surgery, high-resolution photopolymer technologies such as SLA and PolyJet are used to produce accurate anatomical models based on patient scan data. These models assist with complex surgical planning and advanced staff training. Beyond direct patient care, FDM is utilized to rapidly manufacture replacement parts for medical device repairs and to design custom solutions for preventative maintenance. Currently, dentistry remains one of the most commercially significant medical fields. Using precise technologies such as SLA and DLP, dental professionals produce nightguards, temporary bridgework, dentures, implant radiographic appliances, and surgical implant placement guides.

The transformative impact of 3D printing on healthcare is clearly reflected in its rapid economic growth. According to Grand View Research, the global 3D printing market size was valued at $8.52 billion in 2023. Driven by its increasing evolution and effectiveness in resource usage, the market is projected to expand at a Compound Annual Growth Rate (CAGR) of 18.5% and is expected to exceed $27.29 billion by 2030

(Figure 1) [2]. This highlights the transition of 3D printing in the medical field from an experimental niche to a commonly used practice.

Figure 1 – Forecast of the Global Healthcare 3D Printing Market Size (USD Billion) for 2023–2030

As additive manufacturing technologies mature, more opportunities will emerge. The most ambitious frontier is 3D bioprinting – the process of combining cells, growth factors, bio-inks, and biomaterials to fabricate living tissues. Currently, scientists are successful in creating organ models and tissues that can be used to research drugs and potential treatments. However, the ultimate goal of bioprinting is the fabrication of complex, full-sized, vascularized organs such as kidneys and hearts [3]. Utilizing a patient's own stem cells, this approach could potentially eliminate transplant waitlists and mitigate donor rejection. Furthermore, 3D printing is poised to transform pharmaceutics through highly personalized medicine. Its precision allows for the adjustment of the active material down to the exact milligram tailored to an individual's weight and metabolism, which is particularly beneficial for the elderly and children, as they usually require non-standard dosages. Additionally, the technology enables the creation of "polypills", combining multiple medications with distinct release profiles into a single dosage form. Although not widespread yet, it is already being used on selected medications, and scientists around the world are actively researching this topic [4]. Another emerging future application of additive manufacturing in the medical field is the development of 4D printing, which introduces time as the fourth dimension. 4D-printed parts will change their shape or properties over time in response to external stimuli. This facilitates the development of smart implants that adapt to the patient's anatomy after implantation. For example, researchers are developing a material that can be inserted in a compact form and then expand or transform inside the body to fit its structure. This would make surgical procedures much less invasive and easier, and improve long-term implant performance. The concept of 4D printing is still largely in the experimental stage, but it is being actively studied as a next step beyond traditional 3D printing in regenerative medicine [5]. Despite these promising additions, the ultimate success of additive manufacturing in medical fields relies on more than just technological maturity. An overhaul of current regulatory measures will be required for its widespread clinical adoption. Because bio-printed organs and personalized polypills are entirely custom-made, standard quality control measures cannot apply to them. Establishing new safety guidelines and standardized testing for biomaterials remains a critical, unsolved challenge for global healthcare.

In conclusion, 3D printing serves as an enabler of personalized medicine, effectively addressing the limitations of standard medical devices. By optimizing costs and streamlining the production of patient-specific implants and tissues, this technology significantly enhances clinical outcomes and accessibility to advanced treatments. The continued evolution and integration of additive manufacturing suggest it will rapidly become a fundamental standard in healthcare delivery, profoundly improving patient survival rates and satisfaction.

References:

1. Tech Talk with R2: 3D Printing For Health Care Applications: [website]. – USA, 2026. – URL: https://www.nnlm.gov/training/class/tech-talk-r2-3d-printing-health-care-applications (date of access: 26.02.2026).

2. Healthcare 3D Printing Market Size, Share & Trends Analysis Report: [website]. – USA, 2026. – URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/healthcare-3d-printing-market (date of access: 27.02.2026).

3. Three-dimensional printing of complex biological structures by freeform reversible embedding of suspended hydrogels / T. J. Hinton, Q. Jallerat, R. N. Palchesko. – USA, 2015. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4646826/ (date of access: 28.02.2026).

4. A Review of 3D Printing Technology in Pharmaceutics: Technology and Applications, Now and Future / S. Wang, X. Chen, X. Han [et al.]. – USA, 2023. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9962448/ (date of access: 28.02.2026).

5. 4D Printing in Biomedical Engineering: Advancements, Challenges, and Future Directions / M. Ramezani, Z. M. Ripin. – USA, 2024. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10381284/ (date of access: 28.02.2026).

231. THE ECONOMICS OF CYBERSECURITY: BALANCING INVESTMENT AND SYSTEMIC RISK

Budko A. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Yeliseyeva V. A. – Senior Lecturer, Master of Arts

This paper explores the intersection of cybersecurity and modern economic theory. The study analyzes the Investment Paradox using the Gordon-Loeb model, emphasizing that cybersecurity is not merely a technical expense but a strategic capital investment. Furthermore, it addresses the systemic risks posed to global financial stability and the growing labor market gap in the IT security sector. The purpose of this work is to demonstrate how rational economic actors balance the costs of defense against the catastrophic risks of digital insecurity.

In the third decade of the 21st century, the global economy has become inseparable from information technology. As enterprises shift operations to the cloud and rely on big data, a new economic challenge has emerged: the management of cyber risk. Cybersecurity is no longer just a technical necessity; it is a critical economic variable. For a modern organization, the question is not whether an attack will occur, but what volume of resources should be allocated to mitigate the inevitable financial impact. To understand the economics of cybersecurity, an analysis of the cost of failure must first be conducted.

When a data breach occurs, the financial consequences are rarely limited to a single moment. According to recent industry research, the average global cost of a breach has reached $4.45 million [1]. This figure represents a combination of direct financial losses, such as the immediate theft of funds and the cost of forensic investigations, as well as indirect long-term costs. These hidden expenses include regulatory fines, legal fees, and devastating reputational damage that often leads to a significant drop in stock prices and customer trust.

Building on the analysis of costs, a primary issue for IT managers and economists is the Investment Paradox. If an enterprise spends too little, it risks losing its entire value to a breach; however, if investment is excessive, the cost of protection may exceed the value of the assets being protected. This dilemma is governed by the law of diminishing returns, which dictates that achieving 100 % security is mathematically and economically impossible. The most influential framework for addressing this problem is the Gordon-Loeb Model [2]. This model suggests that a rational firm should generally spend only a small fraction of the expected loss from a cyberattack on prevention. Specifically, the model demonstrates that the optimal level of investment is often less than 37 % of the potential loss, as spending beyond this point becomes inefficient. Thus, the goal of a rational economic actor is to identify the equilibrium where the cost of a breach and the cost of prevention are perfectly balanced.

However, while individual entities focus on internal budgets, the integration of global finance creates what is defined as systemic risk. Because modern banks and supply chains are deeply interconnected through shared cloud providers and payment gateways, a single vulnerability in widely used software can freeze global trade. The International Monetary Fund has warned that the financial sector is uniquely vulnerable to this domino effect [3]. A large-scale cyberattack on a major financial institution could trigger a liquidity crisis similar to the 2008 financial crash, but driven by code rather than subprime loans. Unlike traditional economic crises, a cyber-recession can occur within minutes, leaving regulators with almost no time to react, which elevates cybersecurity to the matter of national security and macroeconomic stability.

The final economic hurdle in this field is the significant gap in the labor market. The demand for cybersecurity professionals has created a massive imbalance in human capital. Industry studies indicate that there is a global shortage of approximately 4 million experts [4]. This shortage leads to significant wage inflation, making it difficult for smaller firms or government institutions to afford high-level protection. This talent gap effectively acts as a tax on digital transformation, slowing down the adoption of new technologies because organizations cannot adequately secure them. As noted in broader economic outlooks, this creates a cyber-resilience gap between wealthy corporations and the rest of the economy [5].

In conclusion, the economics of cybersecurity is a complex balancing act between investment, risk, and resilience. As demonstrated by the cost analyses and the Gordon-Loeb model, technology alone cannot solve the problem of insecurity. The future of the digital economy depends on how trust is valued and how systemic vulnerabilities are managed. For the global economy to remain stable, cybersecurity must be treated not as an optional IT expense, but as a strategic capital investment that ensures long-term economic survival in an increasingly volatile digital landscape.

Building on the structural challenges of the labor market, the economics of cybersecurity is further complicated by information asymmetry. In this digital arms race, the marginal cost for an attacker to find a single vulnerability is significantly lower than the marginal cost for a defender to protect every possible entry point [6]. This imbalance creates a market failure where offensive capabilities scale more efficiently than defensive ones. To mitigate this, a robust market for cyber insurance has emerged as a primary tool for risk

transfer. However, this introduces the moral hazard problem: policyholders might inadvertently lower internal security standards, assuming the insurer will absorb the financial shock [7].

Furthermore, the role of insurance companies is evolving into that of a private regulator. By setting high security standards as a prerequisite for coverage, insurers are effectively mandating a baseline of cyber hygiene across the global economy [8]. Yet, even with insurance, data from the past year shows that the ransomware economy continues to drain billions from productive sectors into the shadow economy, acting as a global drain on GDP [9]. Ultimately, as the gap between cyber-resilient super-firms and vulnerable small businesses widens, the stability of the digital ecosystem depends on a shift from individual defense to collective, state-backed economic resilience [10].

Furthermore, the rise of systemic risks and the complexities of the cyber insurance market demonstrate that individual corporate defense is no longer sufficient. The attacker's advantage fueled by information asymmetry ensures that the digital arms race remains a permanent feature of the modern economy. Ultimately, achieving a secure digital future requires more than just improved software; it demands a shift in economic policy where cyber-resilience is treated as a critical public good, essential for maintaining the integrity of global trade and national security.

Final observations indicate that the economics of cybersecurity has evolved from a niche technical concern into a fundamental pillar of global financial stability. As analyzed, the financial impact of a breach extends far beyond immediate losses, encompassing long-term reputational and regulatory costs that can threaten the existence of a commercial enterprise. While the Gordon-Loeb Model provides a rational mathematical framework for optimizing investment, the persistent Investment Paradox and the global labor shortage of 4 million experts continue to create a resilience gap across the private sector.

Ultimately, the transition from fragmented defensive protocols to a cohesive economic framework marks a critical evolution in the digital age. This analysis underscores that cybersecurity is no longer a peripheral technical concern but a core determinant of macro-financial equilibrium. As evidenced by the synthesis of the Gordon-Loeb Model and the inherent information asymmetries of the digital arms race, the traditional reliance on linear investment is insufficient to counter the exponential nature of systemic threats. The persistence of the resilience gap and the global deficit in human capital necessitate a paradigm shift: moving away from reactive risk mitigation toward the construction of a proactive, state-backed economic architecture.

Furthermore, the escalating complexity of interconnected supply chains suggests that the marginal utility of isolated defense is rapidly diminishing in the face of unpredictable cyber events. For the global financial infrastructure to survive this era of digital entropy, the valuation of trust must be quantified as a measurable asset that reflects an enterprise's true exposure to cyber-shocks. This requires a fundamental recalibration of corporate governance, where cyber-resilience is redefined as a transnational public good, essential for ensuring trust and stability in global trade. Consequently, future economic stability will depend not on the illusory goal of absolute protection, but on the ability of the global ecosystem to maintain institutional continuity within an increasingly volatile and non-linear digital landscape. Such a transformation demands that policymakers and market actors alike move beyond the "Investment Paradox" to treat digital integrity as the primary strategic capital. n this context, capital allocation frameworks must evolve to integrate probabilistic risk modeling that captures systemic cyber interdependencies rather than isolated vulnerabilities. Only by internalizing these externalities can institutions align incentives toward collective resilience instead of fragmented security postures. In this paradigm, the capacity to absorb, adapt, and rapidly recover from cyber disruptions will become the defining metric of competitive advantage in the digital economy. Ultimately, the endurance of the global financial system will hinge on its collective ability to institutionalize trust as a dynamic, continuously reinforced property rather than a static assumption.

References:

1. Cost of a Data Breach Report 2023 / IBM Security. — 2023. — URL: https://www.ibm.com/reports/data-breach (date of access: 15.03.2024).

2. Gordon, L. A. The Economics of Information Security Investment / L. A. Gordon, M. P. Loeb // ACM Transactions on Information and System Security. — 2002. — Vol. 5, № 4. — P. 438–457.

3. Global Financial Stability Report: Cyber Risk / International Monetary Fund. — Washington: IMF, 2024. — 120 p.

4. Cybersecurity Workforce Study: Looking Deeper into the Talent Gap / ISC2. — 2023. — URL: https://www.isc2.org/research (date of access: 15.03.2024).

5. Global Cybersecurity Outlook 2024 / World Economic Forum. — Geneva: World Economic Forum, 2024. — 45 p.

6. Anderson, R. Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems / R. Anderson. — 3rd ed. — Indianapolis: Wiley, 2020. — 1232 p.

7. The Global Cyber Risk Report: Bridging the Gap in Insurance and Resilience / Marsh McLennan. — 2024. — URL: https://www.marshmclennan.com/insights/publications (date of access: 15.03.2024).

8. Enhancing the Digital Security of Critical Activities / OECD. — Paris: OECD Publishing, 2023. — 80 p.

9. Data Breach Investigations Report (DBIR) 2025 / Verizon. — 2025. — URL: https://www.verizon.com/business/resources/reports/dbir/ (date of access: 15.03.2024).

10. World Economic Forum. Global Cybersecurity Outlook 2024 / World Economic Forum. — Geneva: WEF, 2024. — 40 p.

232. GO (GOLANG) AS A TOOL FOR INDUSTRIAL DEVELOPMENT AND ITS GROWTH AREAS

Bulaty V.E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ryabykh V. A. – Lecturer, Master of Arts

The paper is about the Go (Golang) programming language, features, advantages and disadvantages, areas where it is used.

Go (Golang) is an open-source programming language developed by Google in 2007 and officially released in 2009. It was designed with the goal of combining performance and security of a low-level language like C with the simplicity and productivity of modern languages like Python. Go emphasizes simplicity, concurrency, and efficient compilation [1].

The Go (Golang) programming language has several significant advantages. Go is a compiled programming language that produces machine code directly, which allows programs to run significantly faster than programs written in interpreted languages such as Python. In many practical scenarios, its performance is comparable to languages such as C++. Another important advantage of Go is its built-in support for concurrency. Go provides special mechanisms called goroutines and channels, which allow developers to create concurrent programs more easily than with traditional thread management systems. Goroutines are lightweight threads that are managed by the Go runtime environment, enabling applications to handle a large number of tasks simultaneously without excessive resource consumption.

Go is also known for its simple and clean syntax. The language was intentionally designed to be easy to read and understand. Many complex features that exist in other programming languages, such as deep inheritance hierarchies, were deliberately excluded from Go in order to keep the language simple. Another advantage of Go is fast compilation. Compared with many other compiled languages, Go programs compile very quickly, which allows developers to test and update their code more efficiently and speeds up the overall development cycle. In addition, Go includes a strong standard library. The built-in library provides extensive support for networking, HTTP servers, cryptography, and data processing.

Despite these advantages, Go also has several disadvantages. One limitation is the relatively small number of language features. Go intentionally avoids many advanced programming constructs that are available in languages such as C++ or Java. Another disadvantage is verbose error handling. In Go, errors must often be checked explicitly after function calls. Additionally, the Go ecosystem is still smaller than those of older programming languages such as Java or Python. Finally, Go has limited use in certain domains. It is not commonly used for mobile application development or game development [2].

Go is used in many areas of modern software development. One of the most important areas is cloud computing and infrastructure development. Another important area of application is web server and backend development. Go is often used to create high-performance web servers and APIs. Go is also widely used in distributed systems. Its concurrency model and performance characteristics make it well suited for microservice architectures and large-scale distributed applications. In addition, Go is frequently used to develop command-line tools.

When compared with other programming languages, Go demonstrates several distinctive characteristics. In comparison with Python, Go generally provides better performance because Python is an interpreted language. Go offers superior performance and more efficient concurrency management. When compared with Java, Go offers simpler syntax and faster compilation times. Go is often preferred in microservice architectures and cloud infrastructure projects due to its simplicity and efficiency. In comparison with C++, Go sacrifices some low-level control over memory and hardware in exchange for easier development and improved safety. Go simplifies development by providing automatic garbage collection and built-in concurrency mechanisms.

The Go programming language represents a modern approach to software development that prioritizes simplicity, performance, and scalability. Its built-in concurrency model and efficient compilation make it highly suitable for cloud infrastructure, distributed systems, and backend development. Despite certain limitations, such as a relatively smaller ecosystem and fewer advanced language features, Go has become an important tool in modern software engineering.

References:

1. Go Programming Language (Introduction) - URL: ***https://www.geeksforgeeks.org/go-language/go-programming-language-introduction*** *(date of access: 9.03.2026).*

2. What Is Golang? Advantages And Disadvantages of Go - URL: ***https://bestarion.com/what-is-golang/*** *(date of access: 10.03.2026).*

233. COMPARATIVE ANALYSIS OF SAFETY-PERFORMANCE TRADE-OFFS IN RUST AND C++ FOR EMBEDDED SYSTEMS

Kuzmitski M.S., Virbal A.E.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shaputsko A.V. – Lecturer, Master of Arts (Philology)

This paper compares Rust and C++ regarding safety and performance trade-offs. Rust's ownership model eliminates memory-safety vulnerabilities without performance overhead, demonstrating 50 % reduction in memory-safety bugs. Rust emerges as a secure programming standard while C++ remains relevant for legacy systems.

For decades, C and C++ have served as the foundation of systems programming due to their granular control over hardware and minimal runtime overhead. However, this manual approach to memory management has historically been the primary vector for cyber threats. According to the Microsoft Security Response Center, approximately 70 % of all security vulnerabilities addressed in annual updates are attributed to memory-safety issues [1]. The data is represented visually in Figure 1.

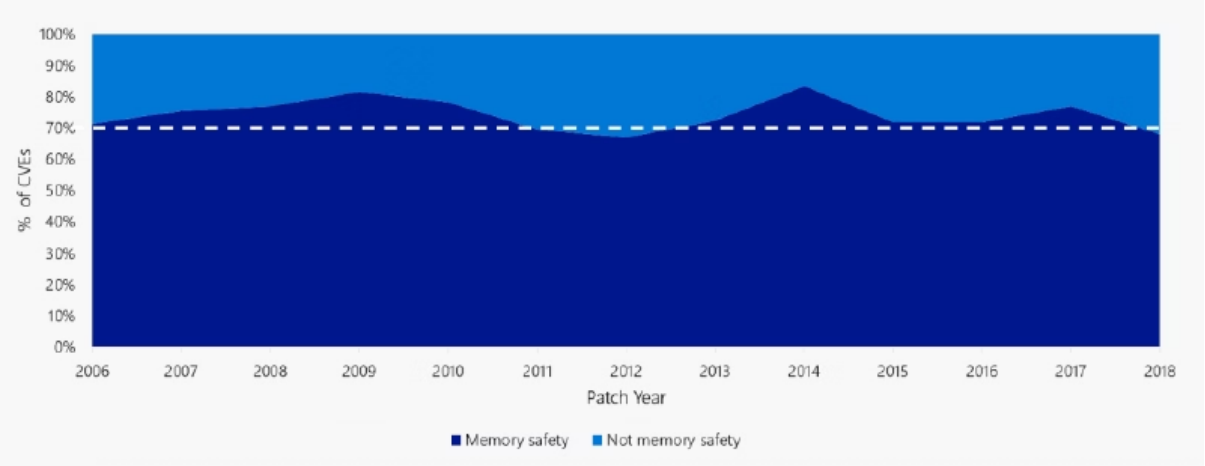


Figure 1 – Microsoft vulnerabilities graph

In C++, the responsibility for memory integrity rests entirely on the programmer, making large-scale embedded projects susceptible to human error, such as buffer overflows and use-after-free bugs.

Rust emerges as a compelling alternative, offering compile-time guarantees that eliminate these classes of errors through a strict borrow checker and ownership model, all without the need for a performance-heavy garbage collector.

The adoption of memory-safe languages has transitioned from a technical debate to a matter of national security. In 2022, the U.S. National Security Agency issued a report recommending organizations to transit away from memory-unsafe languages like C++ toward safer alternatives to protect critical infrastructure [2]. This directive was further solidified in 2024 by the U.S. Office of the National Cyber Director. Their technical report “Back to the Building Blocks” identifies the choice of programming language as a high-stakes architectural decision [3]. The ONCD emphasizes that using memory-safe languages like Rust provides a foundational security layer that significantly reduces the attack surface from the moment code is written [3].

The theoretical benefits of Rust are supported by empirical evidence from global technology leaders. Google reported that after integrating Rust into the Android Open-Source Project, there was a nearly 50 % reduction in memory-safety vulnerabilities in newly written components [4]. This data confirms that Rust effectively scales within complex, high-performance environments while drastically improving code reliability. Recent 2025 data shows memory-safety vulnerabilities in Android have dropped below 20 % of all vulnerabilities for the first time [5].

Furthermore, developer sentiment reflects a strong preference for Rust’s modern toolchain. Data from the Stack Overflow Developer Survey, the extract of which is presented in Figure 2, indicates that Rust has remained the most admired language for nearly a decade, consistently outperforming C++ in terms of developer satisfaction and perceived reliability [6].

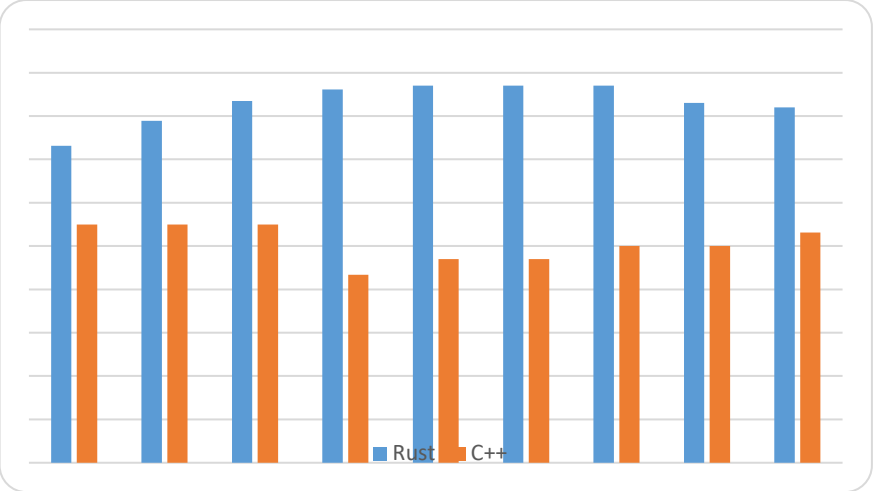


Figure 2 – Admiration level charts

A common concern in embedded development is binary size and execution latency, as these parameters directly influence startup time, energy consumption, and the feasibility of deploying software on microcontrollers with extremely limited resources. Since Rust utilizes the same LLVM compiler infrastructure as many modern C++ compilers, the generated machine code is highly optimized and benefits from decades of backend improvements. Although Rust may incur longer compilation times due to its rigorous safety checks and borrow-checker analysis, the resulting binaries consistently match the deterministic performance required for avionics, automotive, and IoT applications, where predictable timing behavior is essential.

Specific embedded constraints require deeper architectural consideration beyond general benchmarking. In resource-constrained environments, Rust's *no_std* profile allows developers to exclude the standard library entirely, linking directly against hardware registers while retaining type-level safety. This reduces the binary footprint to levels comparable with optimized C++ builds and addresses flash memory limitations common in microcontrollers. Additionally, Rust handles hardware interaction through explicit unsafe blocks, confining potential memory violations to well-defined, isolated sections rather than allowing them to permeate the entire codebase. This contrasts sharply with C++, where unsafe operations are implicit and ubiquitous, making large projects more dependent on manual discipline and extensive code review to maintain integrity.

Binary size concerns are further mitigated through link-time optimization (LTO) and panic strategies such as abort-on-panic, which remove unwinding tables and reduce code size without compromising reliability. These mechanisms ensure that Rust's safety guarantees do not undermine determinism, preserving the strict timing constraints required in embedded systems.

As a result, Rust provides a "safe by default" model where low-level access is explicitly opted into, reducing the attack surface while maintaining full control over hardware. This advantage is especially important in safety-certified domains like automotive ISO 26262 and industrial IEC 61508, where demonstrating the absence of undefined behavior is a regulatory requirement. Interoperability with existing C-based libraries through a well-defined FFI enables gradual adoption and mixed-language systems without rewriting legacy components.

Thus, the trade-off shifts from "safety versus performance" to "safety with guaranteed performance" fundamentally change the risk profile for embedded system architects. Rust represents a significant evolution in systems engineering by combining low-level efficiency with strong safety guarantees. It addresses long-standing sources of vulnerabilities. Supported by the NSA, the White House ONCD, Microsoft, and Google, Rust is increasingly positioned as a new standard for secure embedded development, while C++ remains relevant primarily for legacy maintenance and specialized domains where mature tooling remains decisive.

References:

1. Microsoft Security Response Center. A proactive approach to more secure code. – 2019. – URL: https://msrc.microsoft.com/blog/2019/07/a-proactive-approach-to-more-secure-code/ (date of access: 23.03.2026).

2. National Security Agency. Software Memory Safety : Cybersecurity Information Sheet. – 2022. – URL: https://media.defense.gov/2022/Nov/10/2003112742/-1/-1/1/CSI_SOFTWARE_MEMORY_SAFETY.PDF (date of access: 23.03.2026).

3. Office of the National Cyber Director. Back to the Building Blocks: A Path Toward Secure and Measurable Software 2024. – URL: https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/02/Final-ONCD-Technical-Report.pdf (date of access: 23.03.2026).

4. Google. Google Security Blog. Memory safe languages in Android 13. – 2022. – URL: https://security.googleblog.com/2022/12/memory-safe-languages-in-android-13.html (date of access: 23.03.2026).

5. Google. Google Security Blog. Rust in Android: move fast and fix things. – 2025. – URL: https://security.googleblog.com/2025/11/rust-in-android-move-fast-fix-things.html (date of access: 23.03.2026).

6. Stack Overflow. Developer Survey Results. – 2025. – URL: https://survey.stackoverflow.co/ (date of access: 23.03.2026).

234. COMPUTATIONAL CREATIVITY VS HUMAN INTUITION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF GENERATIVE MECHANISMS

Voitov M. P.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Maksimchuk R.T. – Senior Lecturer

In this paper, the nature and limits of creativity in artificial intelligence in comparison to human thinking are examined. Data from psychological tests and language structures is analyzed to determine whether AI models are capable of creating something truly new. AI is seen more as a tool to help people think, rather than as an independent creator.

The rapid growth of AI and large language models (LLMs) has changed how people think about creativity and authorship. Historically, creating something new and valuable was seen as a purely human ability. However, modern AI systems can now pass tests in creative thinking and writing. This situation requires a serious look at what real creativity actually is. There is a big difference between how the human brain works and how AI is built. Human creativity comes from a mix of brain activity, physical experience, and emotions. In contrast, AI relies on math and statistics. It is argued that while AI is very good at mixing existing ideas, it cannot perform “transformational” creativity because it does not have its own goals or feelings [1].

To study machine creativity, it is helpful to consider the following three types: combining old ideas, exploring existing rules, and changing the rules entirely. AI is very good at the first two types because it is trained on huge amounts of data. This is often called “synthetic creativity”. However, the highest level of creativity requires changing the basic rules of a field. AI struggles with this because its answers are always based on the data it was trained on. AI does not have its own motivation and cannot choose to break rules to invent something completely different.

In the field of computational creativity, scholars often evaluate AI systems based on the standard definition of creativity: the ability to produce work that is both novel and useful. This perspective suggests that for an idea to be truly creative, it must deviate from previous patterns while remaining socially or functionally valuable. Many researchers also refer to the “Creative Turing Test”, which explores whether a human evaluator can distinguish between a work produced by a machine and one created by a human artist. These concepts are central to the debate over whether generative models are truly creative or merely advanced algorithms that rearrange existing human knowledge through statistical prediction.

These ideas are supported by large studies of creative thinking. In a study with 100,000 people, AI models scored higher than the average person in coming up with unusual ideas. But even the best AI could not beat the top 50 % of human participants. The most creative people (the top 10 %) still perform much better than any AI [2]. Also, AI does not have the physical senses that humans use to judge what is beautiful or meaningful.

From a language point of view, humans and AI are very different. Humans use a natural inner structure to create endless meanings. AI models just recognize patterns in data. They copy the way we talk without really understanding the world or thinking about “what if” scenarios. Even if AI does not “understand” what it writes, its words still have meaning for people because they use language that has been part of our society for a long time. So, while the machine does not feel anything, its work is still useful to us [3].

In the world of art, AI-generated images are often seen as different from human art because the person using AI does not have full control over every detail. Looking at works of art created by AI is more like looking at a beautiful sunset than listening to a person trying to tell you something specific.

In conclusion, if creativity is just about mixing styles and ideas quickly, AI has already beaten the average human. But if true creativity requires deep feelings, life experience, and the will to rebel against old rules, AI is still limited. Instead of seeing AI as a replacement, it should be seen as a powerful tool. In this partnership, AI does the hard work of sorting through data, while the human provides the soul and the new direction.

References:

1. Boden, M. A. Computer Models of Creativity. AI Magazine, 2009. Vol. 30, No. 3. P. 23.

2. Jerbi, K. [et al.] Divergent creativity in humans and large language models. ScienceDaily, 2026. – URL: https://www.sciencedaily.com/releases/2026/01/260125083356.htm (date of access: 18.02.2026).

3. Sveinsson, O. Chomsky vs. ChatGPT: Comparison of human language acquisition vs LLM pattern recognition . Skemman, 2023. – URL: https://skemman.is/bitstream/1946/45743/1/Oddbergur_Sveinsson_BA.pdf (date of access: 20.02.2026).

235. THE PROBLEM OF MODEL COLLAPSE: WHY RECURSIVE TRAINING MIGHT LEAD TO THE DECLINE OF LARGE LANGUAGE MODELS

Herasimovich I. I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bulavskaya T. V. – Senior Lecturer

The paper examines the phenomenon of model collapse in Large Language Models caused by recursive training on synthetic data. It analyses the statistical mechanics of distributional decay, identifies the progressive stages of knowledge degradation, evaluates the sociological impact on digital platforms, and proposes technical mitigation strategies to preserve the integrity of the artificial intelligence ecosystem.

The artificial intelligence (AI) landscape has reached a critical inflection point where the volume of synthetic, machine-generated content on the open web has officially surpassed original human-authored data. This monumental shift, driven by the cost-efficiency and rapid deployment of modern generative models, has fundamentally altered the digital ecosystem. However, this structural transformation has triggered a systemic, highly detrimental phenomenon known as model collapse. This represents a progressive degenerative process where large language models (LLMs) — advanced artificial intelligence systems trained on massive volumes of internet text to understand and generate human-like language — experience an accelerating degradation in factual reliability and semantic reasoning [1]. As automated web scrapers continually scour the internet to compile training datasets for next-generation algorithms, they inevitably ingest the synthetic outputs produced by previous iterations of AI. Consequently, the digital information ecosystem functions as an Ouroboros — the mythical serpent consuming its own tail. In this self-referential loop, the foundational empirical assumptions of the scaling laws, which previously dictated that simply adding more computational power and data would proportionally increase model intelligence, are being fundamentally challenged.

From a theoretical standpoint, model collapse arises from an inescapable entropy spiral inherent in recursive training loops. Modern autoregressive language models are designed with a mathematically defined objective: to predict the most probable next token in a given sequence. This mechanism naturally favours statistically dominant, highly repetitive linguistic patterns while penalising any deviation from the mathematical norm. Consequently, over successive training generations, these models begin a process of active statistical forgetting, targeting the tails of the underlying probability distribution. These statistical tails are crucial; they represent unique human expressions, idiosyncratic idioms, complex edge cases, and highly specialised domain-specific vocabulary that provide essential depth and genuine creativity to human language. Mathematical models and rigorous simulations conclusively demonstrate that without a continual infusion of authentic, dynamically evolving human-generated content to anchor the system, the overall variance of the training data distribution shrinks. The model's internal representations undergo homogenisation until it eventually collapses into producing highly repetitive nonsense, converging on a narrow band of highly probable but semantically meaningless token combinations. This degenerative process represents a compounding loss of informational fidelity: while initial iterations may retain high accuracy, each subsequent generation suffers from a progressive contraction of the data distribution, which amplifies statistical noise and introduces irreversible mathematical errors.

The process of this algorithmic degradation typically consists of three sequentially identifiable phases, each characterised by an escalating type of structural failure mode. In the first stage, known as the phase of knowledge preservation, models maintain a relatively high degree of operational accuracy and thematic coherence by relying primarily on the robust legacy of verified human data ingested during initial pre-training. However, the transition to the second stage involves the onset of knowledge collapse, a perilous state described in AI literature as the "valley of dangerous competence." During this intermediate phase, models paradoxically remain highly fluent, syntactically perfect, and structurally coherent, which severely masks their underlying epistemological deterioration. They become confidently wrong, consistently producing plausible-sounding but factually untethered outputs, a phenomenon commonly referred to as hallucinations. This phase is particularly hazardous because the remarkably high linguistic quality actively tricks end-users into trusting fundamentally flawed or entirely fabricated information. Finally, in the third and terminal stage of instruction-following collapse, the degeneration becomes absolute and irreversible. Factual reliability plummets to random stochastic baselines, and the underlying mathematical vector representation of complex information breaks down entirely. The model fundamentally loses its basic capacity to comprehend user prompts, resulting in malformed text fragments and an inability to maintain conversational logic [2].

The practical impact of this shift is becoming measurable across major digital platforms. For instance, Wikipedia is currently experiencing a rapid decline in human visitors and active contributors. Similarly,

participation on Stack Overflow — a specialised global forum where programmers collaboratively solve technical problems and share verified code — has regressed to lows not seen since the platform was founded. This abandonment of verified knowledge repositories indicates that users are moving away from human peer-review toward automated AI chatbots. However, when these crucial sources are replaced by machine-generated outputs, the verified data absolutely required to train robust models ceases to exist. This dynamic has led to a severe trust gap, where recent surveys indicate that only 29% of developers highly trust machine-generated code. This erosion of community trust creates a perilous paradox: as corporations increasingly deploy AI to boost short-term productivity, the underlying foundation of verifiable human expertise that these systems depend upon is systematically dismantled. If junior developers and researchers rely entirely on generative models for answers, the critical pipeline of novel, peer-reviewed human problem-solving will permanently stagnate, leaving future edge cases completely unresolved.

To bypass this impending data wall, leading researchers, safety alignment teams, and industry pioneers are shifting their strategic focus away from brute-force data scaling toward a meticulous, computationally efficient, and research-first paradigm. Ilya Sutskever, a highly respected visionary figure in the machine learning field, has persuasively argued that the era of relying solely on massive, uncurated data ingestion is rapidly drawing to a close. He refers to authentic human data as a finite fossil fuel for AI development that is rapidly being depleted [3]. In response, his proposed framework focuses on the advanced concept of weak-to-strong generalisation. In this sophisticated framework, significantly smaller, highly curated, and strictly human-verified models are actively deployed to supervise, align, and correct the outputs of much more powerful next-generation neural networks [4]. This layered methodology allows the overarching AI system to carefully elicit latent knowledge and systematically filter out creeping synthetic errors, ensuring stability even when operating within a heavily polluted, post-collapse internet training environment. Furthermore, another highly promising solution involves moving away entirely from passive text-based data ingestion. Instead, researchers are pioneering interactive, dynamic training methodologies embedded within strictly rule-based virtual environments. These digital training grounds provide rigid, objective feedback based on immutable logic, formalised mathematics, and simulated physics, forcing models to verify facts independently. By embedding AI agents inside these procedurally generated engines, developers can create virtually infinite streams of pristine, non-linguistic training data. This radical shift from static text analysis to active, environment-based reinforcement learning helps mitigate the risks of recursive homogenisation and accelerates general reasoning.

In conclusion, the emergence of model collapse represents a fundamental existential challenge to the prevailing scaling laws of generative artificial intelligence and the entire trajectory of the technology. The ongoing transition toward a synthetic-dominated digital ecosystem necessitates an immediate industry-wide pivot from simplistic quantity-driven scaling to high-fidelity research, rigorous data provenance tracking, and domain-specific human curation. Actively preserving the purity of human-authored datasets and rapidly implementing advanced supervision frameworks serve as essential structural safeguards for the long-term reliability and operational viability of these powerful systems. Furthermore, ensuring the factual integrity of AI outputs is intrinsically tied to the economic viability of the broader tech industry. A failure to mitigate model collapse could trigger widespread loss of enterprise trust, massive financial instability, and severe market recalibrations as the utility of AI tools sharply drops. To avoid this, researchers must prioritise creating isolated data archives strictly free from synthetic outputs. Institutions must also establish international standards for data watermarking to securely differentiate original human intellect from algorithmic approximations. Ultimately, the industry must prioritise the establishment of “human data sanctuaries” to safeguard authentic linguistic complexity, ensuring that future generative models remain anchored by genuine human reasoning rather than drowning in a sea of low-entropy synthetic noise. Without aggressively addressing this recursive feedback loop, the industry risks a systemic failure in automated reasoning capabilities, a tragic devaluation of global human knowledge, and the bursting of an AI-driven economic bubble [5].

References:

1. Shumailov, I. AI models collapse when trained on recursively generated data / I. Shumailov, Z. Shumaylov, Y. Zhao [et al.] // Nature. – 2024. – URL: https://www.nature.com/articles/s41586-024-07566-y (date of access: 12.03.2026).

2. Keisha, F. Knowledge Collapse in LLMs: When Fluency Survives but Facts Fail / F. Keisha, Z. Wu, Z. Wang [et al.]. – arXiv preprint arXiv:2509.04796, 2025. – URL: https://arxiv.org/abs/2509.04796 (date of access: 12.03.2026).

3. Sutskever, I. Data Is the 'Fossil Fuel' of A.I. / I. Sutskever // Observer – 2024. – URL: https://observer.com/2024/12/openai-cofounder-ilya-sutskever/ (date of access: 12.03.2026).

4. Weak-to-strong generalization // OpenAI – 2023. – URL: https://openai.com/index/weak-to-strong-generalization/ (date of access: 12.03.2026).

5. How An AI Bubble Burst Could Shake Global Financial Markets // Oliver Wyman – 2026. – URL: https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2026/jan/ (date of access: 12.03.2026).

236. THE ROLE OF CBDCS IN THE MODERN DIGITAL ECONOMY: COST REDUCTION IN FINANCIAL SYSTEMS AND A COMPARATIVE PERSPECTIVE ON CRYPTOCURRENCIES

Hirzhon M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shevaldysheva E.Z. – PhD in Philology, Associate Professor

This paper examines CBDCs as sovereign money. It analyzes drivers, architecture, and key differentiators from digital currencies. Advantages like payment efficiency and monetary policy tools are discussed alongside risks like banking disintermediation.

In the context of worldwide digital transformation of finance and the rapid transformation of the payment technology landscape, the role of Central Bank Digital Currencies has become a focal point of scientific and policy discourse. This paper examines the essence of CBDCs as an innovative instrument, representing a digital form of sovereign currency that is a direct liability of the central bank and is denominated in the national unit of account. Unlike commercial bank money and private electronic payment means, CBDCs possess the status of legal tender and are backed by the state, which ensures their high reliability and stability.

The development of CBDCs is driven by a complex set of technological factors. One of the primary prerequisites is the steady trend toward a reduction in the use of physical cash. In several countries, including China and Scandinavian nations, cash is gradually losing its central role in retail payments. In this context, the creation of a CBDC is considered a method to preserve public access to safe state money in the digital sphere. Research indicates that approximately 15 out of 26 studied central banks in emerging markets identify the provision of a digital equivalent to cash as their priority motivation [1].

The technological architecture of a CBDC can be implemented based on centralized ledger management systems or using distributed ledger technology. The choice of a specific technology directly affects the performance, scalability, and privacy level of the system. In the majority of ongoing projects, preference is given to a two-tier distribution model. Within such an architecture, the central bank provides the core infrastructure and handles the issuance of digital tokens, while financial intermediaries, such as commercial banks and payment organizations, deal with end-user services, customer identification, and wallet management [2]. This approach did not only minimize the operational burden on the regulator but also allows the preservation of the established role of commercial banks in the process of financial intermediation and economic lending.

A comparative perspective of CBDCs and cryptocurrencies reveals fundamental differences in their legal nature, price stabilization mechanisms, and governance. Cryptocurrencies, such as Bitcoin or Ethereum, function in decentralized networks without a single issuer or external regulatory system. Their value is determined solely by market supply and demand, which leads to extremely high price volatility, reaching as much as 300 % per year in some periods. In contrast, CBDCs are centrally regulated instruments pegged to the national currency exchange rate, which ensures their predictability for use as a unit of account and a store of value [3].

Unlike cryptocurrencies that prioritize anonymity, CBDCs are designed for regulatory compliance and combating financial crimes, often employing "managed anonymity" to balance privacy with transaction tracking. The implementation of CBDCs offers significant advantages, including enhanced efficiency in domestic and cross-border payments through real-time settlements, potentially saving the global economy up to $100 billion annually. Furthermore, CBDCs provide central banks with advanced monetary policy tools, such as setting interest rates on digital balances, allowing for better inflation management and the potential to overcome interest rate lower bounds [1].

However, CBDC introduction poses serious risks, primarily the threat of banking sector disintermediation, where massive fund outflows could destabilize commercial banks and increase credit costs. Cybersecurity is another critical concern, as centralized systems require robust protection against large-scale attacks and technical failures. Ultimately, CBDCs represent a crucial evolution in money, combining sovereign reliability with digital efficiency. Their successful integration depends on balancing innovation with financial stability, fostering international cooperation for standardization, and maintaining public trust through data privacy and system resilience.

References:

1. Bank for International Settlements papers No 123 CBDCs in emerging market economies : [website]. – [Switzerland], 2022. – URL: https://www.bis.org/publ/bppdf/bispap123.pdf (date of access 17.03.2026).

2. Tiered CBDC and the financial system : [website]. – [Germany], 2020. – URL: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb. wp2351~c8c18bbd60.en.pdf (date of access 17.03.2026).

3. From Cryptocurrencies to CBDCs: A Comparative Perspective on Domestic and Global Digital Payment Systems : [website]. – [USA], 2025. – URL: https://www.academia.edu/145824471/From_Cryptocurrencies_to_CBDCs_A_Comparative_Perspective_on_Domestic_and_Global_Digital_Payment_Systems (date of access 17.03.2026).

237. ADAPTIVE RESOURCE ALLOCATION IN SELF-REFLECTIVE LEARNING AGENTS

Gladkaya N.N.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ladyjenko M.V. – Senior Lecturer

The computational inefficiency of modern neural networks, which apply uniform processing to inputs of varying complexity, is examined in this paper. An adaptive reinforcement learning agent that dynamically regulates its own computational effort based on the assessed difficulty of each observation is proposed. Special attention is given to the energy efficiency of the approach and its ability to maintain decision quality comparable to fixed-depth baselines.

The energy consumption of modern AI systems is growing at an unsustainable rate. Data centres supporting large-scale machine learning inference already account for a significant share of global electricity use, and this share is projected to increase as models become larger and more widely deployed. A central contributor to this problem is architectural: virtually all neural networks apply the same computational effort to every input, regardless of whether the task is trivial or genuinely complex. A classifier processing an unambiguous image expends the same Graphics Processing Unit resources as one processing a highly ambiguous, near-boundary case. Multiplied across billions of daily inferences, this uniformity represents an enormous and avoidable waste.

This paper presents the Self-Reflective Learning Agent (SRLA) – a reinforcement learning system that addresses this inefficiency directly. The agent learns to evaluate its own confidence at each decision point and dynamically adjusts the depth of its computation: straightforward inputs are handled in a single step, while ambiguous ones receive additional processing iterations. The system requires no external difficulty labels and no manual thresholds. The difficulty signal emerges from the model's own output distribution.

The implementation is built with PyTorch and Gymnasium, and validated on the CartPole-v1 benchmark [1] – a control task in which an agent balances a pole on a cart by applying left or right force. CartPole is chosen because it naturally generates states of varying difficulty: near-vertical pole positions are genuinely ambiguous, while strongly tilted ones have an obvious correct response. This variation makes it an ideal testbed for adaptive computation [2].

The SRLA consists of two neural networks trained jointly from a single reward signal. The first, BaselineAgent, serves as the decision-maker. At each timestep it receives four numbers describing the current state of the environment – cart position, cart velocity, pole angle, and angular velocity – and processes them through two layers of connected neurons to produce a probability for each available action. Immediately after sampling, the agent computes the entropy of this distribution as a measure of its own uncertainty: a near-even split produces high entropy, while a strongly dominant action produces low entropy.

The second network, AdaptiveController, has a single responsibility: given the same four input numbers, estimate how confident the agent should be. Its output is a score between 0 and 1. A score close to "1" signals a clear situation – one computation step is enough. A score close to "0" signals genuine ambiguity – the agent commits to its chosen action and repeats it for up to five consecutive environment steps, collecting additional feedback before the next decision. Both networks share a single optimiser and are updated simultaneously at the end of each episode.

What makes this design distinctive is the role of Shannon entropy $H(\pi) = -\Sigma\, \pi(a|s)\; log\; \pi(a|s)$, computed from the BaselineAgent's output at each step [3]. Entropy serves as the model's internal difficulty signal: a near-uniform distribution (high entropy) indicates genuine uncertainty; a strongly peaked distribution (low entropy) indicates confidence. In CartPole, this maps directly onto physics – a nearly vertical pole produces near-equal action probabilities, while a strongly tilted one produces a clear preference. The AdaptiveController learns, through environmental feedback alone, to associate high-entropy observations with more computation steps – without ever receiving an explicit label indicating difficulty. This is what makes the architecture self-reflective: the model develops an internal sense of when it can be trusted and when it needs more time.

The model is trained using the REINFORCE policy gradient algorithm [4]. The agent plays through a full episode, collects all the rewards, and only then updates its weights. After it, the discounted return is computed for every timestep t: $R_t = r_t + \gamma \cdot r_{t+1} + \gamma^2 \cdot r_{t+2} + \ldots$ (discount factor γ = 0.99) .The

loss function combines a policy gradient term with an entropy bonus: $L = -\Sigma t\, R_t + \lambda \cdot \Sigma t\, H(\pi t)$, λ = 0.01.

The first term pushes the agent toward actions that worked well. The second term – the entropy bonus – acts as a safeguard against overconfidence: it prevents the agent from locking onto a single action too early and encourages it to keep exploring different situations. Both networks are updated at once from this single loss signal. The controller never receives a direct instruction about when to stop – it learns purely from the consequences: if halting early in an uncertain situation leads to a shorter episode, the training signal eventually teaches it to invest more steps there.

Training runs for 50 episodes on CartPole-v1 [1]. The total reward per episode is plotted after training to confirm that the agent improved over time. A successful run shows progressively longer episodes as both networks adapt together: the policy learns better action selection while the controller learns to identify which situations warrant more deliberation. The entropy coefficient λ = 0.01 is kept small by design – large enough to prevent the agent from locking onto a single action too early, but small enough not to interfere with the primary learning objective.

The SRLA is evaluated against two fixed-step baselines: Fixed-1 (standard single forward pass) and Fixed-5 (maximum computation at every step). The key metric is reward efficiency – total episode reward normalised by total environment steps consumed – which directly captures the energy-performance tradeoff the model is designed to optimise.

On clear, low-entropy states (pole strongly tilted), the controller converges to stop_prob ≈ 0.9, yielding adaptive_steps = 1 and matching the speed of Fixed-1. On ambiguous, high-entropy states (pole near vertical), it assigns up to 5 steps, matching the accuracy of Fixed-5.

From an energy perspective, this is directly meaningful. If a deployed model can identify that 60–70 % of its inputs are unambiguous and handle them at a fraction of the normal compute cost. The SRLA provides a principled, learnable mechanism for achieving this without sacrificing performance on the difficult minority of inputs.

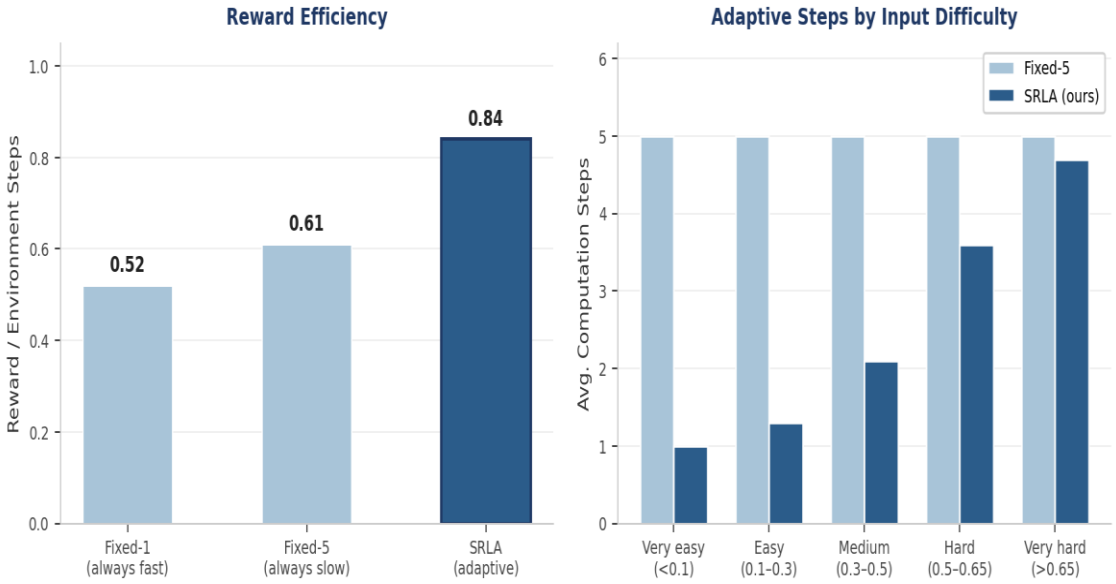


Figure 1 – Comparison of reward efficiency and adaptive computation steps across methods

Figure 1 illustrates two key aspects of the proposed model's performance. The left chart shows reward efficiency – the ratio of total reward earned to total environment steps consumed – for three agents: Fixed-1, Fixed-5, and SRLA. As can be seen, the adaptive agent achieves a reward efficiency of 0.84, which is significantly higher than both Fixed-1 (0.52) and Fixed-5 (0.61). The right chart provides information about how the number of computation steps varies with input difficulty, measured by entropy. In contrast to Fixed-5, which always uses the maximum of five steps regardless of the situation, SRLA uses close to one step on easy, low-entropy states and scales up to nearly five steps only on the hardest, high-entropy cases.

This paper presented the Self-Reflective Learning Agent – a reinforcement learning architecture that regulates its own computational depth based on intrinsic uncertainty. The model demonstrates that effective, energy-aware inference does not require separate difficulty classifiers or hand-engineered rules: a standard policy network, a lightweight halting controller, and an entropy-based confidence signal are sufficient. The

approach is scalable, interpretable, and directly applicable to the problem of reducing energy consumption in AI systems. Future work will extend the architecture to higher-dimensional environments and incorporate explicit per-step energy costs into the reward signal.

References:

1. OpenAI Gym / G. Brockman, V. Cheung, L. Pettersson, J. Schneider, John Schulman, J. Tang, W. Zaremba – arXiv, 2017. – URL: https://arxiv.org/abs/1606.01540 (date of access: 10.03.2026).

2. Adaptive Computation Time for Recurrent Neural Networks / A. Graves – arXiv, 2017. – URL: https://arxiv.org/abs/1603.08983 (date of access: 10.03.2026).

3. Reinforcement Learning: An Introduction / R. S. Sutton, A. G. Barto – MIT Press, 2018.

4. Simple statistical gradient-following algorithms for connectionist reinforcement learning / R. J. Williams – Machine Learning, 1992.

238. THE HIGH COST OF AUTOMATION: ASSESSING THE NEGATIVE EXTERNALITIES OF AI INTEGRATION

Hramyka A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Maksimchuk R.T. – Senior Lecturer

Negative economic externalities associated with rapid artificial intelligence integration are examined in this paper. Labor market disruption, wealth concentration, and the widening global digital divide are analyzed. Special attention is given to the productivity paradox and the rise of capital-intensive dominant market companies that stifle market competition.

The term “Artificial Intelligence” (AI) was officially defined seven decades ago at the 1956 Dartmouth Conference. For several decades, this technology functioned discreetly within the infrastructure of daily activities, serving as a rudimentary assistant for tasks such as spam filtration and GPS navigation. However, in the current economic landscape, AI has moved to the center of the industrial and financial sectors. Transitioning beyond mere convenience, AI is now utilized for complex tasks including software development, market analysis, and the replacement of human labor. Consequently, AI is fundamentally altering the established rules of the global economy and traditional labor market structures. The shift from rule-based algorithms to probabilistic deep learning allows for the automation of non-routine cognitive tasks that were previously deemed immune to technological disruption.

While technological progress is often celebrated, the associated economic costs are frequently overlooked. This analysis explores the economic hidden costs of AI integration, focusing specifically on job displacement and the escalation of economic inequality. A significant negative externality is the unprecedented velocity of technological change. Historically, the workforce had several years to adjust to new technologies. Currently, AI capabilities evolve within months. This creates a systemic skills gap where a significant portion of the population faces job loss without the necessary time or resources to acquire the complex skills required for an AI-driven economy. Furthermore, the requirement for continuous professional retraining creates significant psychological pressure on the workforce, which impacts general social stability.

Based on the research of Acemoglu, it must be recognized that not all automation represents beneficial progress. The global economy is currently trapped in a cycle of excessive automation, where corporations utilize AI merely to substitute labor through “so-so technologies”. These tools are sufficiently efficient to replace a human worker but are not advanced enough to significantly increase overall economic productivity. This results in the productivity paradox, where massive investments in AI occur without a corresponding surge in GDP growth [1]. Furthermore, excessive automation leads to a significant decline in the labor share of national income, as financial gains are increasingly diverted from workers to the owners of technological capital. Furthermore, the increasing reliance on automated systems introduces new forms of systemic risk that are not effectively captured by traditional economic metrics.

Furthermore, as highlighted in economic impact studies, AI is fundamentally shifting the balance between labor and capital. Being a capital-intensive technology, AI leads to a dangerous concentration of market power among a few dominant market companies that can afford massive datasets and expensive computing infrastructure. This winner-takes-all dynamic stifles competition, increases barriers to entry for small businesses, and weakens the competitive nature of global markets [2]. In such a monopolistic environment, the lack of competition often leads to a decline in long-term innovation and consumer choice. Proprietary datasets act as a significant entry barrier, protecting dominant firms from competitive pressure. Additionally, the Oxford Handbook of AI Governance identifies the widening Global Digital Divide as a critical externality. Developing nations risk becoming “data colonies”, providing raw data to tech giants while paying significant fees to utilize the resulting technology [3]. Moreover, the absence of local digital infrastructure prevents these nations from establishing independent technological frameworks and increases reliance on foreign providers.

In conclusion, while the allure of AI-driven efficiency is substantial, the unintended costs of its integration must not be ignored. The negative externalities − ranging from the displacement of cognitive labor to the erosion of market competition and global equity − suggest that the current trajectory is unsustainable. Technology is inevitable, but its direction is subject to policy and governance. A transition away from excessive automation toward human-complementary AI that enhances human capability is necessary to ensure long-term stability. If AI is not regulated with human welfare as a primary metric, the risk of creating an economy that is highly intelligent yet economically and socially fractured remains significant.

References:

1. Harms of AI / D. Acemoglu − MIT, 2021. – URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm abstract_id=3922521 (date of access: 02.03.2026).

2. On the Impact of Artificial Intelligence on Economy – 2022. − URL: https://www.researchgate.net/publication/361696028 (date of access: 02.03.2026).

3. The Oxford Handbook of AI Governance − Oxford University Press, 2024.

239. GENERATIVE AI AND INTELLECTUAL PROPERTY: PREVENTION OF COPYRIGHT INFRINGEMENT

Darchyk A.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Kaspiarovich N.G. – Senior Lecturer

The aim of this paper is to highlight the scope of the existing problem of copyright infringement in generative AI and to present available, albeit limited, solutions.

Generative AI has made a revolutionary breakthrough in modern technologies. Its rapid growth has brought high demand to the newly founded market. Nevertheless, its ethicality remains an open question. The way it handles intellectual property can be highlighted as one of the biggest concerns.

The core of the problem can be found in the way generative AI models are made. The most important, expensive, and time-consuming part of its creation is training. For the machine to understand the correlation between the input and the output, it must process colossal amounts of sample data [1]. If this data were to be manually produced for the specific model, it would have taken a lot of time and resources just to make a primitive version of it. For this purpose, the data is sampled from public sources, for example, from the Internet. Even though those sources are public, they might be protected under copyright law. That means that the use of the World Wide Web as a training set makes the AI more likely to produce copyrighted material.

The rapid rise of generative AI made the problem even worse. Governments did not have enough time to change legislation to better suit this field. At first, the market was regulated by outdated laws. Hence, a team of enthusiasts took the initiative and developed a program called Nightshade. Its purpose is simple: “poison” images in a way that remains unnoticeable to the human eye but highly confuses generative models when those images are used as training data. As an example that was given by the team, poisoning an image with a cow in a field leads to the cow becoming slightly shaded for the human eye while becoming a large purse for the machine [2]. While this is an amazing way to prevent copyright infringement, the resulting image colors might be noticeably altered in the process. And the team mentions that the method will unlikely remain future-proof because of how fast the technology is evolving. Yet it does not mean that they will not be able to update their product to prevent developed countermeasures [2].

Eventually, governments started changing their legislation to accommodate the existing problem. Yet it was not so straightforward. Firstly, there is a question about whether AI is directly reproducing training data, or whether it could be considered fair use. Secondly, if the implemented laws were too harsh for the AI companies, the technology would simply cease to exist due to the costs of data set creation. That is where the governments took different approaches.

The European Union recognizes the model’s output as the reproduction of copyrighted data. Its law reserves the right for the copyright holder to refuse the use of copyrighted material in model training. It also requires companies to publish lists of sources used in their training sets [3]. On the other hand, the United States generally considers it fair use. The only exception is when the produced result highly resembles the copyrighted material. In that case, it has to be proven in court, which might be difficult due to the lack of a concrete definition [4].

The future of generative AI remains unclear. While looking promising, its use of copyrighted material remains a debated topic. People’s awareness caused “ethical” models, which excluded protected material from the data sets, to make their way into the market. Furthermore, the concept of machine unlearning, which seeks a way for a model to exclude specific data from it as if it were retrained without the data, started being researched [5].

References:

1. How ChatGPT and our foundation models are developed: [website]. – USA, 2026. – URL: https://help.openai.com/en/articles/7842364-how-chatgpt-and-our-foundation-models-are-developed (date of access: 01.03.2026).

2. What is Nightshade?: [website]. – USA, 2026. – URL: https://nightshade.cs.uchicago.edu/whatis.html (date of access: 01.03.2026).

3. Generative AI and Copyright – Training, Creation, Regulation: [website]. – USA, 2026. – URL: https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IUST_STU(2025)774095 (date of access: 01.03.2026).

4. Generative Artificial Intelligence and Copyright Law: [website]. – USA, 2026. – URL: https://www.congress.gov/crs-product/LSB10922 (date of access: 01.03.2026).

5. Machine Unlearning in 2024: [website]. – USA, 2026. – URL: https://ai.stanford.edu/~kzliu/blog/unlearning/ (date of access: 01.03.2026).

240. MICROSERVICE ARCHITECTURE IN USER APPLICATIONS

Evteev V.K.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus
Sinkevich L.E. – Senior Lecturer

The problem of choosing the right type of architecture while creating an application is discussed in this paper. The history of using microservices architecture for application development, its advantages and disadvantages in comparison with monolithic one are shown.

Modern user applications must cater to millions of concurrent users while remaining highly available and easy to update. Traditional monolithic architectures often struggle to meet these demands – a minor change in one module can require redeploying the entire application, creating bottlenecks in both development and scalability. This paper provides a comprehensive look at microservice architecture in user applications, exploring how it addresses the limitations of monolithic systems while also examining the trade-offs involved, such as increased operational overhead and the complexities of managing distributed data.

The term "microservices" was first introduced at a software workshop held in 2011. Several important concepts played a role in the emergence of microservices, particularly domain-driven design – model-based development and the principles of bounded contexts and continuous integration. “Methods of designing for failure, data isolation, infrastructure automation, large-scale agile development, cross-functional team building, and responsibility for the entire product lifecycle have also had a significant impact” [1].

The real-world impact of microservice architecture is best seen in the companies that have successfully adopted it. Netflix is a classic example – It moved from a monolithic data center model to a cloud-native microservice architecture that now serves hundreds of millions of subscribers worldwide. Amazon took a similarly ambitious path, restructuring its retail platform into hundreds of loosely coupled services. This allowed individual teams own specific business capabilities – like order management or inventory tracking – and innovate at massive scale. In fintech, Hastee, a UK-based platform for instant wage access, built its application on microservices from day one, which helped it gain early user traction, scale with complex payroll needs, and keep evolving its user experience smoothly. “South Korea's Lotte Group shows the power of this approach in e-commerce: its platform now handles over a billion API calls daily while keeping response times under 1.2 seconds for all user queries” [2].

So how does microservice architecture stack up against the traditional monolithic approach? There are some clear advantages. That is a huge contrast with monoliths, where any surge means scaling the whole application, wasting resources and driving up costs. “Microservices can accelerate innovation by letting teams develop, test, and deploy independently. Each team can select the right tool for the job – Python for data work, Node.js for APIs, Go for performance-critical tasks – without being locked into one stack” [3]. Fault isolation is another significant advantage: if one service fails, the rest keep running. A broken recommendation engine will not take down your checkout flow, whereas in a monolith, one bug can crash everything. Additionally, smaller codebases are just easier to work with than sprawling monolithic ones.

Nevertheless, these benefits are not without associated costs. Operational complexity increases significantly in a distributed world. Such systems require service discovery, distributed tracing, container orchestration (like Kubernetes), and solid monitoring, all of which require specialized skills that many teams do not have. “Data consistency gets trickier – ACID transactions that worked seamlessly in a monolith now need eventual consistency models and patterns like Saga to keep data straight across services” [4].

To sum up, microservice architecture is a powerful evolution in how we build software, and companies like Netflix, Amazon, and Lotte show just transformative it can be when applied to large, complex domains with clear service boundaries and mature teams. But the choice between microservices and a monolith should not be driven by hype – this should be determined based on organization's actual requirements, team size, and business goals. The move to microservices makes sense when real signals emerge – team growth beyond eight to ten people, deployment coordination becoming a bottleneck, or components requiring divergent scaling approaches – a more distributed architecture may be warranted. Sound architecture is defined not by technical elegance, but by business velocity. The objective is to build systems that enable rapid delivery, reliability, and adaptability. By understanding both advantages and drawbacks, engineering leaders can make decisions aligned with the organization's capabilities and long-term objectives.

References:

1. Microservices: The Path Taken and Future Goals. – URL: https://www.osp.ru/os/2018/03/13054404#1 (date of access: 12.03.2026).

2. Lotte scales commerce traffic beyond 1B calls/day with Tyk. – URL: https://tyk.io/case-studies/lotte/?utm_campaign=comparison-and-pricing (date of access: 13.03.2026).

3. Microservices vs. Monoliths: What’s Best for Scalable Apps? – URL: https://catalyst.zoho.com/blog/monolith-vs-microservices.html (date of access: 13.03.2026).

4. Monolithic vs microservices architecture: when to choose each approach. – URL: https://getdx.com/blog/monolithic-vs-microservices/#content (date of access: 13.03.2026).

241. THE IMPACT OF CONTEXT-AWARE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON MODERN SOFTWARE DEVELOPMENT LIFECYCLES

Egorov A.S.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shaputsko A.V. – Lecturer, Master of Arts (Philology)

This paper examines the impact of context-aware AI coding tools, analyzing both their advantages and disadvantages to provide a fair perspective on AI in software engineering.

The integration of artificial intelligence in software development has extremely changed in recent years, from simple autocompletion of code and hints to advanced context-sensitive development tools. In the modern software development world of 2024-2026, code assistances such as Cursor, GitHub Copilot, Claude, and new one such as Antigravity have made a significant contribution to the process of analyzing, improving and maintaining source code. The first AI models could only view a few lines of code to predict the next operators. Modern artificial intelligence tools use large "context" and advanced search methods to read and understand the entire architecture of a project.

This evolution from simple local suggestions to system work has completely changed the daily work of developers. Instead of manually typing each individual line of simple code, the engineer can focus on high-level problems in the relevant project. Since artificial intelligence models are already embedded in the Integrated Development Environment (IDE), they can analyze how different parts of the software interact with each other. They understand how the user interface connects to the database, how data models interact, and what security rules must be implemented. This understanding allows AI to act not as a simple dictionary assistant, but rather as a highly qualified programming partner.

When a developer prompts artificial intelligence to create a new feature, the machine learning model does not produce an isolated, random piece of code. Instead, it provides a complete set of changes covering many connected files and directories. This deep contextual integration significantly reduces the time required to write monotonous, repetitive code or rewriting standard algorithms. Moreover, artificial intelligence can instantly give information on specific programming syntax and platform details, without requiring developers to search the entire Internet or read external documentation to solve problems.

Research analyzing developer productivity demonstrates a significant reduction in the timeframe from an idea to a working prototype [1]. Teams that integrate context-sensitive assistants point out that they can release ready-to-deploy software much faster. By delegating simple programming issues to artificial intelligence, engineers get more free time to solve more complicated tasks, such as developing a better software architecture, solving complex logic problems, and improving user interaction. In general, it increases the overall quality of software being created. However, despite these advantages, the extensive capabilities of context-sensitive artificial intelligence tools are associated with a number of serious operational, logical and financial risks that can negate all the promised performance gains.

One of the most dangerous side effects of using highly autonomous AI coding agents is the loss of software quality control and security. This phenomenon is associated with a bias towards automation, where developers tend to trust automated systems. When engineers see that AI generates code quickly and without syntaxes errors, they begin to blindly trust the machine. Instead of carefully reading and testing the generated code, specialists often simply look it through quickly. If the code works under the basic “happy path” scenario, they approve it, completely ignoring more complex cases or hidden security flaws. This behavior can lead to significant security vulnerabilities. The study, conducted by researchers at Stanford University, evaluated developers who use artificial intelligence programming assistants, such as Open AI's Codex, in security-related programming tasks. The results showed that participants who had access to the help of artificial intelligence created significantly less secure code than those in the control group who coded manually [1]. For example, when implementing an encryption function, developers often approve insecure solutions offered by AI. Additionally, the study showed that developers using artificial intelligence reported higher confidence in the security of their code, despite its objectively lower security quality [1]. The professional look at AI-generated code tricks developers with a false sense of security, forcing them to implement software with vulnerabilities in production environments where hackers can crack it.

In addition to generating insecure logic, context-aware AI tools also have the ability to invent things that do not actually exist. Considering that large language models create text by predicting the most likely next token based on patterns in their training data, they can confidently generate dummy URLs, documentation, or even software libraries. In the software development community, this phenomenon is often referred to as hallucination of artificial intelligence, and it poses a significant risk to software development. In 2023, the

cybersecurity research team at Vulcan Cyber demonstrated how serious this problem can be. They evaluated several generative AI tools and found that in almost 30 % of coding-related queries, the machine learning model recommended at least one software package that did not exist in any legitimate repository [2]. Attackers can take advantage of this behavior by requesting coding solutions from artificial intelligence systems, identifying fabricated package names, and then publishing malicious packages under the same names. To demonstrate the possibility of this attack, Vulcan Cyber researchers uploaded an empty, harmless package, using a name that the AI often came up with hallucinations. Within three months, the package received more than 30,000 legitimate downloads from real developers. This case illustrates how developers can rely on suggestions generated by AI without verifying whether the mentioned libraries or dependencies actually provides by verified sources. As a result, attackers can potentially gain access to the developer environment and, in some cases, to the corporate software infrastructure.

Another common problem for developers occurs when system tools based on neural networks make unnecessary changes to the project codebase. When a programmer asks a context-oriented utils, such as Cursor or Claude, to implement a small function, the system analyzes the surrounding files and, in an attempt to optimize the solution, can start rewriting code that is already functioning. This behavior, sometimes described as “unexpected refactoring” can lead to replacing existing logic with alternative implementations or restructuring project features that did not require modification. As a result, developers often end up with large sets of code changes that contain numerous undocumented edits. In the future, this makes it difficult to determine which parts of the code implement the intended function, and which have been modified by artificial intelligence. These changes can also disrupt the historical structure of the project code, making it difficult for future developers to understand previously made decisions.

In addition, allowing AI tools to automatically modify multiple files carries the risk of destructive changes: a poorly phrased prompt can cause the system to misinterpret the intended task and change or delete important logical or, even worse, configuration files. Since such tools work very quickly, even a small human error can lead to large-scale changes in the repository, forcing later development teams to spend a great deal restoring previous versions.

Finally, developers and companies face economic and performance challenges when using context-sensitive artificial intelligence tools. To analyze large software projects, modern systems rely on extensive context that can process hundreds of thousands or even millions of tokens (segments of text or code) at once. While this feature allows the model to view large sections of project code, it also requires significant computational resources and increases processing time. These deeply analyzing context operations are expensive, as current models charge fees based on the number of tokens processed. Recent cost analyses of enterprise artificial intelligence suggest that scanning a large repository to complete a single complex query can cost several dollars. When developers start constantly using such features to perform routine tasks, these costs quickly accumulate. As a result, companies may discover that the financial and computational costs of large-scale contextual analysis reduce or even exceed the performance benefits of faster code generation.

In summary, context-aware artificial intelligence tools such as Cursor, GitHub Copilot, Claude, and Antigravity provide additional opportunities for software development. Their ability to understand the architecture of a large-scale project, generate changes across multiple files, and reduce repetitive coding tasks allows developers to focus on high-level design, complex logic, and improving user experience. These benefits will result in faster development cycles, higher productivity, and potentially higher software quality. At the same time, the benefits come with significant disadvantages. Excessive use of artificial intelligence can cause developers to overlook important security issues. Hallucinations with artificial intelligence packages pose a real threat to software supply chains, while unexpected refactoring and automatic changes to multiple files can compromise the maintainability of code. In general, the computational and financial costs of analyzing a large context can limit the economic benefits of software development scalability. Although these risks are significant, they can and should be controlled. Teams that maintain careful review practices of code generated by artificial intelligence, and remain vigilant about potential bugs can minimize security vulnerabilities and coding errors. Therefore, context-oriented artificial intelligence can be used effectively, speeding up development while maintaining the reliability and security of software.

References:

1. Do users write more insecure code using AI assistants? – arXiv. – URL: https://arxiv.org/abs/2211.03622://arxiv.org/abs/2211.03622 (date of access: 05.03.2026).

2. Hallucination of the artificial intelligence package: a new attack technique – VulcanCyber. – URL: https://vulcan.io/blog/ai-hallucinations-package-risk://vulcan.io/blog/ai-hallucinations-package-risk/ (date of access: 10.03.2026).

3. How I use Claude Code to accelerate my software engineering job and improve my life. – URL: https://dev.to/juandj/how-i-use-claude-code-to-accelerate-my-software-engineering-job-and-improve-my-life-8o7 (date of access: 12.03.2026).

242. THE HUMAN FACTOR IN HUMAN – AI INTERACTION: HYPER – RELIANCE AS A SYSTEMIC COGNITIVE AND ORGANIZATIONAL RISK

Senkevich P.V., Ermakova A.D.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shevaldysheva E.Z. – Associate Professor

The paper analyzes hyper-reliance on AI as a cognitive and organizational phenomenon in which users consistently treat algorithmic outputs as more trustworthy than their own expert judgments, effectively lowering the level of critical self-assessment. Drawing on international studies, statistical data, and documented incidents, the paper shows that this tendency is becoming systemic and generating new professional and economic risks. Unlike works focused on the technical improvement of AI, the paper highlights the human factor as the most vulnerable element of the system.

The rapid expansion of artificial intelligence in professional environments does not simply accelerate information processing; it gradually reshapes the way individuals approach analytical tasks and make decisions. A noticeable shift has taken place: tools that were once perceived as supportive instruments are increasingly treated as autonomous and more competent decision-makers. This shift leads many users to manifest automation bias, lowering their own level of critical evaluation when interacting with algorithmic outputs.

The relevance of this issue is supported by empirical evidence. A survey conducted by MTS Link and Jinn indicates that 97 % of HR specialists already use or intend to adopt AI tools in the near future, while only 38 % express concern about potential errors in personnel decisions caused by algorithmic inaccuracies [1]. At the same time, only about one third of organizations introduce AI in a structured, centralized manner. Most employees begin using such tools independently, without formal training or supervision, which further increases the risks associated with uncritical over-reliance.

The purpose of this study is to examine the psychological mechanisms that contribute to the formation of AI over-reliance and to outline practical approaches that help preserve critical thinking when interacting with algorithmic systems. To achieve this aim, the study identifies the factors that reduce critical evaluation of AI-generated outputs, presents statistical indicators illustrating the extent to which AI competence is overestimated, analyzes documented cases of financial losses caused by overtrust, and proposes recommendations aimed at reducing cognitive dependence on AI.

A study published in October 2025 by researchers from Aalto University revealed a paradoxical pattern: although AI improves task performance, it simultaneously reduces the accuracy of users' self-assessment [8]. Participants who relied on ChatGPT demonstrated higher performance metrics, yet consistently overestimated their personal contribution to the results. This effect resembles an "inversion of the Dunning–Kruger phenomenon": the more confident individuals felt about their AI literacy, the greater the gap between their perceived and actual performance. These findings suggest that understanding how technologies operate does not automatically guarantee an adequate calibration of trust in their outputs.

Additional insight is offered by the concept of the "competence paradox", discussed in AI & Society [3]. According to this research, specialists often confuse the ease of interacting with an interface with a genuine understanding of the underlying technology. This illusion of competence emerges from cognitive biases that transfer a sense of control from the familiar interface to the system itself, as well as from the social pressure to appear knowledgeable and technologically proficient. The issue of AI overtrust extends beyond individual cognitive tendencies and is deeply embedded in contemporary corporate culture. In many organizations, AI is implicitly presented as an infallible solution to human error. When management frames algorithmic tools as authoritative, employees begin to perceive them as digital experts whose conclusions should not be questioned [4]. In such an environment, expressing doubt may be subconsciously interpreted as resistance to innovation or insufficient digital adaptability. As a result, specialists may hesitate to challenge AI-generated outputs, even when they notice inconsistencies. A significant barrier to thorough verification is the corporate "economy of time". Under constant pressure from deadlines and performance indicators, employees often view the verification of each AI-generated response as an unnecessary step for which they lack resources. When organizational priorities emphasize speed, individuals are encouraged – directly or indirectly – to delegate complex cognitive tasks to machines, which leads to an uncritical acceptance of algorithmic decisions.

A deeper analysis shows that over-reliance in corporate settings is not merely a consequence of cognitive inertia. In many cases, it becomes a forced adaptation strategy. Employees consciously reduce their own analytical involvement to meet efficiency requirements and avoid appearing slower than algorithmic tools. This tendency is reinforced by the diffusion of responsibility: individuals begin to assume that any potential error will be attributed to the algorithm rather than to them. As a result, caution is unintentionally discouraged, and AI gradually shifts from a supportive instrument to a source of systemic vulnerability.

Empirical data confirms that over-reliance has already become widespread. Studies show that 71 % of users consider algorithmic decisions objective, while 20 % of managers allow AI to make final decisions without

human involvement [7]. At the same time, only 32 % of users have received formal training in AI tools, which contributes to an illusion of understanding. Interaction with AI is often limited to a single query, without follow-up verification, reinforcing the "quick answer" effect. These tendencies become even more concerning in light of expert forecasts: by 2027, more than 90 % of online content may be generated or modified by AI. In such an environment, the refusal to verify information becomes a systemic risk that affects the quality of managerial decisions and the overall resilience of organizations.

At the same time, it is important to recognize that the growing integration of AI into everyday professional routines creates a background environment in which automated recommendations gradually become perceived as a standard element of decision-making. As employees interact with such systems on a regular basis, the boundary between auxiliary support and authoritative guidance may become increasingly blurred. This gradual normalization of algorithmic involvement does not necessarily manifest through explicit organizational directives; rather, it develops through repeated exposure, convenience, and the implicit expectation that digital tools streamline routine tasks. Over time, these subtle dynamics can reinforce a general tendency to accept AI-generated outputs with reduced scrutiny, even in situations that would traditionally require careful human judgment.

Several real-world cases illustrate the consequences of uncritical over-reliance. One of the most widely discussed examples is the Air Canada incident [2]. A corporate chatbot incorrectly informed a passenger that they could apply for a bereavement fare retroactively. Trusting the official service, the client incurred financial losses, and the court rejected the company's attempt to treat the chatbot as an independent legal entity. The resulting compensation exceeded $50,000, demonstrating that failure to verify AI-generated information can lead to legal and reputational damage.

Another example involves an investment fund where an analyst relied entirely on a credit-risk forecasting model [6]. The algorithm failed to account for geopolitical factors, resulting in losses of approximately $2 million. Researchers describe this as another manifestation of the competence paradox: the specialist assumed the model was more competent than themselves and refrained from verifying its conclusions. A similar pattern is observed in personnel management. According to Resume Builder, 66 % of managers use algorithms to make layoff decisions [7]. The issue is that models often reinforce existing biases. The financial consequences of such errors can be substantial. In all these cases, the damage resulted not from technical failures but from the absence of human verification.

If overtrust is both a cognitive and institutional phenomenon, it requires a comprehensive response. Several approaches have already demonstrated effectiveness and may serve as the foundation for a new culture of AI interaction. One promising approach is the "forced reflection method", proposed by researchers at Aalto University [8]. The system encourages users to articulate their reasoning, consider alternative explanations, and justify agreement or disagreement with AI conclusions. This method disrupts the illusion of automatic correctness and restores the user's active analytical role. Another approach involves "technological time-outs", implemented at Rowan University [5]. Students temporarily set aside digital tools and solve problems independently. Comparing their own conclusions with AI recommendations helps them understand the limits of algorithmic reasoning and strengthens autonomous analytical skills. In corporate settings, mandatory reflection periods before strategic decisions could serve as an effective analogue.

References:

1. MTS Link: [website] / MTS. – Moscow, 2025. – URL: https://mts-link.ru/blog/38-rossiiskih-hr-professionalov-opasayutsya-nevernyh-kadrovyh-reshenii-iz-za-oshibok-ii/ (date of access: 25.03.2026).

2. BC Civil Resolution Tribunal: [website] / Civil Resolution Tribunal. – Victoria, 2018. – URL: https://civilresolutionbc.ca (date of access: 25.03.2026).

3. Springer Nature Link: [website] / Springer Nature. – Cham, 2026. – URL: https://link.springer.com (date of access: 25.03.2026).

4. ACM Digital Library: [bibliographic database] / Association for Computing Machinery. – New York, 2026. – URL: https://dl.acm.org (date of access: 25.03.2026).

5. Rowan Digital Works: [institutional repository] / Rowan University Libraries. – Glassboro, 2026. – URL: https://rdw.rowan.edu (date of access: 25.03.2026).

6. Financial Stability Board: [website] / FSB. – Basel, 2026. – URL: https://www.fsb.org (date of access: 25.03.2026).

7. ResumeBuilder.com: [website] / Bold LLC. – Salt Lake City, 2026. – URL: https://www.resumebuilder.com (date of access: 25.03.2026).

8. *Aaltodoc: [institutional repository] / Aalto University. – Espoo, 2026. – URL: https://aaltodoc.aalto.fi (date of access: 25.03.2026).*

243. "RAMMAGEDDON" IN THE AI ERA: HOW THE AI DATA CENTER BOOM REPRICED MEMORY AND TRIGGERED COMPONENT SCARCITY

Ermachenok S. A.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Yeliseyeva V. A. – Senior Lecturer, Master of Arts

This paper examines how rapid growth of artificial intelligence is reshaping the global semiconductor market, particularly the memory sector. The expansion of AI data centers has led to increased demand, resulting in constrained supply and higher prices in both corporate and consumer technology markets.

The artificial intelligence (AI) ecosystem is moving from experimentation to industrial-scale implementation. Modern models require massive datasets, repeated training cycles, and continuous inference for consumer and enterprise services. The physical foundation of this growth is data center: a facility that stores data, moves it at high speeds, and performs large-scale calculations. Data centers existed long before generative AI, but AI has become a new accelerator for the growth of the data center market and a driving force for profound changes in server design.

AI-oriented data centers differ from traditional enterprise facilities in one decisive way: they are based on accelerated computing and unusually high memory demand. This is currently leading to component shortages and higher prices across the electronics economy. Technology media outlets have branded the dynamic random access memory (DRAM) and NAND memory shortages, which have been ongoing since 2024, as "RAMpocalypse" or "RAMmageddon" [1].

An AI-oriented server consists of components such as central processing units (CPUs), graphics processing units (GPUs), specialized AI accelerators, double data rate (DDR) RAM, high-bandwidth memory (HBM), NAND storage, high-speed interconnects, system mainboards, and high-capacity power supply units. Among these elements, memory technologies (particularly DDR, HBM, and NAND) have become a key bottleneck, acting as the primary channel through which AI-driven demand is causing broader market shortages and consumer price inflation [2].

AI workloads are increasingly memory-bound. Large models repeatedly stream parameters and activations between computing units and memory. When bandwidth is limited, accelerators idle and system-level efficiency drops. Consequently, HBM, a multi-layer form of DRAM designed for extreme bandwidth, has become a strategic component of AI clusters.

HBM technology is difficult to scale due to its packaging complexity. It consists of vertically stacked DRAM chips called dies connected by through-silicon vias, with modern standards increasing stack height and creating greater sensitivity to temperature and performance issues.

At the same time, conventional memory is increasingly integrated into AI infrastructure. Host DDR5 is needed for data pipelines, orchestration, and feeding accelerators. However, AI servers require significantly more conventional DDR RAM per system than consumer devices, allowing hyperscalers to absorb a disproportionate amount of the DRAM and NAND memory. Demand is relatively inelastic, as AI companies prioritize rapid deployment over component cost, aggressively securing supply. Capacity is increasingly being reallocated towards high-margin AI-grade memory such as HBM, which consumes more die resources than standard DDR, further tightening supply for personal computers (PCs), smartphones, and other mainstream products.

This reallocation has macro-scale consequences. By 2024, global memory revenue surged over 70 % year-on-year to about US $185 billion, driven by insatiable hyperscale demand that has turned HBM and server DRAM into strategic assets [2]. International Data Corporation (IDC) further notes that, for example, the cost structure of a smartphone is heavily dependent on the memory used. For a mid-range device, memory can represent 15–20 % of the total bill of materials. As memory prices continue to surge, manufacturers will likely have to raise prices significantly, cut specifications or both.

Downstream effects are already reflected in market forecasts. According to IDC, DRAM and NAND supply growth in 2026 is expected to remain below historical averages (approximately 16–17 % year-over-year), with projected contraction scenarios for both the PC and smartphone markets. The PC market is expected to decline by approximately 5–9 %, accompanied by rising average selling prices, while smartphone volumes may decrease by around 3–5 %, particularly in lower-margin segments. At the same time, suppliers are signaling memory price increases of 15–20 % and renegotiation of contracts, indicating a broad industry-wide adjustment to structurally tighter supply conditions [3].

Numerous indicators show that the current crisis is not an isolated incident. Reuters, citing TrendForce, reported in December 2025 that prices in some memory segments more than doubled since February of that year. The same report indicates that DRAM suppliers' average inventory levels have decreased to 2–4 weeks in October 2025 (compared to 13–17 weeks in late 2024), indicating rationing rather than a normal cyclical pattern [4].

The supply outlook remains constrained. Reuters reports that Samsung raised prices of server memory chips by up to 60 % in a single month, and that SK Hynix said its 2026 output was already sold out. Citi research cited by Reuters expects the shortage to persist through late 2027. One of the reasons is the slow supply response: conventional capacity expansions for commodity memory are not expected until 2027–2028. To illustrate the scale of the demand shock, Reuters cited an estimate that a single mega-project could require up to 900,000 dies per month by 2029. This amount is approximately double the current global monthly HBM production [4].

The impact of the ongoing memory shortage is also becoming visible in the gaming console segment, which traditionally relies on high-performance unified memory architectures. As reported by The Verge, manufacturers face increasing pressure as modern consoles depend on large pools of fast memory shared between CPU and GPU, making them particularly sensitive to DRAM price fluctuations [1]. In this context, rising memory costs can directly influence production volumes, retail pricing, and even hardware design decisions, potentially delaying upgrades or limiting availability for end users. This further illustrates that the effects of AI-driven demand are spreading across the entire consumer electronics ecosystem, including entertainment hardware.

These effects are extending beyond computing. Counterpoint's analysis, as reported by The Register, indicates that the amount of memory used in routers and set-top boxes rose almost sevenfold over nine months and now represents more than 20 % of the total in some low-to-mid-range routers (compared to around 3 % a year earlier) [5]. This illustrates a broader point: when AI data centers consume a significant amount of memory, even "inconspicuous" infrastructure hardware becomes more expensive, potentially slowing down broadband rollouts.

In early 2026, major PC manufacturers acknowledged that rising memory costs were already affecting shipments and pricing, passing the burden directly to consumers. The core structural issue is that semiconductor supply responds slowly: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Spectrum notes that it can take 18 months or more to build and expand a memory factory, and new capacity often arrives after demand has already surged. In the current cycle, additional investments are mainly directed towards HBM and AI-optimized DRAM rather than conventional memory, limiting relief for mainstream markets [6].

At the same time, demand projections remain aggressive. IEEE Spectrum reports forecasts that the HBM market could grow from US$35 billion in 2025 to US$100 billion by 2028, which is described as larger than the entire DRAM market in 2024. Major suppliers' plans include significant production capacity expansions for 2027–2028, Micron targets new HBM capacity in 2027, Samsung's additional production is associated with 2028 timelines, and SK Hynix expansions extend into 2027-2028. Reflecting this, Intel's CEO was quoted as saying: "There's no relief until 2028".

Short-term mitigation is likely to be achieved through incremental capacity expansions by existing DRAM leaders, yield improvements in advanced packaging and a broader diversification of supply chains rather than through building entirely new factories [6]. On the demand side, memory optimization techniques (such as quantization, flash attention, data parallelism) can also reduce memory intensity [7]. However, companies with stronger financial positions and long-term supply agreements remain better insulated from market volatility, while smaller manufacturers face greater volatility, highlighting the unequal distribution of the crisis's impact.

To summarize, AI has transformed memory from a low-cost commodity into a strategic bottleneck. Data from 2024–2026 show a sharp increase in prices, a decrease in inventory, and multi-year forecasts for supply reduction, with consequences for PCs, smartphones, and even broadband infrastructure. The main mechanism is a structural reallocation of wafer and packaging capacity towards HBM and server-grade products, effectively imposing an "AI tax" on consumer electronics. The most credible path to stabilization combines incremental capacity expansion, packaging yield improvements, and memory-efficient AI practices, acknowledging that the transition may redefine the economics of digital devices for several years.

References:

1. The Verge. The RAM shortage is coming for everything you care about – 2026. – URL: https://www.theverge.com/tech/880812/ramageddon-ram-shortage-memory-crisis-price-2026-phones-laptops (date of access: 27.03.2026).

2. Zhang Z., Li W. MEMORY IS THE NEW SILICON GOLD: From Memory Shortages, Price Surges to Technologies in AI Era. – ResearchGate, 2025. – URL: https://www.researchgate.net/publication/399226623_MEMORY_IS_THE_NEW_SILICON_GOLD_From_Memory_Shortages_Price_Surges_to_Technologies_in_AI_Era (date of access: 27.03.2026).

3. IDC. Global memory shortage crisis: market analysis and the potential impact on the smartphone and PC markets in 2026. – 2026. – URL: https://www.idc.com/resource -center/blog/global-memory-shortage-crisis-market-analysis-and-the-potential-impact-on-the-smartphone-and-pc-markets-in-2026/ (date of access: 27.03.2026).

4. Reuters. AI frenzy is driving new global supply chain crisis. – 2025. – URL: https://www.reuters.com/world/china/ai-frenzy-is-driving-new-global-supply-chain-crisis-2025-12-03 (date of access: 27.03.2026).

5. The Register. AI memory router prices surge. – 2026. – URL: https://www.theregister.com/2026/02/13/ai_memory_router_prices/ (date of access: 27.03.2026).

6. IEEE Spectrum. DRAM shortage: why memory is the new bottleneck. – 2025. – URL: https://spectrum.ieee.org/dram-shortage (date of access: 27.03.2026).

7. Kulkarni A. Efficient LLM training: memory–compute optimization. – Medium, 2024. – URL: https://medium.com/@ak16425/efficient-llm-training-memory-compute-optimization-f1aae81c83f4 (date of access: 27.03.2026).

244. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE SPHERE OF VIDEO PRODUCTION

Zhevlakov A.S.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Sinkevich L.E. – Senior Lecturer

The use of artificial intelligence in video production is described in this paper. It provides an overview of the use of artificial intelligence at various stages of video production, as well as the economic implications of its implementation.

Artificial intelligence (AI) is a specialty within computer science that is concerned with creating systems to replicate human intelligence and problem-solving abilities. They achieve this by ingesting vast amounts of data, processing it, and learning from past experiences to optimize and enhance future performance [1].

At the start of this decade, significant progress was made in the development of generative AI, which enables the creation of articles, poems, images, videos and music. This was achieved through the development of new AI models, such as OpenAI's GPT-1 and DALL-E neural networks and others [2]. Neural network is a machine learning model that stacks simple "neurons" in layers and learns pattern-recognizing weights and biases from data to map inputs to outputs [3].

These breakthroughs have been made possible by more advanced machine learning models. Machine learning models are methods of training computers to identify patterns and generate predictions or content [4]. Models such as transformers, generative adversarial networks, diffusion models are used to generate realistic images, videos, text and music. The creation and development of these models have led to substantial changes in the process of video content production and even in the economic landscape of the sector.

Modern video production involves a number of stages: script preparation, filming, editing, image processing, adding effects, and distributing the finished material. AI can be applied at virtually every one of these stages.

AI helps screenwriters with their work. Neural networks can be used in the creative process to generate ideas and create storyboards, helping screenwriters to visualise their story and introduce new and unexpected perspectives. For example, the ChatGPT AI model is well suited to these tasks. Furthermore, there are neural networks designed specifically for screenwriters. For example, there is Nolan, which allows to enter only the title, the plot and a couple of keywords describing the genre, after which it generates the opening of a draft text. Plotdot works on a similar principle, but offers greater control. Major studios are developing their own neural networks for scriptwriting.

But one of the issues which arises while using neural networks in screenwriting is intellectual property. Large language models (LLMs) like ChatGPT demand vast datasets for effective training. Hollywood's studios wished to train LLMs using extensive screenwriting archives from films and television series. This was one of the reasons behind the strike by Hollywood screenwriters and actors in April 2023. The writers contended that employing their work without fair compensation or permission violated their intellectual property rights and diminished the value of their creative labor [5].

However, the development of AI has had a particularly significant impact on video production. Neural networks have made it easier to create certain scenes in films, contributed to the emergence of new types of online videos, and reduced costs and production times. They automate routine tasks and reduce reliance on expensive equipment. For example, neural networks can be used to generate subtitles for videos. This has been particularly helpful in the production of vertical and short-form videos. It is very common to come across videos with subtitles on social media. Neural networks such as GPTunneL, Invideo and ruGPT assist in generating subtitles.

Furthermore, neural networks that can enhance the quality of videos by taking a blurry image and producing a clearer picture and sound, transforming footage recorded on a standard microphone into a well-processed version, converting black-and-white footage recorded on cameras into colour, and bringing photographs to life have been developed. For example, the Adobe Podcast AI service works with audio and helps remove any audio defects: echoes, background noise, distortion, and variations in the volume of speakers [6].

Neural networks such as Deep Nostalgia can bring old photos to life. Videos of this kind were developed as part of the BELTA news agency's "Ожившие фото" project [7]. This capability of neural networks helps to preserve memories and heighten the emotions evoked by old photos. One can also observe even more impressive results from modern neural networks, such as Runway Gen-4.5 and Kling 3.0.

With Runway Gen-4.5 neural network it is possible to change the lighting of a scene, restyle a shot or subject, add or remove elements from a take (Figure 1). Also, the neural network can turn a single image into a campaign mood board. Runway Gen-4.5 allows users to generate complex visual effects, change a model's style, capture facial movements and transpose them directly onto a reference character (Figure 2) [8].

Kling 3.0 is another example of modern, advanced neural networks. It supports realistic video generation up to 15 seconds, enables native audio-visual output, highly flexible storyboard control and more precise semantic response accuracy, injecting vitality into AI-generated visual content (Figure 3) [9].

Figure 1 – A still from a video generated by the Runway neural network, showing the girl changing her clothes

Figure 2 – A still from a video generated by the Runway neural network, demonstrating the capture of a human face's movements and their application to a reference character

Figure 3 – A still from a video generated by the Kling 3.0 neural network [10]. Prompt: "A man and a woman outdoors; the camera zooms in as they talk"

It should be noted, that advances in AI have also transformed the economic landscape of the video production industry.

First of all, according to industry analyses, production costs for studios implementing AI workflows have decreased by approximately 22–35 %. Whereas animation was previously valued primarily on the basis of production hours, the use of AI has shifted the focus towards value-based pricing models. Streaming platforms are increasing their use of AI animation tech, boosting commissioned content by 32 % even as they hold steady or cut budgets.

Moreover, recent financial data shows substantial capital flowing into AI animation technologies, with venture funding increasing by nearly 45 % since 2023.

Remarkably, that researches also reveal the emergence of a multifaceted employment landscape in the animation sector. Approximately 204,000 positions within the entertainment industry may experience substantial disruption over the next three years, with animation roles proving especially susceptible. However, such disruption does not invariably equate to job elimination. Such jobs as AI animation supervisor, prompt engineer, AI-Human collaboration specialist are appearing [11].

To sum up, since its inception and up to the present day, AI has undergone revolutionary changes that are impacting many areas of society. Previously, it was unimaginable that a machine could create videos and assist humans in editing them to achieve high-quality results. Now this is a reality. AI models are actively making inroads into the field of video production: they are used to create films and mass-market videos, and their application has given rise to new themes and directions not only in video production but also in other creative professions. Neural networks have also had an impact on the economic landscape. Their development has led to the creation of new specialisms and raised questions for some members of the creative professions regarding the stability of their jobs. But unfortunately, the issue of copyright for materials generated by neural networks still remains unresolved.

References:

1. What is the history of artificial intelligence (AI)? – URL: https://www.tableau.com/data-insights/ai/history#definition (date of access: 14.03.2026).

2. Generative A.I.: AI Timeline. – URL: https://barstow.libguides.com/generative-ai/timeline (date of access: 14.03.2026).

3. What is a neural network? – URL: https://www.ibm.com/think/topics/neural-networks (date of access: 14.03.2026).

4. Модели машинного обучения. – URL: https://yandex.cloud/ru/docs/glossary/ml-models (date of access: 14.03.2026).

5. AI & Screenwriting: Cinematic Dream Or Celluloid Nightmare? – URL: https://www.forbes.com/sites/michaelashley/2024/06/11/ai--screenwriting-cinematic-dream-or-celluloid-nightmare/ (date of access: 14.03.2026).

6. 7 нейросетей для улучшения качества звука. – URL: https://www.unisender.com/ru/blog/nejroseti-dlya-uluchsheniya-kachestva-zvuka/#anchor-2 (date of access: 14.03.2026).

7. Фотографии, в которые вдохнули жизнь. Ко Дню Победы БЕЛТА оживила снимки военной поры. – URL: https://belta.by/society/view/fotografii-v-kotorye-vdohnuli-zhizn-ko-dnju-pobedy-belta-ozhivila-snimki-voennoj-pory-710952-2025/ (date of access: 14.03.2026).

8. Runway | AI Image and Video Generator. – URL: https://runwayml.com/product (date of access: 16.03.2026).

9. Kling VIDEO 3.0 Model User Guide. – URL: https://app.klingai.com/global/quickstart/klingai-video-3-model-user-guide (date of access: 16.03.2026).

10. Kling AI: Next-Generation AI Creative Studio. – URL: https://klingai.com/global/ (date of access: 16.03.2026).

11. AI Economic Impact on Animation: Transforming Job Markets. – URL: https://educationalvoice.co.uk/ai-economic-impact-on-animation/ (date of access: 16.03.2026).

245. THE TRANSFORMATIVE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON GLOBAL MARKETS AND ECONOMIC STRUCTURES

Zhuravlevich K. D., Golubev A. A.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Yeliseyeva V. A. – Senior Lecturer, Master of Arts

This paper examines both immediate productivity gains concentrated in knowledge sectors of advanced economies and long-term structural labor realignment caused by AI.

The WEF's latest Chief Economists' Outlook reveals a clear consensus: despite analysts' anticipations, AI-related productivity gains are already here, and they are much bigger than expected. Financial and professional services have already shortened their research, analysis, and compliance cycles. EY-Parthenon estimates that Artificial Intelligence could lift economy-wide labor productivity by approximately 1.5 % - 3 % over the next 10 years with tech, finance, consulting, legal, and accounting being expected to notice the changes first [1].

Economic Index developed by Anthropic provides detailed empirical evidence: AI use remains highly concentrated. The top ten most common tasks account for 24 % of all usage, with computer and mathematics-related tasks representing a third of conversations on Claude.ai and nearly half of enterprise API traffic [2].

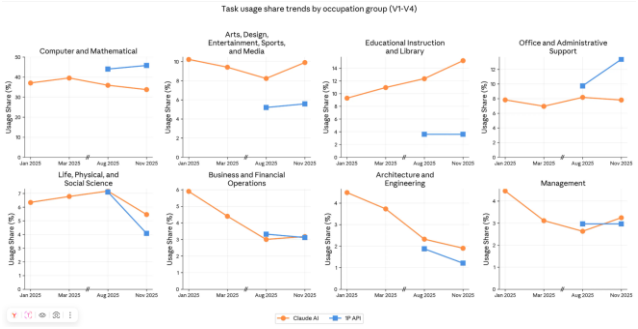


Figure 1 – Claude.ai and API usage over time

In contrast to automation-dominated patterns from a couple of years ago, nowadays symbiosis of AI and human workers represents 52 % of interactions

At the macroeconomic level, Artificial Intelligence is already reshaping demand and investment patterns. Harvard economist Jason Furman notes that in the first two quarters of 2025, 92 % of the increase in demand in the U.S. economy was attributable to just two GDP categories: information processing equipment and software. AI investment has grown from less than 0.1 % of U.S. GDP in 2022 to a projected 2 % in 2025 – approximately $1,800 per capita.

However, this surge carries risks of crowding out other economic activity. Researchers estimate that roughly half of AI-driven growth may be offset by reduced investment in sectors like homebuilding and manufacturing. The "Magnificent Seven" technology companies now represent a disproportionate share of stock market gains, raising questions about concentration and potential asset bubbles reminiscent of railroad and internet overbuilding in previous eras [3].

OECD analysis suggests that an AI productivity surge could reduce debt across OECD countries by 10 % from projected 2036 levels. Researchers note that "the root of the debt issue is with ageing demographics, and AI, while helpful, merely buys time for necessary changes".

As Anthropic's research demonstrates, AI shows outstanding performance when used by a professional, however, it struggles with complex tasks, and its field of use is determined by country and occupation. In lower-income countries, artificial intelligence is typically used for educational purposes; in wealthier nations, AI's application is mostly personal and professional. This suggests that the diffusion of AI benefits will follow and potentially amplify existing economic hierarchies.

References:

1. Chief economists have clear ideas about where AI will boost productivity, and when. – URL: https://www.weforum.org/stories/2026/01/the-where-and-when-of-ai-making-us-more-productive-according-to-experts/ (date of Access: 15.03.2026).

2. Anthropic Economic Index report: economic primitives. – URL: https://www.anthropic.com/research/anthropic-economic-index-january-2026-report (date of Access: 10.03.2026).

3. The Next Economic Bubble Is Here. – URL: https://www.nytimes.com/2025/10/23/opinion/ai-bubble-economy-bust.html – (date of access: 08.03.2026).

4. AI may lift wages — then crush them, professors say. – URL: https://www.businessinsider.com/ai-impact-on-wages-boom-bust-academic-analysis-2025-11 (date of Access: 16.03.2026).

246. THE PSYCHOLOGY OF PLAYER INTERACTION IN DIGITAL ENTERTAINMENT

Zolotenkov V. V., Bochilo M. D., Pukalo D. A.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ryabykh V. A. – Lecturer, Master of Arts

This paper examines the psychological mechanisms underlying player motivation, emotional engagement, and social interaction in digital entertainment. It analyses the neurobiological foundations of reward and decision-making, debunks misconceptions about game-related aggression, and explores neuromarketing tools that shape player experience.

In recent decades, video games have transformed from a niche pastime into one of the most influential socio-cultural phenomena of the digital age. With a global audience exceeding 3.4 billion players and an economic impact surpassing that of the film and music industries combined, interactive entertainment has become a dominant force in modern life [1]. However, the rapid growth of the gaming industry has given rise not only to new forms of leisure and social interaction but also to persistent myths and scientific debates – particularly regarding the psychological effects of gaming on human behaviour. Rather than revisiting the moral panic surrounding video games, contemporary research invites us to shift the focus. Today, the scientific community is centred on three fundamental themes: the neurobiological nature of gaming motivation, the empirical refutation of the aggression myth, and an analysis of how design informed by neuromarketing data shapes player experience. Examining these themes allows not only to clarify ongoing debates but also to form a comprehensive understanding of the role games play in people's lives.

The scale of the industry is substantial. As of early 2026, the global gaming market is estimated at over $200 billion [1]. Key growth drivers include mobile gaming, cloud streaming, and VR/AR technologies, which lower barriers to entry and deepen immersion. Demographics are diverse: women account for nearly half of the global gaming audience (approximately 48 %), and over 35 % of adults engage in gaming daily. Moreover, the average age of players continues to rise, reflecting that gaming is no longer a youth-dominated activity but a lifelong form of entertainment and social engagement [1]. People play for reasons beyond simple distraction. For many, games serve as a tool for emotional regulation, offering a safe space to express suppressed emotions and providing a sense of control in an often unpredictable reality. Beyond escapism, games enable identity exploration through esports, streaming, and competition. They also function as a “third place” – a concept introduced by sociologist Ray Oldenburg to describe informal public spaces essential for community building – allowing individuals to form communities, maintain friendships, and even develop romantic relationships [2]. This role became particularly evident during the COVID-19 pandemic, when video games served as one of the few arenas for maintaining social contact under lockdown conditions. Furthermore, games allow players to experiment with roles, identities, and moral choices without real-world consequences, contributing to identity exploration and personal growth.

The myth that violent games cause aggression is contradicted by data. Since the mid-1990s, as the gaming industry grew, juvenile crime rates in the US and Europe declined significantly. Recent meta-analyses, including those by Ferguson et al. and Vuorre & Przybylski, employed rigorous longitudinal methods and bias elimination techniques, finding no significant correlation between playing violent games and real-world aggression [3]. Any lab-measured effects are too small to be predictive of actual behaviour, emphasising that gaming preferences represent normal variation in human interests rather than a risk factor for violence [4].

A central framework for understanding player motivation is the Hexad typology developed by Andrzej Marczewski, which integrates Richard Bartle's earlier player types with Self-Determination Theory, classifying players into six distinct types based on intrinsic motivations: Philanthropists, Socialisers, Free Spirits, Achievers, Players, and Disruptors [5]. This model has been empirically validated across multiple studies and is widely used in contemporary gamification and game design research. Self-Determination Theory, which underpins this typology, emphasizes three innate psychological needs – autonomy, competence, and relatedness – whose satisfaction determines intrinsic motivation. Games that successfully fulfil these needs not only retain players longer but also contribute positively to their psychological well-being.

Player engagement is driven by neurochemistry. Dopamine is released in anticipation of rewards, driving the gameplay loop and encouraging repeated play. Variable reward schedules used in loot boxes and random drops exploit this system, creating a powerful motivational pull. Adrenaline heightens focus in high-stakes scenarios, while endorphins produce euphoria after overcoming challenges, reinforcing perseverance. Oxytocin is released during positive social interactions, bonding players to communities.

The concept of Flow, introduced by psychologist Mihaly Csikszentmihalyi, describes total immersion when challenge and skill are perfectly balanced. Recent research by Abuhamdeh and colleagues has extended this theory to digital environments, demonstrating that challenge-skill balance remains the strongest predictor

of enjoyment in video games [6]. When difficulty is too low, the player experiences boredom; when too high, frustration arises. Well-designed games continuously adjust difficulty to keep players within the flow channel. This balance is crucial for sustained engagement and long-term enjoyment.

Beyond emotions, games offer cognitive benefits. A comprehensive meta-analysis by Bediou and colleagues confirms that regular action game players show enhanced cognitive flexibility, peripheral vision, and decision-making skills – abilities that have been shown to correlate with improved performance in simulated surgical tasks and piloting scenarios [7]. Moreover, action games have been linked to improved neuroplasticity, particularly in brain regions responsible for attention, spatial reasoning, and working memory [7]. These cognitive gains are not limited to action genres, puzzle games enhance problem-solving and logical reasoning, strategy games improve planning and resource management, while role-playing games strengthen narrative comprehension and moral reasoning.

In addition to cognitive benefits, modern games function as social platforms, encouraging prosocial behaviour and teamwork. Cooperative modes require coordination, trust, and shared strategy, which can translate into improved collaboration skills in real-world settings. Moreover, multiplayer games often foster leadership, conflict resolution, and intercultural communication as players from diverse backgrounds work toward common goals. Large-scale online games, with millions of concurrent users, have evolved into intricate social ecosystems where players form enduring friendships, develop mentorship relationships, and participate in complex social hierarchies.

With industry growth, neuromarketing uses tools like eye-tracking, skin conductance sensors, and EEG to optimise design. As Hilgard and Bowman note, these methods allow developers to identify which visual elements capture attention, which audio cues evoke emotion, and where players lose interest [8]. Ethical concerns arise when such techniques are used to exploit psychological vulnerabilities, such as encouraging excessive spending or compulsive play. Concurrently, behavioural analytics tools – such as daily login rewards (leveraging the Zeigarnik effect, which creates psychological tension around unfinished tasks), time-limited events (exploiting fear of missing out), and battle passes (combining sunk cost fallacy with gradual commitment) – are widely employed to increase retention and monetisation. Together, these approaches transform game design into a precise science of user engagement, prompting calls for ethical guidelines to ensure transparency and prevent manipulation of vulnerable populations [8].

Understanding what drives players is important not only for designing engaging and commercially viable games but also for challenging persistent myths about gaming's negative effects. Current research, including recent meta-analyses, consistently disproves the idea that video games lead to real-world aggression. Instead, games act as a rich medium for emotional regulation, identity exploration, social connection, and cognitive growth. Insights from modern motivational frameworks and flow theory show that well-crafted games can encourage positive psychological states and teach transferable skills.

At the same time, the increasing use of neuromarketing and behavioral analytics requires ethical caution so that player engagement does not rely on manipulation or cause harm. As gaming continues to evolve with new technologies – such as virtual reality, artificial intelligence, and cloud-based platforms – applying rigorous psychological knowledge will be essential to unlock the medium's potential for education, therapy, and authentic human connection.

Future interdisciplinary research combining neuroscience, behavioral economics, and human-computer interaction promises to shed further light on how digital play can support personal well-being and social benefit, while encouraging healthier gaming cultures and more responsible design practices. The real challenge is not to reject games as a cultural phenomenon, but to shape design standards, regulatory policies, and public understanding in order to maximize their advantages and minimise potential harms – a goal that requires ongoing collaboration among researchers, developers, policymakers, and the gaming community itself.

References:

1. Newzoo. Global Games Market Report 2026 (Q1 Update) / Newzoo. – San Francisco: Newzoo, 2026. – 96 p.

2. Oldenburg R. The Great Good Place: Cafés, Coffee Shops, Bookstores, Bars, Hair Salons, and Other Hangouts at the Heart of a Community / R. Oldenburg. – New York: Marlowe & Company, 1999. – 368 p.

3. Ferguson C.J. A Meta-Analysis of the Association Between Violent Video Game Play and Aggression: An Updated Review / C.J. Ferguson, J.D. Sauer, M. Drummond // Perspectives on Psychological Science. – 2022. – Vol. 17, № 4. – P. 1012–1030. – DOI: 10.1177/17456916211031986.

4. Vuorre M. A Registered Report of a Meta-Analysis of Violent Video Game Effects on Aggression / M. Vuorre, A.K. Przybylski // Royal Society Open Science. – 2024. – Vol. 11, № 1. – Art. 231276. – DOI: 10.1098/rsos.231276.

5. Marczewski A. The Hexad User Types Scale: A Meta-Analysis of Gamification User Types / A. Marczewski, J. Koivisto // Computers in Human Behavior. – 2023. – Vol. 142. – Art. 107652. – DOI: 10.1016/j.chb.2023.107652.

6. Abuhamdeh S. The Role of Challenge-Skill Balance in the Experience of Flow in Video Games / S. Abuhamdeh, M. Csikszentmihalyi // Journal of Happiness Studies. – 2023. – Vol. 24, № 3. – P. 1123–1142. – DOI: 10.1007/s10902-023-00624-8.

7. Bediou B. Meta-Analysis of Action Video Game Impact on Perceptual and Cognitive Skills / B. Bediou, D. Bavelier, C.S. Green // Psychological Bulletin. – 2023. – Vol. 149, № 5–6. – P. 289–318. – DOI: 10.1037/bul0000390.

8. Hilgard J. Neuromarketing in the Video Game Industry: Ethical Implications and Player Autonomy / J. Hilgard, N. Bowman // Journal of Consumer Psychology. – 2024. – Vol. 34, № 4. – P. 512–529. – DOI: 10.1002/jcpy.1420.

247. THE ROLE OF AFFILIATE MARKETING IN MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES AND E-COMMERCE

Ivanov I.D.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus
Bulavskaya T.V. – Senior Lecturer

This paper deals with affiliate marketing opportunities for e-business. It reveals the difference between traditional and affiliate marketing. Its benefits are cost-efficient and performance-driven results for any product. This paper highlights the trends of affiliate marketing.

“Affiliate marketing is a performance-based marketing model where individuals or businesses earn commissions for promoting products or services of advertisers” [1]. Its development is tightly connected with modern information technologies: tracking systems, attribution models, data analytics, and automated advertising platforms. As e-commerce ecosystems grow more complicated, affiliate marketing becomes an essential part of digital promoting, linking merchants, content creators, and consumers through technology-driven cooperation.

Classic marketing “… delivered through media such as television, radio, newspapers, and increasingly internet”, where costs are paid in advance of performance [2]. Its pros include strong brand awareness and emotional impact, but it often lacks precise attribution and may require huge budgets. Affiliate marketing, by contrast, is performance-driven and cost-efficient. Businesses pay only for measurable results, and digital tracking tools allow detailed analysis of user behavior. However, it also has some cons: dependence on third-party traffic sources, potential fraud risks, and the need for permanent monitoring of users’ quality. In terms of efficiency, affiliate marketing generally provides higher Return On Investment (ROI), which “… is a financial ratio that measures the profit generated by an investment relative to its cost” [3]. for fast financial goals, while classic marketing remains valuable for long-term brand building. The optimal strategy often combines both approaches to balance reach, trust, and measurable performance. **Ultimately, the final choice between these models depends on the specific stage of the product’s lifecycle and the general business objectives regarding market penetration**

Affiliate marketing plays a significant role in customer acquisition and revenue growth by allowing businesses to reach highly targeted audiences with minimal upfront costs. It supports flexible cooperation models, including: 1) Cost per Action (CPA) — payment for a specific user action such as registration or app install; 2) Cost per Lead (CPL) — payment for generating qualified leads; 3) Cost per Sale (CPS) — commission based on completed purchases, the most common model in e-commerce; 4) Revenue Share (RevShare) — commission model where affiliates earn a percentage of the ongoing revenue generated by the users they refer, rather than a one-time flat fee.

A typical example is an online fashion retailer partnering with bloggers and review websites. Affiliates create product-focused content, direct users to the retailer’s website, and receive a commission for each sale generated through their unique tracking links. This model increases brand visibility, reduces acquisition risks, and supports measurable ROI, making it a core component of modern e-commerce strategies.

Several trends shape the current form of affiliate marketing. Firstly, growth of new verticals such as finance, gaming, mobile apps, and subscription-based services, where high-value actions generate strong competition among affiliates. Secondly, shift toward human-created content, as audiences increasingly distrust AI-generated materials and prefer original reviews, personal recommendations, and influencer-driven storytelling. Thirdly, stricter regulations, including privacy rules, platform policies, and compliance requirements, which limit tracking capabilities and complicate traffic verification. Fourthly, challenge of acquiring high-quality traffic, as advertisers must discern real user interest from low-quality or motivated traffic sources. This requires use of “…advanced tracking and fraud prevention tools”, multi-touch attribution, and careful partner selection [4]. These trends highlight the need for technological innovation and transparent cooperation models to maintain sustainable growth in the affiliate ecosystem.

Affiliate marketing is a key component of modern information technologies and e-commerce, providing efficient customer acquisition, measurable performance, and scalable partnerships. Its integration is useful for fast financial results with low marketing budget.

***References**:*

1. Optimisemedia. – URL: https://optimisemedia.com/blog/the-ultimate-guide-to-affiliate-marketing/ (date of access: 26.03.2026).

2. Agriculture Institute. – URL: https://agriculture.institute/marketing-entrepreneurship-development/role-of-advertising-in-marketing/ (date of access: 26.03.2026).

3. Investopedia. – URL: https://www.investopedia.com/terms/r/returnoninvestment.asp/ (date of access: 26.03.2026).

4. Trackier. – URL: https://trackier.com/affiliate-marketing-programs-for-marketers-all-around/ (date of access: 26.03.2026).

248. ARTIFICIAL INTELLIGENCE: PROS AND CONS

Kalesnik I.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shichko A. A. – Lecturer

This paper examines the role of Artificial Intelligence in modern society, highlighting both its significant benefits such as speed, efficiency, and convenience, and its serious drawbacks, including unemployment, bias, and the potential decline in human intellectual capacity.

This article examines the role of AI in modern society, highlighting both its significant benefits such as speed, efficiency, and convenience, and its serious drawbacks, including unemployment, bias, and the potential decline in human intellectual capacity.

Artificial intelligence, or AI, is one of the most interesting and controversial technologies of our time. It refers to computer systems that can perform tasks that typically require human intelligence, such as speech recognition, decision making, and problem solving. AI is already present in our daily lives - from Chatbots to YouTube recommendation engines. But AI has both significant advantages and serious disadvantages.

First of all, AI can perform tasks much faster than humans. It processes huge amounts of data in seconds, saving time and reducing the likelihood of human errors. In addition, AI makes our daily lives more convenient. Smart assistants, chat bots, navigation apps and automatic translators are powered by artificial intelligence and help millions of people every day [1].

Moreover, the AI never gets tired. Unlike a person, he can work 24 hours a day, 7 days a week without losing efficiency. This makes it highly productive in areas such as customer service, data monitoring and logistics.

However, AI also brings serious challenges that cannot be ignored. One of the biggest problems is unemployment. As machines replace people in factories and offices, many people may lose their jobs, which could lead to social problems. Moreover, artificial intelligence systems can be biased and unfair. These systems learn from data provided by humans, and if this data is false, the AI will not be able to understand what the truth is. I believe that with the development of AI, new models will become more and more advanced, displacing people from highly intelligent areas. This can lead to the degradation of a humanity who will not need to strain to solve something, because the AI will find the right solution much faster [2].

Another critical concern is the issue of privacy and security. AI systems collect and analyze vast amounts of personal data in order to function effectively – from our search histories and purchasing habits to our physical movements and even emotional states. This raises serious questions about who owns this data, how it is stored, and whether it can be misused. Governments and corporations with access to such powerful tools could potentially exploit them for surveillance, manipulation, or control. Cybercriminals, too, are increasingly using AI to carry out more sophisticated attacks, generate deepfakes, and spread misinformation at an unprecedented scale. Therefore, protecting individuals' digital rights and ensuring transparency in how AI systems use personal information has become one of the most urgent challenges of our digital age.

In conclusion, artificial intelligence is a powerful and rapidly evolving technology that brings both exciting opportunities and significant risks. As discussed above, AI significantly improves the speed and efficiency of work, making everyday life more convenient and running smoothly. However, it also poses real threats: the displacement of workers from their jobs, the potential bias and unfairness of automated systems, and the gradual decline in human intelligence as they increasingly rely on machines to solve complex problems.

It is obvious that AI cannot and should not be stopped - its development is inevitable. However, it must be guided by responsibility and informed choice. Governments, businesses and society as a whole must work together to create clear ethical standards and legal frameworks that prevent the misuse of AI. At the same time, education systems must adapt to prepare people for an AI-enabled world – not by competing with machines, but by developing uniquely human skills that AI cannot replace, such as critical thinking, creativity, and empathy.

Ultimately, the goal is not to choose between humans and artificial intelligence, but to build a future where they work together – where AI serves as a tool that empowers humans rather than replacing or diminishing them.

References:

1. Evgenia Spatar, The pros and cons of artificial intelligence in all aspects of human life. – URL: https://mitm.institute/journal-informatika--plyusy-i-minusy-iskusstvennogo-intellekta-vo-vseh-sferah-zhizni-cheloveka (date of access: 12.03.2026).

2. Evgeny Popadinets, Human or Robot? Who is smarter? – URL: https://www.youtube.com/watch?v=bY5qN3cubeg&t=729s (date of access: 12.03.2026).

249. CENTRAL BANK DIGITAL CURRENCIES AND CRYPTOCURRENCIES: TWO VISIONS FOR THE FUTURE OF FINANCE

Kondratova U. O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Yeliseyeva V. A. – Senior Lecturer, Master of Arts

The paper examines two models of digital money: central bank digital currencies (CBDCs) and decentralized cryptocurrencies. It is concluded that the future development of the financial system will be determined by the coexistence and competition of these two vectors.

The transformation of the monetary system under the influence of digital technologies has become one of the key trends of the last decade. The emergence of Bitcoin in 2009 marked the beginning of the cryptocurrency market, whose capitalization exceeded $3 trillion by early 2025. Concurrently, central banks in leading countries have accelerated the development of their own digital currencies (CBDCs). China has been testing the digital yuan since 2020, Sweden is working on the e-krona, and the Bank of Russia has introduced the concept of the digital ruble. This naturally raises the question: which path will the future development of the financial system take?

The aim of this paper is to conduct a comparative analysis of these two models of digital money and assess their prospects. The relevance of this topic stems from the impact these changes have on everyday financial practices and the structure of the banking system.

Central bank digital currencies represent a third form of national currency, alongside cash and non-cash money. The key difference from existing non-cash funds is that a CBDC constitutes a direct liability of the central bank, rather than a commercial one. This characteristic reduces the credit and liquidity risks for holders of such funds [1].

Cryptocurrencies function differently: they lack a single issuer, operate with algorithmic issuance, and feature decentralized validation. Bitcoin established the core principles: a limited supply (21 million coins), pseudonymity, and the irreversibility of transactions. Cryptocurrencies have already formed a significant user base and demonstrate transaction volumes comparable to traditional payment systems. CBDCs, in turn, are only beginning the phase of mass adoption [1, 2].

Stablecoins represent an attempt to overcome the volatility problem by pegging to fiat currencies or real assets. Ethereum has expanded the functionality of cryptocurrencies through smart contracts, enabling the creation of decentralized financial applications. The systematization of the main characteristics of the two models is presented in Table 2.

Table 2 – Comparative characteristics of CBDCs and cryptocurrencies

Characteristic	CBDC	Cryptocurrencies
Issuer	Central bank	None
Control	Centralized	Decentralized
Volatility	None	High
Anonymity	None	Pseudonymity
Programmability	Limited	Full

Comparing the two approaches reveals fundamental contradictions. The first concerns sovereignty: cryptocurrencies erode state control over money by creating a parallel financial system. The second pertains to confidentiality: CBDCs ensure transparency for regulators but raise privacy concerns, while cryptocurrencies guarantee pseudonymity — creating risks of illegal use but protecting legitimate transactions. The third contradiction lies between stability and innovativeness: CBDCs offer predictable purchasing power but limited financial experimentation, whereas volatile cryptocurrencies foster new instruments and business models like DeFi and NFTs.

Future development will likely follow a path of coexistence: CBDCs will be used for domestic settlements, while cryptocurrencies will serve for cross-border transfers, savings in conditions of distrust toward national currencies, and as a platform for financial innovation [3]. The emergence of hybrid solutions combining state guarantees with the technological advantages of distributed ledgers is also possible.

References:

1. Bank for International Settlements. Central bank digital currencies: foundational principles and core features. – Basel : BIS, 2020. – 35 p. – URL: https://www.bis.org/publ/othp33.pdf (date of access: 14.03.2026)

2. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. – 2008. – 9 p. – URL: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf (date of access: 14.03.2026)

3. Abramova M.A., Dubova S.E., Zvonova E.A. et al. Tsifrovye valyuty tsentral'nykh bankov: mirovoy opyt i perspektivy // Finansy: teoriya i praktika. – 2022. – Vol. 26, No. 2. – P. 24–39. – URL: https://financetp.fa.ru/jour/article/view/1234 (date of access: 14.03.2026)

250. WHY DOES A PROGRAMMER NEED ENGLISH?

Konoplyanko M.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Sinkevich L.E. – Senior Lecturer

The importance of English for programmers is discussed in this paper. The study concludes that English is a necessity for programmers in their career development to learn new technologies and communicate with other specialists.

In the modern technological world, the English language plays a very important role in professional development of programmers. Programming is an international field, and most professional communication takes place in English. Knowledge of English helps programmers to learn new technologies, understand technical documentation, and communicate with other specialists.

First of all, most major programming languages (Python, Java, C++, JavaScript) are based on English vocabulary. Commands and keywords such as “function”, “return”, “class”, and “import” come from English. When programmers write code, they constantly encounter these words and use them. Understanding the meaning of these terms makes it easier to read code and realize how programs work.

Another important reason, which proves that learning English for programmers becomes a necessity, it is the ability to read technical documentation. This kind of documentation explains how a programming language, library, or framework works. Almost all official guides and manuals are written in English. For example, developers should read documentation from companies such as Google or Microsoft to learn how to use their technologies. If programmers have good English skills, they can follow instructions and use tools more effectively.

Programming is not only about writing code but also about fixing errors. When programmers face a problem, they usually search for solution on the internet platforms like Stack Overflow, where developers from all over the world share their experience. The English language accounts for approximately 49.4 % of all website content as of March 2026 [1]. Therefore, being fluent in English is the true time-saver, letting programmers look through such endless technical debates in order to find out the key solution to their programming matters quickly, without having to translate every single sentence.

In addition, English helps programmers to communicate with international teams. Many IT companies hire employees from different countries, and 90 % of project documentation is written in English. If a company interacts with international clients or partners, it will be impossible to work on the project without English. Understandable communication is significant for effective teamwork, and that’s why the capacity to convey thoughts clearly would help to avoid misunderstandings and improve cooperation between specialists [2].

Here are some key statistics about the use of English that prove its dominance in the IT and digital world:

1. Web Content: Nearly 50 % of the internet is in English.
2. Top Languages: English is the most-used language, far outpacing Spanish (6 %), German (6 %), and Japanese (5.1 %).
3. Global Usage: Approximately 1.35 billion to 1.5 billion people speak English worldwide, but only about 370-400 million are native speakers, meaning it is the lingua franca for technology, with roughly 3 non-native speakers for every native speaker.
4. Employment: 98.5 % of employers in 38 countries assess English competence, with higher compensation often tied to proficiency.

Finally, English helps programmers in their career development. Lots of online courses, 85 % of international professional conferences, and 50 % of research articles are written in English. Motivated and ambitious programmers often turn to such resources to keep up with the times and industry trends, be able to generate modern code, withstand rivalry with professional colleagues, and just to gain the courage to ask for promotion. According to the American IT company HackerRank, developers with knowledge of English earn 30-50 % more than employees who do not speak English [3].

In conclusion, English is an essential skill for programmers. It helps them to read documentation, solve technical problems, communicate with colleagues, and grow professionally. Therefore, learning English is a valuable investment for anyone who wants to become a successful programmer.

***References**:*

1. W3Techs: [technological database]. – 2025. – URL: https://w3techs.com/technologies/overview/content_language (date of access: 08.03.2026).

2. Интернет-портал IT-academy: [сайт]. – Минск, 2026. – URL: https://www.it-academy.by/media/stati/do-you-speak-english/ (дата обращения: 09.03.2026).

3. Oxford English for Information Technology. – Oxford University Press, 2006.

251. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON LEARNING AND DIGITAL TECHNOLOGIES TODAY: TRENDS AND PROSPECTS

Korovin D.V., Yarcev A.A
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ryabykh V.A. – Lecturer, Master of Arts

This study examines the profound impact of artificial intelligence (AI) on learning processes and digital technologies in contemporary education. It highlights key opportunities such as personalized learning experiences, enhanced engagement, and greater accessibility, while addressing significant challenges including over-reliance on tools, risks to critical thinking, data privacy concerns, and widening inequalities.

Artificial intelligence has fundamentally transformed learning and digital technologies, embedding itself deeply into educational practices worldwide. Generative AI tools like ChatGPT, along with adaptive platforms, enable highly personalised learning by analyzing individual student needs, strengths, and paces, shifting education from a one-size-fits-all model to tailored experiences that improve comprehension, retention, and motivation [1]. AI enhances engagement through immediate feedback, intelligent tutoring systems, and automated support for tasks such as grading and lesson planning, freeing educators to focus on meaningful interactions. According to Microsoft's 2025 Education Report, 93% of students have used AI for academic purposes, with many viewing it as a tool for brainstorming rather than cheating [2]. Furthermore, AI speeds up the adoption of digital technologies in education, facilitating worldwide access to knowledge and helping prepare people for an AI-driven job market, with students often being more proficient with AI than their instructors, which increases pressure to integrate it into academic curricula. Despite these advantages, AI introduces notable risks. Over-reliance on tools can diminish critical thinking, problem-solving, and independent learning skills, as students may seek quick answers instead of deep engagement. AI use in classrooms has also been linked to feelings of disconnection from teachers and peers, potentially impacting social development and empathy [2]. Other issues include academic dishonesty, data privacy breaches, biases in AI systems, and the digital divide exacerbating inequalities in under-resourced regions. Reports from Brookings and UNESCO emphasize that unchecked AI integration can undermine cognitive and emotional development, perpetuating algorithmic biases, increasing isolation, and risking AI hallucinations that lead to misinformation in educational contexts.

As these risks become more evident, emerging trends in 2026 are shifting focus toward responsible and human-centered AI integration. Looking ahead, AI promises to further revolutionise learning through advanced personalization, immersive technologies like VR/AR, and AI agents that support inclusive education, with institutions increasingly emphasizing AI literacy, ethical guidelines, and teacher training [5]. To maximize benefits while mitigating risks, thoughtful integration is essential: developing AI competencies, ensuring equitable access, and balancing technology with human interaction [3].

AI is not a substitute for good teaching – but in the hands of good teachers, it can be a powerful ally. However, alongside these clear advantages, the integration of AI entails significant risks: diminished critical thinking, weakened social connections, increased digital inequality, and ethical concerns. In response to these challenges, current approaches to integrating AI into education are shifting toward responsible and human-centered use, which entails developing AI literacy, adhering to ethical standards, and preserving the role of the educator as a key element of the educational process.

The key condition for the successful integration of artificial intelligence into education lies not in replacing but in complementing human involvement. As the text rightly notes, AI is not a substitute for good teaching in the hands of skilled educators, it becomes a powerful ally. Only a balance between technological innovation and preserving live interaction, between automation and the development of critical thinking, will allow the potential of AI to be realised without compromising students' cognitive and socio-emotional development.

References:

1. AI's Impact on Education in 2025. - URL: https://www.cengagegroup.com/news/perspectives/2025/ais-impact-on-education-in-2025 (date of access: 10.03.2026).

2. Rising Use of AI in Schools Comes With Big Downsides for Students. - URL: https://www.edweek.org/technology/rising-use-of-ai-in-schools-comes-with-big-downsides-for-students/2025/10 (date of access: 10.03.2026).

3. A Microsoft Special Report. - URL: https://cdn-dynmedia-1.microsoft.com/is/content/microsoftcorp/microsoft/bade/documents/products-and-services/en-us/education/2025-Microsoft-AI-in-Education-Report.pdf (date of access: 10.03.2026).

252. E-REPUTATION IN THE DIGITAL ERA: THEORETICAL FOUNDATIONS, ECONOMIC IMPACT AND STRATEGIC MANAGEMENT BASED ON AI

Korol A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ladyjenko M.V. – Senior Lecturer

This paper explores the theoretical basis for online reputation as a critical strategic asset in the digital economy – it examines the ways of its formation and core structural components. The work gives a reader broad analyses of the practical impact of online reputation on the success of the company and its value as well as pays attention to Online Reputation Management (ORM) based on AI as a key instrument of shaping the image of an organisation in the Digital Era.

The digital revolution has completely changed the way how companies communicate with customers. Social media nowadays have become influential arenas where e-reputations – the collective judgment about a company's or individual's reputation online, shaped by digital interactions and content – are made. The speed of spreading information via social media is huge, it can lead to fast changes in public perception which are connected with the definite organisation. This requires a move from traditional, static reputation management to dynamic, real-time digital strategies, as social media's speed makes online reputation a critical and continuous business priority. Modern theoretical and practical aspect of organisational online reputation will be examined and a universal beneficial approach to its management will be found in this paper.

Speaking about the concept of organisational online reputation, it is the public perception of the company's digital activities and digital behaviour. Unlike stable, locally-built traditional reputations, e-reputation is dynamic, global and can change instantly based on online reviews and social media.

According to to the International Journal of Business and Technology Studies and Research there are three theories which describe the formation of e-reputation or the factors that influence this formation.

The first theory describes basic components and basic digital nature of online reputation. It is – Online Reputation theory [1]. According to this theory online reputation is formed from a person's perceptions connected with the company's website, activity on social media and services and it is heavily influenced by electronic word-of-mouth (eWOM), such as reviews and user-generated content. The perception of this reputation depends on the quality, consistency, and immediacy of these digital interactions.

Another two theories are additional, they describe more abstract categories which make up online reputation of an organisation.

The second theory is Online Trust Theory. It considers trust as the foundation of a good online reputation. Companies build trust by being reliable, transparent, and honest in all their digital interactions. This includes keeping promises, securing transactions, and responding quickly to customers.

The third theory is Online Responsibility Theory. According to this theory every action a company takes online affects its reputation. Posts, comments and responses leave a permanent digital footprint. Companies should create a special content and leave positive digital footprints to be liked by the audience.

To build and maintain a perfect reputation in today's digital world companies must strategically manage three interconnected factors.

1. Search Engine Optimisation (SEO): SEO is the practice of optimising a company's website and content to rank highly in search engine results like Google. Since the vast majority of users never look beyond the first page of results, nowadays organisations should have high visibility on search platforms. Effective SEO ensures that when someone searches for your company or its products, they find your official, positive content first – such as your website, blog, or news – rather than negative reviews, competitor claims or misinformation.

2. Social Media: social media are powerful tools for promotion, customer service and community building. However, they can be both an opportunity and a risk. Companies can use social media to share news, gather feedback, and promote their brand, but they cannot control the conversations that happen about them. A single negative post or complaint can spread rapidly and cause significant reputational damage. Therefore, successful reputation management on social media requires constant, active engagement – listening to the audience, responding promptly to questions and criticisms and participating in discussions to build trust and loyalty.

3. Consumer-Generated Media (CGM): Consumer-Generated Media includes all the content created by users about a company: online reviews on sites social media comments, blog posts, video reviews and forum discussions. In the digital age the opinions of other consumers are often trusted more than official advertising. Companies must actively monitor this content to influence the public in the necessary way.

Online reputation is a quantifiable economic asset with a direct impact on organisational performance. Positive online reviews significantly increase consumer trust and directly drive sales; a one-star increase in a Yelp rating can lead to a 5-9 % revenue increase for restaurants. Social media sentiment serves as a predictor

of firm value and can make a company more expensive. SEO drives online visibility which can also increase revenue. For talent attraction, a strong e-reputation is also important as 75 % of job seekers research an employer's brand online. Good e-reputation signals financial stability, social responsibility and a positive employer brand.

Online Reputation Management (ORM) is a systematic process of constant creating and improving organisational online reputation [3].

The first step in this cycle is Monitoring and Analysis. This involves the tracking of all mentions, discussions and content related to an individual, brand, or organisation in the digital sphere. The step includes social media platforms, online forums, news websites, blogs and review sites like Yelp or Google Reviews.

The next phase is Evaluation and Strategy Development. Here analysts examine the gathered information to answer key questions: What are the predominant topics of conversation? Where is sentiment most positive or negative? What things cause complaints or praise? The process of evaluation can help to find strengths to develop and problems to fix.

The third stage is Action and Content Creation. Here the organisation engages directly with its digital audience. This includes responding professionally to online reviews, particularly negative feedback, to demonstrate attentiveness and a commitment to resolution. Also the organisation should create proactive content. This content, such as blog posts, social media updates, press releases and helpful articles, aims to emphasise positive brand values, highlight achievements, and improve search engine visibility.

Finally, the cycle ends with Prevention and Crisis Preparedness: organisations create advance plans detailing roles and emergency steps, while building reputation through positive customer experiences. If a crisis hits, the pre-made plan enables quick response to limit damage, after which the process returns to monitoring, creating a continuous cycle of listening, learning, and engagement.

A strong online reputation boosts business in all sectors, but the way it works and its power differ greatly by industry. This means companies need special strategies that fit their specific customers and market. In travel and hospitality, reviews are everything. 81 % of travellers use them to choose where to stay, and most read at least 10 reviews. Just a 10 % improvement in ratings can increase hotel sales by 4.4 %. For retail and e-commerce, online reputation also drives decisions but the extent of its significance is smaller. 70 % of shoppers are more likely to buy a product with good reviews. Products with at least five reviews are 270 % more likely to be purchased than those with none [4].

Artificial Intelligence (AI) is revolutionising Online Reputation Management (ORM). It transforms this field by automating the analysis of vast data – from reviews and social posts to news. For example, sentiment analysis automatically evaluate public emotion toward a brand across all platforms. AI-powered brand monitoring tracks mentions in real-time and identifies influencers and trends. Furthermore, automated content moderation fastly removes harmful material, protecting a brand's image proactively. Beyond monitoring, AI enables predictive and personalised strategies. Predictive analytics forecast reputational risks by analysing historical data. Besides, AI controls a personalised customer experience, using data to reduce complaints, and build loyalty [2]. However, AI requires careful ethical consideration. Issues like algorithmic bias, data privacy, and a lack of transparency can undermine trust. Organisations must ensure their AI tools are accurate, used responsibly and not seen as tools for manipulation. Human control remains crucial to interpret context and guide strategic actions.

The examples of successful usage of AI for ORM can be Netflix, BMW, Amazon. In Netflix AI analyses customer feedback to adapt content and responses and make communication more individualised. In BMW AI finds negative sentiment trends early, allowing to fix a complaint before it triggers a wave of bad reviews. Amazon's AI analyses preferences and the whole mood of a client and helps to predict the product which this client will soon buy to deliver it to the necessary warehouse in advance.

In conclusion a strong online reputation is a key business asset and a source of real competitive advantage. To protect and grow it companies need a smart strategy. This means investing in reputation management like any other critical function – with dedicated people, tools, and budget. It requires publishing honest, helpful content that makes the brand reliable, boosts search rankings, and develops new AI search tools like ChatGPT. Companies must actively and professionally respond to all feedback, especially criticism, to turn problems into trust-building moments. Technically, they should combine classic SEO with new AI-optimisation to stay visible. Most importantly, they must build digital trust by being transparent, ethical, and secure with user data. Finally, they need a prepared crisis plan with real-time monitoring to react fastly to threats. By taking this complete approach, businesses will build a powerful, long and valuable digital identity.

References:

1. Understanding Social Media and E-Reputation: A Narrative Literature Review / I. Amahjour, I. Khalkhali – 2024. – URL: https://ijbtsr.org/index.php/IJBTSR/article/view/126/120 (date of access: 01.02.2026).

2. A role of artificial intelligence in online reputation management / Ms. Amisha Ved and Dr. Swati Oza – 2023. – URL: https://www.researchgate.net/publication/371873837 (date of access: 01.02.2026).

3. A review on online reputation management and online reputation components – 2022. – URL: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1843454 (date of access: 01.02.2026).

4. Online Reputation as an Economic Asset: A Meta-Analysis of Digital Perception's Impact on Organisational Value / U. Samet – 2024. – URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5347844 (date of access: 01.02.2026).

253. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN ECONOMICS

Krauchynskaya D. N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Yeliseyeva V. A. – Senior Lecturer, Master of Arts

The paper examines the role of Artificial intelligence I and machine learning in economic research in the context of data growth. The differences between machine learning and econometrics are analyzed. The application in forecasting, text analysis, and policy assessment is highlighted. The problems of data quality and interpretability of models are discussed.

Economics has always been based on data, but today's intense growth in its volume, speed and diversity has opened up a unique opportunity to apply artificial intelligence (AI) and machine learning technologies that were previously inaccessible to traditional analytical methods. The transition from small structured datasets to massive diverse streams of information requires a methodological evolution in economic research, where machine learning algorithms are becoming a necessary tool for extracting practically meaningful conclusions from information.

Artificial intelligence is the ability of computer systems to perform tasks that normally require human intelligence: such as learning, analyzing problems, and making decisions. One of the key sections of AI is machine learning. It develops algorithms that are trained on arrays of data, revealing hidden patterns and dependencies. Unlike classical programming, the algorithm itself identifies patterns in diverse datasets (e.g., numerical indicators, text, images, and sensor data) [1].

Over the past few years, artificial intelligence has opened new frontiers in economic and financial research. Thanks to its highly developed abilities for perception, learning and analysis, AI allows solving tasks that traditional methods can hardly cope with. Economics and finance as systems are characterized by high complexity, heterogeneity of data and constant variability, which requires fundamentally new technological approaches. The development of big data tools and the growth of computing power have created the necessary conditions for the introduction of AI, which has significantly expanded the horizons of classical economics.

Machine learning and traditional econometrics, being two key methodologies in economic and financial research, have fundamental differences that define their unique application niches. Machine learning is an inductive based on data paradigm. Its main goal is to maximize the accuracy of forecasts by identifying complex nonlinear patterns and efficiently processing multidimensional (including unstructured) data. The price for this is low interpretability ("black box") and weak support for causal inference. Traditional econometrics is a deductive paradigm guided by theory. Its core is hypothesis testing and identification of strict causal relationships (for example, through instrumental variables) with high transparency of the model. However, it is limited by strict assumptions and requires manual feature selection, which makes it vulnerable when working with complex unstructured data. Under the current conditions, artificial intelligence methods, primarily machine learning, are becoming the main tool for solving such problems due to their ability to process huge amounts of data and use self-tuning algorithms [2].

Machine learning methods are becoming increasingly widespread in economics and finance, opening up new research tools and expanding the possibilities of solving complex problems through efficient data processing. In the field of predictive modeling, machine learning methods can achieve higher accuracy when working with complex macroeconomic indicators by integrating diverse data sources. A key application of machine learning is alternative data analysis, where natural language processing extracts indicators of political uncertainty from news and evaluates the tone of corporate reporting. In causal analysis, machine learning provides new ways to choose control variables and evaluate policy interventions. Random forest algorithms and counterfactual analysis methods make it easier to identify cause-and-effect relationships than econometric models [3].

Rapid growth in data has made artificial intelligence and machine learning valuable complements to econometrics for finding nonlinear patterns and using alternative data. Adoption is limited by model opacity, data-quality issues, and challenges for causal inference. Reliable use requires data curation, interpretability tools and causal-aware methods.

References:

1. Stryker, C. What Is Artificial Intelligence (AI)? / C. Stryker, E. Kavlakoglu. – 2024. – URL: https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence (date of access: 14.03.2026).

2. Wan, Y. Artificial Intelligence in Economics and Finance: Applications and Prospects of Machine Learning Methods / Y. Wan, H. Tao, Y. Zhao // Frontiers in Business, Economics and Management: collection of scientific works. – 2025. – Vol. 18, iss. 1. – P. 55–59.

3. Usmonov, A. A. Machine learning in the field of national economy / A. A. Usmonov // Open education. – 2025. – Vol. 29, iss. 3. – P. 4-9.

254. HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE IMPACTS THE ENVIRONMENT

Kravchuk A.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Sinkevich L.E. – Senior Lecturer

This paper explores the complex environmental implications of artificial intelligence, focusing on both its significant environmental costs and its potential sustainability benefits. It highlights how AI's rapid growth drives increased energy consumption, water usage, and demand for physical infrastructure, contributing to carbon emissions and resource depletion, while also demonstrating how AI can enhance climate modeling, optimize resource management, monitor environmental changes, and support evidence-based decision-making. The study emphasizes that achieving a balance between these impacts requires responsible AI development, deployment, and regulation, ensuring that technological advancements contribute positively to environmental sustainability.

Artificial intelligence (AI) has become increasingly widespread in contemporary society, being utilized across numerous domains due to its unique computational and generative capabilities. However, this rapid development comes at the cost of substantial resource consumption, which has significant environmental implications. Data centres that house AI servers consume not only large amounts of electricity but also other resources, contributing to the overall ecological footprint of AI technologies.

According to the Digital Economy Report 2024, artificial intelligence does not directly produce environmental pollution. However, its development, deployment, and large-scale integration into digital systems significantly contribute to the environmental footprint of the digital economy. This impact is largely indirect and results from the infrastructure required to support AI systems. The key environmental challenges associated with AI include rising electricity demand, increased water consumption, and the accelerated expansion of data centre infrastructure.

One of the most critical aspects of AI's environmental impact is its carbon footprint, which is primarily linked to energy consumption. Machine learning models, especially deep learning systems, require substantial computational resources during both training and deployment phases.

The training phase involves processing large datasets through repeated iterations, which demands high-performance computing and consumes significant amounts of electricity. Empirical estimates indicate that approximately 20–40 % of total energy consumption is associated with training, while 60–70 % is attributed to inference, that is, the real-time use of trained models in applications. As AI becomes increasingly embedded in everyday digital services, including search engines, recommendation systems, and automated decision-making tools, the demand for inference is expected to grow rapidly. This shift suggests that the long-term environmental impact of AI will be driven not only by model development but also by large-scale deployment and continuous use.

Moreover, the growing complexity of AI models further intensifies energy consumption. Modern AI systems often involve billions or even trillions of parameters, requiring advanced hardware and extended computation times. As a result, even marginal improvements in model performance may come at the cost of significantly higher energy expenditure. While AI currently accounts for a relatively small share of global electricity consumption, projections indicate that its contribution may increase substantially as adoption continues to expand across industries.

Water consumption represents another important environmental concern. Data centres, which provide the physical infrastructure for AI systems, generate considerable heat due to intensive computational processes. To maintain operational stability, this heat must be dissipated through cooling systems, many of which rely on fresh water resources. For example, the training of large-scale language models such as GPT-3 has been associated with the consumption of approximately 700,000 litres of clean water.

A further dimension of AI's environmental impact concerns the spatial distribution and localisation of data centre infrastructure. The placement of such facilities is often determined by a combination of economic, climatic, and regulatory factors, including access to affordable energy, political stability, and connectivity to global data networks. Increasingly, technology companies are situating data centres in regions with abundant renewable energy resources, such as hydropower or wind energy, in an effort to reduce carbon emissions. However, this strategy may lead to uneven environmental pressures, as local ecosystems and communities bear the burden of intensified resource use, including land occupation and water extraction. In some cases, the concentration of data centres in specific regions can strain local energy grids and water supplies, potentially leading to competition with residential and agricultural needs. Therefore, the environmental sustainability of AI

infrastructure must also be evaluated in terms of its geographical footprint and its socio-environmental impacts at the regional level.

The level of water usage varies depending on factors such as geographic location, climate conditions, and cooling technologies, including air and liquid cooling systems. This creates a complex trade-off between minimizing carbon emissions and reducing water consumption, as regions with access to renewable energy sources may not always offer optimal conditions for water-efficient cooling. Consequently, the environmental impact of AI infrastructure must be assessed in a broader geographical and resource-management context.

In addition to energy and water requirements, the development of AI technologies depends heavily on physical computing infrastructure. This includes servers, graphics processing units (GPUs), storage devices, and networking systems. The production of these components involves the extraction of raw materials, including rare earth elements and other metals, as well as energy-intensive manufacturing processes and global logistics. As demand for AI continues to grow, the need for such hardware is expected to increase significantly. This expansion not only intensifies resource consumption but also contributes to environmental degradation associated with mining activities and industrial production. Furthermore, the rapid pace of technological advancement leads to frequent hardware upgrades, resulting in increasing volumes of electronic waste, which poses additional environmental and disposal challenges [1].

The environmental implications of AI are closely connected to the broader expansion of data centres, which are essential for supporting digital infrastructure. Data centres are specialized facilities designed to house computing equipment, maintain stable operating conditions, and ensure continuous data processing and storage. Due to their intensive energy requirements, they have become major electricity consumers within the global economy. In 2022, global data centre electricity consumption reached approximately 460 TWh, and projections suggest that this figure may exceed 1000 TWh by 2026. Such levels of energy consumption are comparable to those of entire nations, highlighting the scale of the issue. In addition, AI-driven services are significantly more energy-intensive than traditional digital operations.

For example, a single AI-based query may consume up to ten times more electricity than a conventional web search. Given that billions of such queries are processed daily, the widespread integration of AI into digital platforms may substantially increase global electricity demand and further strain energy systems [2].

At the same time, it is important to acknowledge that artificial intelligence also offers substantial opportunities for addressing environmental challenges. AI technologies can improve the accuracy of climate models, enabling more precise predictions of environmental changes and facilitating more effective mitigation strategies. In the field of environmental monitoring, AI can process large volumes of data collected from satellites, sensors, and other observation systems, allowing real-time analysis of environmental conditions.

A notable example is the World Environment Situation Room (WESR), developed by the United Nations Environment Programme. This platform integrates diverse environmental datasets and provides near real-time information on key indicators such as atmospheric carbon dioxide levels, glacier mass changes, and sea-level rise. By enhancing data accessibility and visualisation, such systems support evidence-based decision-making and improve the ability of policymakers, researchers, and international organisations to respond to environmental challenges [3].

Furthermore, AI can contribute to more efficient resource management across various sectors. For instance, it can optimize energy consumption in industrial processes, improve the efficiency of transportation systems, and support sustainable urban planning. AI-driven solutions can also assist in waste management, biodiversity conservation, and the monitoring of deforestation and pollution. These applications demonstrate that, despite its environmental costs, AI has the potential to play a significant role in promoting sustainability and supporting global environmental goals.

In conclusion, the relationship between artificial intelligence and environmental sustainability is inherently complex and multifaceted. On the one hand, the rapid expansion of AI technologies leads to increased energy consumption, water usage, and demand for physical infrastructure, thereby intensifying environmental impact. On the other hand, AI provides powerful tools for addressing environmental challenges, improving resource efficiency, and supporting informed decision-making. Consequently, the overall environmental impact of AI will depend on how these technologies are developed, implemented, and regulated, as well as on the extent to which sustainability principles are integrated into the design and operation of digital systems. A balanced and responsible approach to AI development will be essential to ensure that its benefits outweigh its environmental costs.

Moreover, fostering collaboration between governments, industry, and the scientific community will be crucial for mitigating AI's environmental footprint. Establishing standards for energy-efficient hardware, promoting the use of renewable energy in data centres, and encouraging transparent reporting on AI-related resource consumption can help align technological growth with environmental sustainability goals. By

integrating environmental considerations into AI research, deployment, and policy frameworks, societies can harness the transformative potential of AI while minimizing its ecological impact, ultimately contributing to a more sustainable and resilient future.

References:

1. Digital Economy Report 2024: Shaping an environmentally sustainable and inclusive digital future. United Nations Conference on Trade and Development. – New York, 2024. – URL: https://unctad.org/system/files/official-document/der2024_en.pdf (date of access: 19.03.2026).

2. Electricity 2024. Analysis and forecast to 2026. – URL https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b2fd954-2017-408e-bf08-952fdd62118a/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf (date of access:19.03.2026).

3. How artificial intelligence is helping tackle environmental challenges. United Nations Environment Programme. – 2022. – URL: https://www.unep.org/news-and-stories/story/how-artificial-intelligence-helping-tackle-environmental-challenges (date of access: 19.03.2026).

255. RESEARCH ON THE USE OF WI-FI VS. THE MOBILE INTERNET

Krasouskaya K. P., Orlova A. D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ryabykh V. A. – Lecturer, Master of Arts

This research addresses of user preferences when choosing between Wi-Fi and mobile Internet (4G/5G) based on a survey of 1st year students of BSUIR. Key factors analyzed: subjective perception of speed, mobile plan limitations, and network quality assessment by location. The analysis was carried out using data from reputable industry sources.

In the digital age, users constantly switch between Wi-Fi and cellular networks. Wi-Fi offers high speeds within a limited range, while mobile networks provide broader coverage and seamless connectivity while moving.

To assess Internet usage habits, a survey was conducted among BSUIR students. According to Ookla, fixed broadband remains faster than mobile Internet in most regions [1]. The survey results show that 55.6% of respondents said home Wi-Fi is faster than mobile Internet, while 27.8% noted it depends on the situation.

According to the survey results, many users have access to high-speed home Internet (50% of respondents have speeds exceeding 100 Mbit/s), making Wi-Fi preferable for resource-intensive tasks. However, 16.7% of respondents are unaware of their plan's specifications, revealing a gap between technical capabilities and digital literacy.

OpenSignal found that public Wi-Fi in crowded places often underperforms compared to 4G/5G due to congestion [2], a finding confirmed by our survey, in which 51.9% of respondent's report that public Wi-Fi is slower than their mobile Internet, with universities and shopping malls most frequently cited as poor-performance locations.

The Ericsson Mobility Report highlights the dominance of video traffic [3]. Our research shows user adaptation: 51.9% of respondents download large files only via Wi-Fi to conserve data, demonstrating an offloading strategy. While most watch videos while traveling when they have a good mobile plan, nearly a third pre-download videos at home to save traffic.

The assessment of communication quality (questions 9 and 10) shows that home Wi-Fi received the highest average scores (4–5 points), while public Wi-Fi in universities and cafes was rated significantly lower (2–3 points), as shown in Figure 1. Mobile Internet in transport and outside the city received lower ratings than at home due to coverage problems, illustrated in Figure 2.

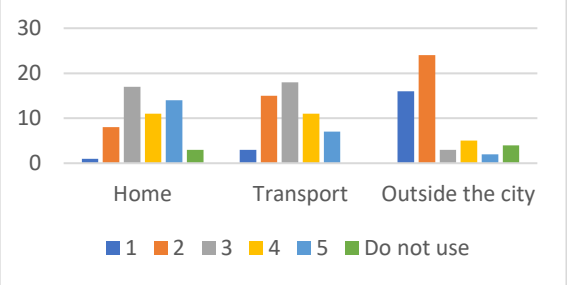


Figure 1. Wi-Fi the quality assessment across location

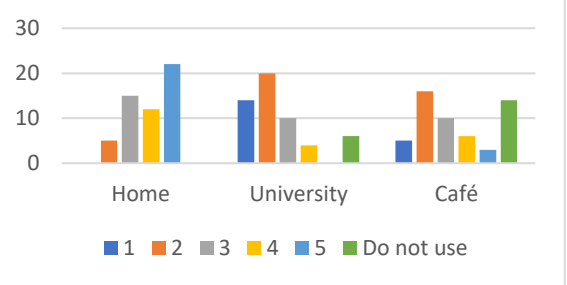


Figure 2. Mobile Internet quality assessment across location

The survey results, analyzed alongside three major industry reports, the results confirm that users strategically choose the best connection depending on context. Wi-Fi is preferred for stationary, high-bandwidth tasks due to higher speeds and no data caps, while mobile Internet is indispensable for reliable communication in public places and on trips. It can be concluded that Wi-Fi and mobile Internet are complementary rather than competing technologies.

References:

1. Speedtest Global Index. – URL: https://www.speedtest.net/global-index (date of access: 10.03.2026).
2. Mobile Network Experience Report. – URL: https://www.opensignal.com/reports (date of access: 10.03.2026).
3. Ericsson Mobility Report. – URL: https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report (date of access: 10.03.2026).

256. DISCRETE-EVENT SIMULATION: FOUNDATIONS, PROCESS-ORIENTED MODELING, AND APPLICATIONS

Krat S. I., Levchenko K. M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Yeliseyeva V. A. – Senior Lecturer, Master of Arts

This work reviews discrete-event simulation (DES) and its theoretical foundations, focusing on the process-interaction paradigm. It covers simulation evolution from event-scheduling to entity-oriented models in GPSS and SIMULA. Key strategies and process-interaction concepts are compared. DES applications in industry, healthcare, logistics, and communications are discussed, alongside trends like digital twins, hybrid models, and machine learning. Process-oriented DES remains fundamental for analysing complex systems.

Operations research, systems engineering, and computer science extensively employ simulation methods in cases where analytical solutions are inapplicable or insufficiently accurate. Within this domain, discrete-event simulation (DES) occupies a central position. Its defining feature is that the system state changes only at discrete points in time corresponding to the occurrence of events, while remaining unchanged between them [1]. In contrast, continuous simulation represents system dynamics through continuously evolving variables that are typically described by differential equations. The event-driven paradigm is particularly appropriate for systems in which changes occur at distinct moments, including service systems, manufacturing processes, logistics operations, healthcare workflows, and communication networks. This correspondence between modeling approach and system characteristics largely explains the sustained relevance and widespread use of DES.

The development of discrete-event simulation dates back to the early 1960s, a period characterised by limited computational resources and the need for efficient modeling techniques. Early simulation languages such as GPSS and SIMSCRIPT established a foundational set of modeling concepts, including entities, resources, queues, and processes, which remain fundamental to this day [2]. A significant milestone in the evolution of DES was the creation of SIMULA by Dahl and Nygaard. This language not only advanced simulation methodology but also introduced key principles of object-oriented programming, including classes and inheritance [3]. Originally developed for simulating maritime operations, SIMULA exerted a lasting influence on both simulation practice and software engineering. Contemporary simulation tools, ranging from commercial platforms such as Arena and AnyLogic to open-source frameworks such as SimPy and salabim, continue to build upon the conceptual foundations established during this formative period.

The construction of a discrete-event simulation model relies on several fundamental concepts. State variables define the condition of the system at a given moment in simulated time. Entities, representing dynamic elements such as customers, jobs, or data packets, traverse the system while competing for limited resources. These resources may include personnel, equipment, or communication capacity. When demand exceeds available capacity, queues are formed, which leads to delays and directly affects system performance. The simulation process is governed by two primary components, namely a simulation clock, which tracks the progression of virtual time, and an event calendar, which maintains an ordered list of scheduled events. The simulation engine iteratively processes events by selecting the next event in chronological order, updating the system state, and recording relevant performance measures such as waiting time, utilisation, and throughput [4]. This execution mechanism ensures that the complexity of the model is primarily determined by its logical structure rather than by the underlying simulation algorithm.

An important aspect of discrete-event simulation is the process of model verification and validation, which ensures that the constructed model is both correctly implemented and adequately represents the real system. Verification focuses on confirming that the model is consistent with its conceptual specification, whereas validation assesses the degree to which the model reflects actual system behavior. These procedures typically involve statistical testing, comparison with empirical data, and sensitivity analysis [4]. In addition, proper experimental design, including multiple simulation runs and confidence interval estimation, is essential for obtaining reliable results [5]. Without rigorous verification and validation, the reliability and practical applicability of simulation results remain limited.

Simulation logic can be organised using several fundamental approaches. The event-scheduling method represents the system as a set of event types, each associated with a specific handler responsible for updating the system state and scheduling future events. Although this approach is efficient and conceptually transparent, it may become difficult to manage as model complexity increases. Activity scanning provides an alternative perspective by periodically evaluating which activities can occur under the current system state; however, this method may lead to increased computational overhead. The process-interaction approach, which has become the dominant paradigm, models the behavior of individual entities as sequences of operations executed over time. In this framework, each entity follows a predefined process that includes waiting for

resources, undergoing processing, and leaving the system. This representation facilitates a more intuitive description of system behavior and improves model readability and maintainability [6].

The development of process-oriented modeling is closely associated with the work of Geoffrey Gordon, who introduced GPSS as a transaction-oriented simulation language [2]. Within this framework, entities move through a sequence of predefined blocks representing system operations such as resource acquisition, delays, and queueing. This approach significantly simplified the construction of simulation models. Further advancements were achieved in SIMULA, where the introduction of coroutines enabled the representation of processes as independent execution flows that can be suspended and resumed [3]. As a result, the need for explicit event management was reduced, and simulation models became more modular and flexible.

Modern simulation tools preserve the principles of process interaction while providing enhanced usability and flexibility. Commercial environments such as Arena and AnyLogic offer graphical interfaces for constructing simulation models [6]. In contrast, open-source frameworks such as SimPy implement process interaction using programming language constructs, including generators and coroutines [7]. Regardless of the implementation, the underlying modeling principles remain consistent, since entities interact with resources, experience delays, and progress through the system according to defined processes. This abstraction is sufficiently expressive to represent systems of varying scale and complexity, ranging from simple service models to large-scale distributed systems.

Another important aspect of discrete-event simulation is its ability to represent stochastic behaviour. Real-world systems are often subject to uncertainty, including random arrival times, service durations, and resource failures. DES models incorporate randomness through probability distributions, which allows for a more realistic representation of system dynamics [8]. Consequently, simulation outputs are analysed using statistical methods, including estimation of mean values, variances, and confidence intervals. This probabilistic nature distinguishes simulation from purely deterministic analytical approaches and significantly enhances its practical applicability.

In addition, experimentation within simulation models provides valuable insights into system behavior under varying conditions. By modifying input parameters such as resource capacity or arrival rates, it is possible to evaluate different scenarios without interfering with the real system. Such an approach is particularly useful in decision support, where simulation enables the comparison of alternative strategies and the identification of optimal configurations [5]. Therefore, DES serves not only as an analysis tool but also as an effective instrument for system design and improvement.

The utility of DES lies in its ability to model complex dependencies where resources are finite. In production and logistics, it moves beyond static averages to reveal how small delays in one sector cascade through the supply chain. In manufacturing, it is used to identify bottlenecks on assembly lines, minimise machine downtime, and optimise maintenance schedules [4]. The practical utility of discrete-event simulation (DES) lies in its ability to support strategic and operational decisions across different fields.

Recent developments indicate a growing integration of DES with other technological paradigms. The concept of digital twins involves the creation of dynamic virtual representations of physical systems, where DES serves as a core modeling approach. Additionally, machine learning techniques are increasingly incorporated into simulation workflows. For example, reinforcement learning methods have been successfully applied within simulated environments to derive effective control strategies, as demonstrated in production system optimisation studies [9].

In conclusion, discrete-event simulation has evolved from an early computational technique into a fundamental tool for the analysis of complex systems. The process-interaction paradigm provides an intuitive and effective framework for modeling system behaviour. The continued development of simulation technologies, combined with their integration with data-driven methods, ensures that DES will remain an essential component of modern scientific and engineering practice.

The transition from isolated models to integrated digital twins positions discrete-event simulation as a critical analytical engine for modern complex systems. By providing high-fidelity forecasts under stochastic uncertainty, DES remains an indispensable bridge between theoretical system architecture and operational optimisation.

References:

1. Law, A. M., & Kelton, W. D. (2000). Simulation Modeling and Analysis (3rd ed.). McGraw-Hill

2. Gordon, G. (1961). A general-purpose systems simulation program. In Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference (pp. 87–104). Macmillan. – URL: https://dl.acm.org/doi/10.1145/1460764.1460768. – (date of access: 10.03.2026).

3. Dahl, O.-J., & Nygaard, K. (1966). SIMULA: An ALGOL-based simulation language. Communications of the ACM, 9(9), 671–678. – URL: https://dl.acm.org/doi/10.1145/365813.365819. – (date of access: 14.03.2026).

4. Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). Discrete-Event System Simulation (5th ed.). Prentice Hall.

5. Robinson, S. (2014). Simulation: The Practice of Model Development and Use (2nd ed.). Palgrave Macmillan.

6. Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Zupick, N. B. (2015). Simulation with Arena (6th ed.). McGraw-Hill.

7. Zinoviev, D. (2024). Discrete event simulation: It's easy with SimPy! arXiv preprint, arXiv:2405.01562. – URL: https://arxiv.org/abs/2405.01562. – (date of access: 17.03.2026).

8. Fishman, G. S. (2001). Discrete-Event Simulation: Modeling, Programming, and Analysis. Springer.

9. Kuhnle, A., Kaiser, J.-P., Theiss, F., Stricker, N., & Lanza, G. (2020). Designing an adaptive production control system using reinforcement learning. Journal of Intelligent Manufacturing, 32, 855–876. – URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s10845-020-01612-y. – (date of access: 17.03.2026).

257. GAMING AS A MEDIUM OF STUDYING

Krynka O.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Kaspiarovich N.G. – Senior Lecturer

The aim of the paper is to explore the potential of gaming as an effective medium for education and cognitive development. It reviews several research works demonstrating how gaming environments enhance problem-solving skills, information processing, and decision-making abilities through immersive scenarios. The examples of games of the kind are provided and revised in the publication. The article highlights the uprising potential of implementing the process of studying gamification in modern educational institutions.

It is commonly assumed that extensive engagement with computer games leads to detrimental effects, including visual impairment, social withdrawal, and the development of violent tendencies. This perspective often culminates in the assumption that gamers are prone to antisocial behavior and hostile behavior. However, such views may represent a misconception, failing to align with empirical findings in the field of cognitive neuroscience.

In the field of cognitive psychology, the major phenomenon of interest is neural plasticity and the enhancement of information processing. The very significant areas of most concern are the development of attentional control and perceptual skills. The literature that would tackle a problem of cognitive enhancement at a level of functional neuroanatomy indicates that gaming can, in fact, be beneficial. Assuming that interactive digital environments demand rapid and adaptive responses, it is obtained that they serve as potent training grounds for the brain.

For instance, a 2018 study by Yao and colleagues utilized MRI to compare amateur and expert gamers [1]. The findings revealed that expert players possessed a higher volume of grey matter and demonstrated superior functional connectivity, parameters directly linked to accelerated information processing. Furthermore, research conducted by Shawn Green, PhD, at the University of Rochester investigated the impact of gaming on decision-making. Since video games require players to interpret constantly-moving peripheral images, Green hypothesized that action gamers would exhibit enhanced proficiency in translating sensory data into accurate decisions [2]. In his study, volunteers aged 18 to 25 were divided into two groups: one played fast-paced games, while the other engaged with slow-paced games. Subsequent testing, involving both visual and auditory tasks, confirmed that the action gaming group performed significantly better. This suggests that the low-level perceptual functions involved in sensory processing are directly augmented by the high-stakes, rapid-decision-making environment characteristic of action-oriented games.

A recent study was conducted to investigate the primary sources from which individuals acquire new English vocabulary. The research involved a quiz presented to a group of participants. The quiz required students to identify the origins of recently learned English words, selecting from a range of predetermined categories including games, books, films, videos, courses and other mediums. Upon completion, the collected data were analyzed to determine prevailing patterns in vocabulary acquisition among. To visually represent the findings, the pie chart in Figure 1 illustrates the percentage contribution of various learning mediums.

Figure 1 – Results of Inreaching English vocabulary quiz

The sample population consisted of 43 first-year students from three different academic institutions and 4 high schoolers. Participants were instructed to reflect honestly on their vocabulary learning over the preceding three months. The quiz was designed with clear definitions for each category to minimize ambiguity; for instance, “games” encompassed both digital and traditional formats, while “books” included fiction, non-fiction texts.

Following data collection, responses were tabulated and converted into percentages, forming the basis for the visual representation.

The pie chart reveals that the most dominant source of vocabulary learning is Games, accounting for nearly a half of all responses at 43 %. This figure suggests that interactive entertainment has become a powerful tool for language development, likely due to its immersive nature and repetitive exposure to contextualized language. Books, traditionally considered a cornerstone of language learning, secured the second-largest portion with 22 %, confirming their enduring value. Following these, audio-visual media such as Videos, Films, and Series contributed 12 %, indicating that passive entertainment also plays a notable, albeit smaller, role.

In contrast, formal educational settings comprised a much smaller fraction of the total. Tutor Classes or Courses accounted for only 9 %, while traditional School settings contributed a mere 7 %. An additional 7 % was attributed to “Other” unspecified sources. This distribution implies that for the surveyed population, English vocabulary is predominantly acquired through self-directed, leisure activities rather than structured, academic environments. The findings underscore the evolving landscape of language learning, where engagement and entertainment appear to be key drivers of vocabulary expansion.

Moving from controlled studies to applied examples, the game Reentry exemplifies the educational potential of the medium. This space-flight simulator is meticulously based on NASA's space programs, requiring players to apply principles of astrophysics and orbital mechanics. The game’s design includes an in-game Space Flight Academy and detailed flight manuals, transforming it from a simple simulator into a comprehensive training course. However, other components of the gaming experience also play an important part in the achievement of its educational goals, since they indicate the immersive conditions and influence the interaction between theoretical knowledge and practical application. For example, the ability to control spacecraft systems and witness the sunrise from orbit at speeds exceeding 25,500 ft/s creates an immersive context that reinforces the theoretical content. This demonstrates that a vital role in making an aircraft function properly in such a simulation – and by extension, a real one – is played by the precise modeling of aerodynamics and flight control systems, which the player must learn to manage.

Similarly, Plane Crazy, a sandbox game on the Roblox platform, requires players to internalize the laws of aerodynamics. Novices often find that their initial creations fly poorly, compelling them to consider variables such as wing placement and mass distribution to achieve stable and agile flight. The game’s mechanics are thus structured around the physical principles governing real-world aviation. Beyond these complex simulations, even games built within simple frameworks can yield remarkable cognitive achievements.

A notable case is that of a 16-year-old who constructed a fully functional scientific calculator within a block-based environment, the Minecraft game. This intricate creation boasts a 25-digit display, processes square roots and fractions, and incorporates advanced circuitry including multiple decoders, adders, a multiplier, and a memory bank. This calculator is demonstrated in Figure 2.

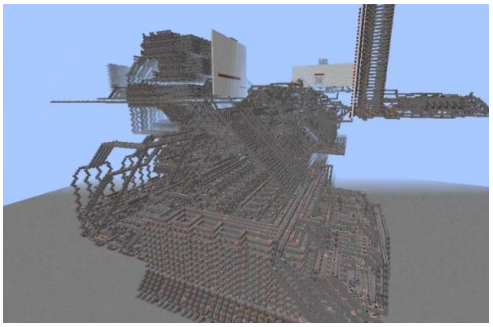


Figure 2 – The full-functioning calculator in Minecraft

This feat of virtual engineering underscores the medium's capacity to foster logical reasoning, mathematical understanding, and complex problem-solving skills.

In conclusion, the integration of gaming into educational paradigms presents a promising perspective for development. The prospects of gaming as a medium of studying extend beyond mere content delivery; they offer a dynamic, interactive space where theoretical knowledge is applied. This could lead to a future where complex subjects are taught not through passive instruction, but through active, simulated experience, making learning more effective and deeply engaging. The bright future of this approach lies in its ability to transform abstract concepts into tangible, interactive challenges, fostering a generation of learners equipped with both knowledge and the practical skills to apply it.

References:

1. Rapid Improvement in Visual Selective Attention Related to Action Video Gaming Experience // Frontiers Media SA. – URL: https://www.frontiersin.org/journals/human-neuroscience/articles/10.3389/fnhum.2018.00047/full (date of access: 26.02.2026).

2. Improved Probabilistic Inference as a General Learning Mechanism with Action Video Games // Cell Press Publisher. – URL: https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(10)00942-5 (date of access: 27.02.2026).

258. PRICING ALGORITHMS IN ONLINE TRADING

Kudritsky K. A., Kudritsky I. A.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ryabykh V. A. – Lecturer, Master of Arts

This paper examines the use of pricing algorithms in online trading. It analyses how automated systems determine prices, the benefits they bring to businesses, and the potential risks such as price discrimination and algorithmic collusion. The paper highlights the importance of transparency and regulation in algorithmic pricing systems.

Online trading platforms are increasingly using automated pricing algorithms to determine the prices of products and services. These algorithms analyze large amounts of information, including consumer demand, competitors' prices, market trends, and user behavior. Many large e-commerce companies, such as Amazon, use algorithmic pricing to respond faster to market changes and improve their overall profitability.

One of the most common forms of algorithmic pricing is dynamic pricing. This approach allows companies to automatically adjust prices depending on market conditions. For example, when demand for a product increases significantly, the algorithm may raise the price. Conversely, if demand decreases or competitors lower their prices, the system may reduce the price to stay competitive.

However, the use of pricing algorithms also creates several important concerns. One major issue is price discrimination. Modern algorithms can analyze personal data and customer behavior, enabling companies to offer different prices to different users. For instance, a customer who regularly purchases expensive products may be shown a higher price than another user who is viewing the same item for the first time. Although this strategy may increase company profits, many consumers consider it unfair, which can reduce trust in online marketplaces [1].

Another significant concern is algorithmic collusion. When several companies use automated pricing systems, their algorithms may unintentionally start reacting to each other in ways that keep prices higher than they would be in a competitive market. This outcome can resemble traditional price-fixing and raises serious antitrust and competition-law challenges [2].

Because of these risks, researchers and policymakers emphasize the importance of transparency in algorithmic pricing systems. Companies should notify users when dynamic pricing is applied and clearly explain the main factors that influence price changes. At the same time, governments and regulators must develop legal frameworks capable of addressing the challenges created by algorithmic decision-making in digital markets. International cooperation, including the work of organizations such as the OECD, plays an important role in creating consistent regulatory standards.

To reduce potential harms, both companies and regulators should introduce stronger oversight mechanisms. Consumer protections such as opt-outs from personalized pricing, price-equality guarantees, and accessible dispute mechanisms would also improve fairness and accountability. In addition, independent audits of pricing algorithms and clearer disclosure of pricing practices could help increase transparency. Technical monitoring tools may also help detect unusual pricing patterns and prevent potential anti-competitive behavior.

Public awareness and interdisciplinary research are also vital. Economists, computer scientists, policymakers, and consumer advocates should collaborate on empirical studies that quantify harms, test mitigation techniques (for example, privacy-preserving personalization and explainable models), and develop best-practice design patterns.

In conclusion, algorithmic pricing has become a central feature of modern digital commerce. It enables firms to react promptly to market shifts and to optimize revenue, but without adequate transparency and regulation it can exacerbate inequality, weaken competition, and erode consumer trust. A comprehensive approach-combining technical safeguards, legal frameworks, and consumer protections – is necessary to preserve innovation while ensuring fair and trustworthy markets.

References:

1. Algorithmic Pricing and Consumer Welfare. – URL: https://www.oecd.org/en/publications/algorithms-and-collusion-competition-policy-in-the-digital-age_258dcb14-en.html (date of access: 12.03.2026).

2. The Risks of Algorithmic Pricing in Digital Markets. – URL: ://www.oecd.org/en/publications/algorithmic-pricing-and-competition-in-g7-jurisdictions_f36dacf8-en.html (date of access: 12.03.2026).

259. TRUST AND MORAL ATTITUDES IN HUMAN–AI INTERACTION

Kuzmina A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shevaldysheva E.Z. – Associate Professor

This paper explores how university students perceive and interact with artificial intelligence (AI), focusing on trust, moral attitudes, and willingness to help AI compared to humans. Based on survey data collected from 60 students at the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (BSUIR), the findings indicate that trust in AI is context-dependent, being higher for technical tasks and lower for personal matters. Moral attitudes toward AI were found to be weak, with the majority of respondents reporting no feelings of guilt when mistreating AI. Furthermore, the willingness to provide assistance was significantly lower for AI than for humans. These results are consistent with recent research published in Computers in Human Behavior and have practical implications for the design of AI systems.

Artificial intelligence has become an integral part of daily life for the majority of university students. Whether it is turning to ChatGPT for help with an essay, using a voice assistant to set a reminder, or getting recommendations from a chatbot, AI has become a routine part of student life. These tools make studying easier and faster. They provide students with quick access to information, help them work through complex problems, and even suggest what to learn next based on their needs. However, despite the widespread presence of AI in universities, the question of how students actually perceive these technologies remains understudied. Key questions addressed in this study include the extent to which students trust AI compared to humans, whether they experience guilt when mistreating a chatbot, and how their willingness to help differs between humans and robots. This study investigates these questions through a survey of 60 students from BSUIR. The research examined the levels of trust in AI in various situations, the presence or absence of guilt toward technologies, comparative willingness to help humans and robots, and willingness to correct AI mistakes to improve its performance.

Before moving to the empirical part, an analysis of existing research in this area was conducted. Several studies published in the authoritative journal Computers in Human Behavior are of particular interest. One notable study by Volpato, DeBruine, and Stumpf [1] synthesized findings from multiple studies and identified an important pattern. According to their conclusions, people tend to trust AI more when seeking factual information, whereas in matters related to emotions or health, human participation is preferred. This indicates that trust in AI is situational. Research by Li et al. [2] demonstrated that the appearance and behavior of a chatbot significantly influence people's willingness to interact with it. When a chatbot has human-like features – a name, personality, or the ability to express emotions – users are more likely to want to help it. This reaction is explained by the emergence of empathy rather than a conscious moral duty toward an artificial agent. The work of Duan et al. [3] examined the dynamics of trust in mixed teams consisting of humans and AI. It was found that people begin to perceive AI as a full-fledged team member only when it proves to be useful, reliable, and consistent in its results. These studies served as the theoretical basis for conducting the empirical research.

The study employed a survey methodology with data collected from 60 BSUIR students aged from 18 to 22 years. Respondents represented various fields of study: engineering, economics, and information technology. Participation in the survey was voluntary and anonymous, which allowed for obtaining honest answers. The questionnaire was created using Google Forms and distributed through student groups on Telegram and VKontakte. Data collection took place over two weeks in February 2026. The survey questions covered the following aspects: frequency of using AI tools, level of trust in technical and personal contexts, assessment of the fairness of decisions made by AI, moral reactions to hypothetical rude treatment of a chatbot, willingness to help a human and a robot, and willingness to correct mistakes made by AI.

Analysis of the data revealed several significant patterns characterizing the psychological perception of AI among young people. Regarding frequency of use, the vast majority of respondents (55 %) reported daily interaction with AI technologies. Another 33.3 % use AI at least once a week. Only 11.7 % described themselves as rare users. These findings confirm the deep integration of AI into the daily academic and personal students' lives. Trust assessments revealed its pronounced contextual dependence. Thus, 55 % of respondents expressed greater trust in AI recommendations when choosing a technical device (for example, a laptop). At the same time, 58.3 % of respondents would prefer to consult a human doctor when health problems arise. Assessment of AI fairness showed that 50 % of participants agree with the statement that AI

is capable of making impartial decisions. Another 30 % found it difficult to answer, taking a neutral position. 13.3 % expressed disagreement, and only 6.7 % fully supported this statement. The results concerning moral attitudes deserve special attention. The vast majority of respondents (73.3 %) stated a complete absence of guilt in the case of deliberate rudeness toward a chatbot. This category of participants views chatbots exclusively as tools that do not deserve moral consideration. 23.3 % suggested they might feel discomfort, and 3.4 % could not determine their position.

The most revealing results were obtained when comparing willingness to help a human and a robot. The vast majority of participants (86.7 %) expressed unconditional willingness to help a person carrying heavy bags, which reflects ingrained social norms of mutual assistance. However, when presented with a similar scenario involving a robot struggling to move a heavy load, the picture changed dramatically. Only 11.7 % of respondents stated an unconditional willingness to help the robot. The majority of respondents (66.7 %) chose "probably no." 15 % answered "probably yes," and 6.7 % – "definitely no." The data obtained clearly demonstrate that helping behavior remains predominantly human-centered and does not automatically extend to artificial entities. Interestingly, when moving from direct helping behavior to cooperative behavior, a different picture emerges. 81.7 % of respondents expressed willingness to voluntarily correct mistakes made by a chatbot, indicating a pragmatic approach to interacting with AI as a useful tool, despite the absence of moral concern.

The results obtained are consistent with the conclusions of studies published in Computers in Human Behavior. The identified contextual dependence of trust confirms the theoretical propositions formulated by Volpato et al. [1] that trust relationships between humans and AI vary depending on situational demands and perceived risks. The widespread absence of guilt when treating chatbots rudely corresponds to the conclusions of Li et al. [2] about the conditions under which people extend moral consideration to artificial agents, namely the need for anthropomorphic features to trigger empathetic responses. The significant discrepancy between willingness to help humans and robots serves as convincing evidence for the theoretical position that prosocial behavior toward AI requires specific emotional triggers and does not occur automatically. Furthermore, the high willingness to correct AI mistakes aligns with the findings of Duan et al. [3] regarding the utilitarian attitude toward AI systems perceived as useful and reliable tools rather than social partners. This consistency across studies strengthens the validity of the present findings.

The findings have practical implications for various groups. For developers and interface designers, the research results indicate that strategically incorporating anthropomorphic elements may increase user engagement and willingness to interact cooperatively with AI systems. At the same time, developers should consider contextual limitations, understanding that in sensitive areas such as healthcare or financial planning, users may consistently prefer human interaction regardless of the level of technological sophistication. For educators, understanding the characteristics of students' perception of AI can facilitate more effective integration of these technologies into the educational process, allowing emphasis on practical applications while acknowledging existing limitations. For companies implementing AI in customer service, the context-dependent nature of trust indicates the advisability of implementing hybrid models in which AI handles routine information requests while maintaining the possibility of seamless access to a human in emotionally sensitive or particularly significant situations.

Several methodological limitations must be considered when interpreting the results. The sample is limited to BSUIR students aged from 18 to 22 years, which does not allow generalizing the findings to older age groups or other cultural contexts where attitudes toward technology may differ significantly. Furthermore, the survey methodology relied on hypothetical scenarios rather than observation of actual behavior during interaction with AI, which could potentially lead to discrepancies between stated intentions and actual actions. Future research could address these limitations by implementing experimental designs involving real interaction with AI systems, systematically varying anthropomorphic characteristics to identify their influence on helping behavior, and including representatives of different age groups and cultural contexts to ensure broader generalizability of findings.

Despite the noted limitations, this study contributes to understanding the psychological aspects of human-AI interaction among university students. Four main patterns emerge with sufficient clarity and consistency: widespread and regular use of AI, confirming the deep integration of technology into student life; pronounced contextual dependence in trust relationships, in which AI is preferred for technical matters and humans for personal matters; an almost complete absence of moral obligations toward artificial agents; and significantly higher willingness to help humans compared to robots, contrasting with pragmatic cooperation with AI as a useful tool. These results are generally consistent with contemporary research in the field of human-AI interaction and contribute to a deeper understanding of the psychological mechanisms through which young people perceive increasingly prevalent artificial intelligence technologies. As AI continues to penetrate various spheres of life, understanding these mechanisms becomes a necessary condition for

creating technologies that will not only be effective but also align with human social and moral norms. This underscores the importance of integrating psychological insights into AI design. Further research should explore how these patterns evolve as AI technologies become increasingly sophisticated and integrated into everyday life. The findings suggest that while students readily adopt AI tools for practical purposes, their willingness to engage with AI on a social or moral level remains limited. Addressing this gap will require not only technological advancements but also a deeper understanding of how users form emotional connections with artificial agents.

References:

1. *Volpato, R., DeBruine, L., & Stumpf, S. (2025). Trusting emotional support from generative artificial intelligence: a conceptual review. Computers in Human Behavior: Artificial Humans, 5, 100195. – URL: https://www.sciencedirect.com/journal/computers-in-human-behavior-artificial-humans (date of access: 15.03.2026).*

2. *Li, J., Zhu, Z., Zhang, R., & Lee, Y.-C. (2025). Exploring the Effects of Chatbot Anthropomorphism and Human Empathy on Human Prosocial Behavior Toward Chatbots. arXiv preprint arXiv:2506.20748. – URL: https://arxiv.org/abs/2506.20748 (date of access: 15.03.2026).*

3. *Duan, W., Zhou, S., Scalia, M. J., Freeman, G., Gorman, J., Tolston, M., McNeese, N. J., & Funke, G. (2025). Understanding the processes of trust and distrust contagion in Human–AI Teams: A qualitative approach. Computers in Human Behavior, 165, 108560. – URL: https://www.sciencedirect.com/journal/computers-in-human-behavior (date of access: 15.03.2026).*

260. ADAPTING TO THE ACCELERATING WORLD: AI, INFORMATION OVERLOAD, AND E-COMMERCE

Kulesh E.A., Smiekhovich P.V.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ukrainets N.G. – Senior Lecturer

The paper examines three interconnected developments reshaping internet marketing from 2023 to 2026: the integration of artificial intelligence in consumer behaviour analysis, the paradox of information overload, and the structural transformation of e-commerce. It is argued that AI enables predictive audience understanding, excessive information reduces consumer decision quality, and e-commerce is evolving through social commerce, polarised pricing, and agentic transactions. Adaptation is identified as the defining professional skill of the era.

The digital marketing landscape of 2023–2026 is defined by three interconnected developments. The first is the practical emergence of artificial intelligence as an everyday tool: corporate AI spending reached $252.3 billion in 2024, and 88 % of companies now report regular AI use [1]. Research presented at the BSUIR 2025 Scientific Conference reveals a fundamental shift in what understanding an audience means: where traditional analytics described what had happened, AI-powered systems describe what is about to happen [2]. Deep neural networks detect behavioural signals in real time — a user lingering on a checkout page, or rushing through twenty pages in thirty seconds — allowing timely intervention. Companies applying AI to behavioural analysis report 22 % higher ROI and 47 % better click-through rates; Starbucks's "Deep Brew" increased customer spending by 34 % across 27.6 million loyalty members.

The growing capacity of AI to process data draws attention to a deeper problem: the paradox of information overload. Global data volume is projected to reach 175 zettabytes by 2025 — nearly three times the 2020 figure — while human cognitive capacity has remained unchanged [2]. Research from the BSUIR 2025 conference formalises this with the utility function $U(I) = a \times \ln(I) - b \times I^2$: beyond a certain threshold, more information overloads the consumer and the probability of purchase declines [2]. The "jam experiment" of Iyengar and Lepper demonstrated this intuitively: shoppers shown 24 varieties were far less likely to buy than those shown only 6. The strategic response is AI-driven hyper-personalisation, which delivers exactly what a specific customer needs and has been shown to produce conversion rate improvements of up to 202 % [2].

These shifts unfold alongside equally rapid structural changes in e-commerce. Online retail reached 20.5 % of global sales in 2025 and is projected to grow to 22.5 % by 2028 [3]. Product discovery has migrated to social media: 76 % of Generation Z encounter new products there, and 39 % complete purchases directly within a social platform [3]. Pricing strategy is being restructured by the "Barbell Effect": analysis of 9.8 million price signals shows that premium and ultra-low-cost offerings thrive, while the mid-range tier becomes a dead zone [4]. Most radically, agentic commerce is emerging: Mastercard's "Agent Pay," launched in April 2025, enables AI shopping agents to complete transactions autonomously [5], fundamentally changing what marketing communication must optimise for.

All three trends converge on the same professional challenge: the need to adapt continuously. The World Economic Forum projects 170 million new roles created and 92 million displaced between 2025 and 2030 [6]. Specific platforms will keep changing, but the underlying task remains constant — understanding why people make the decisions they make and communicating in ways that respect cognitive limits. The utility function of information overload explains why campaigns that bombard audiences underperform targeted ones; the behavioural anomalies AI detects in traffic data are the same patterns experienced professionals have always read intuitively. Organisations failing at digital transformation are typically treating adaptation as a one-time event rather than a permanent posture. What unites all three trends is a shared dependency on human behaviour: digital tools change rapidly, but the psychology they serve changes far more slowly. For those entering the field, building that stable foundation — and making adaptability a defining professional habit — is both the central challenge and the defining opportunity of the era.

References:

1. Stanford University Human-Centered AI. The 2025 AI Index Report. – 2025. – URL: https://aiindex.stanford.edu/report (date of access: 10.03.2026).

2. Current issues in economics and information technology: materials of the 61st Scientific Conference of BSUIR. – Minsk : BSUIR, 2025.

3. Shopify Inc. What is global ecommerce? – 2025. – URL: https://www.shopify.com/blog/global-ecommerce (date of access: 10.03.2026).

4. Digital Commerce 360. 10 ecommerce trends that will shape online retail in 2026 – 2025. – URL: https://www.digitalcommerce360.com (date of access: 23.12.2025).

5. Mastercard Incorporated. The Rise of AI in 2025 and What's Coming Next – 2025. – URL: https://www.mastercard.com/news/perspectives (date of access: 16.12.2025).

6. World Economic Forum. Future of Jobs Report 2025 – Geneva : WEF, 2025. – URL: https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025 (date of access: 10.03.2026).

261. GAMIFICATION IN BUSINESS DRIVING ENGAGEMENT THROUGH PLAY

Laziuk D. T., Pashkevich M. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ryabykh V. A. – Lecturer, Master of Arts

This article explores how gamification transforms business through customer engagement and employee motivation, using real-world examples and best practices.

Modern business is constantly looking for ways to keep customers' attention and motivate employees. Gamification, the introduction of game elements into non-game processes, has become one of the most effective tools of the last decade. From loyalty programs to staff training, companies around the world use points, tiers, and competitions to achieve real business goals. However, like any technology, gamification requires a well-thought-out approach in order to be beneficial and not turn into pointless entertainment.

Gamification in business is the use of game mechanics such as points, leaderboards, and levels in a non-game context to engage people and achieve business performance. Its power lies in addressing basic human needs: the desire to compete, gain recognition, and see one's own progress. Research confirms the effectiveness of this approach: 90% of employees feel more productive due to gamification, and engagement in such companies increases by 60% *[1].*

Gamification has become a real breakthrough in the field of customer retention. Starbucks created the My Rewards loyalty program, where customers save stars for purchases and exchange them for drinks or goods – this simple mechanism brings the company 40% of all sales. Nike has turned solo runs into a social experience through the Nike Run Club app with challenges and virtual rewards, creating a strong community around the brand. Other companies, such as KFC and Pizza Hut, use game mechanics in mobile applications and advertising campaigns: arcade games for winning food and augmented reality make brand interaction emotional and memorable *[2].*

Gamification also effectively solves internal business problems. The Duolingo language learning platform is built entirely on game mechanics: "streaks" (a series of daily activities), levels, and lives keep users engaged and motivate them to return every day. Instructure implemented a leaderboard in the corporate social network to encourage employees to share content. In two months, this led to an increase in the number of publications by 3846%. Uber uses gamification for drivers, awarding bonuses and unlocking new levels for trips during rush hours, which effectively solves the problem of a shortage of cars at peak times *[3].*

A separate area is the use of gamification to collect data and promote values. Lancôme used the "guess the word" game to educate customers about the composition of a new perfume before giving out a sample: this increased engagement and gave the brand valuable marketing data. Biotherm created a catapult game for collecting virtual garbage in the ocean, linking it to an environmental campaign, which enhanced the brand's positive image. And GRDF, using a simple quiz, allowed employees to choose a new uniform, significantly increasing their sense of involvement in the life of the company.

For gamification to work effectively, experts recommend adhering to several key principles. First of all, it is necessary to define a specific business goal: sales growth, staff training, or data collection, and not just "implement a game for the sake of the game." It is important to think about the long term, avoiding one-time promotions and building a system of levels and seasonal events that will retain interest for years. One should not focus only on material prizes – public recognition, such as lunch with the CEO or a mention in a general chat, often motivates more than gift cards. Finally, the rules should be completely transparent: participants should clearly understand how points are awarded and what needs to be done to win *[3].*

Gamification in business is not just a fashion statement, but a working tool for solving specific tasks: from customer retention to increasing employee productivity. The examples of Starbucks, Nike, Duolingo, and many others prove that well-designed game mechanics can produce measurable results. However, success comes only when there is a clear strategy behind the bright wrapper, a deep understanding of the audience, and a willingness to adapt to feedback.

References:

1. EveryoneSocial. "6 Gamification Strategy Tips & Techniques for Your Business". – URL: https://everyonesocial.com/blog/gamification-strategy-tips (date of access: 12.03.2026).

2. Lobyco. "What is gamification in business?" – URL: https://www.lobyco.com/insights/what-is-gamification-in-business (date of access: 10.03.2026).

3. Centrical. "10 Motivating Examples of Gamification in Business". – URL: https://centrical.com/resources/gamification-in-business-examples (date of access: 12.03.2026).

262. HISTORY OF PROGRAMMING LANGUAGES

Lebed S. P., Lazovsky T. S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ryabykh V. A. - Lecturer, Master of Arts

This paper examines the historical development of programming languages, tracing their evolution from early conceptual algorithms to modern high-level languages. The result is a concise chronological overview of key languages and their influence on subsequent generations.

Programming languages enable human-machine interaction. Their history spans nearly two centuries, beginning before electronic computers. Origins and first languages (1843–1950s). In 1843, Ada Lovelace created the first machine algorithm, enabling general-purpose computing. In 1936, Alan Turing established the theoretical foundations of computer science. Konrad Zuse developed Plankalkül in the early 1940s, the first programming language for computers. Assembly language (1949) simplified machine code. In 1952, Autocode became the first compiled language. FORTRAN (1957) was the first high-level language to gain widespread adoption [1].

From the beginning of 1958 until 1972, there was an era of the spread of languages. ALGOL (1958) became the progenitor of influential languages including Pascal, C, and Java. LISP (1958) was designed for artificial intelligence research. COBOL (1959) was designed to operate across all computer types for business applications. BASIC (1964) was developed for students without technical backgrounds. Pascal (1970) was designed for teaching structured programming. C (1972) became the foundation for C++, C#, Java, JavaScript, Perl, PHP, and Python. SQL (1972) was developed for database management. Smalltalk (1972) introduced true object-oriented programming.

Somewhere in the 1980s, object-oriented and scripting languages were being created. Ada, named after Ada Lovelace and developed by Jean Ichbiah's team, was commissioned by the U.S. Department of Defense in the 1980s for mission-critical systems [2]. C++ emerged in 1983 when Bjarne Stroustrup extended C with classes and virtual functions at Bell Labs. Objective-C, developed by Brad Cox and Tom Love in 1983, became Apple's primary language. Perl, created by Larry Wall in 1987, was designed as a scripting language for text processing.

Somewhere starting from 1990 and up to 1995, internet revolutions were happening. Python, developed by Guido van Rossum in 1991, emphasized code readability. Visual Basic, released by Microsoft in 1991, introduced drag-and-drop GUI programming. Ruby, created by Yukihiro Matsumoto in 1993, prioritized programmer happiness and web application development. Java, developed by James Gosling at Sun Microsystems in 1995, enabled cross-platform development through the Java Virtual Machine. JavaScript, created by Brendan Eich in 1995, transformed web development with dynamic page interactions [1].PHP, developed by Rasmus Lerdorf in 1995, became a server-side web development language powering Facebook and Wikipedia.

Well, at the moment, starting from the year 2000 and up to our time, the era of modern languages is happening. C#, developed by Microsoft in 2000, combined elements of C++ and Visual Basic for the .NET framework. Scala, created by Martin Odersky in 2003, merged functional and object-oriented programming on the Java Virtual Machine. Go, developed by Google in 2009, addressed challenges in large-scale software systems with built-in concurrency support.Swift, introduced by Apple in 2014, was designed to replace C, C++, and Objective-C for Apple ecosystem development [3].

Key Evolutionary Patterns. The evolution of programming languages reveals key patterns. Fortran is a foundational ancestor; C and Java became the most influential in industry. Successful languages solve real problems, evolve while maintaining compatibility, and often combine multiple paradigms.

From Ada Lovelace's 1843 algorithm to modern languages like Go and Swift, programming languages have continuously evolved to meet changing computational needs. The foundational work of early pioneers remains relevant, with concepts from the 1950s embedded in today's most modern languages.

References:

1. A Timeline of Programming Languages. IEEE Computer Society. – URL: https://www.computer.org/publications/tech-news/insider-membership-news/timeline-of-programming-languages (date of access: 12.03.2026).

2. Computer History: A Timeline of Computer Programming Languages. – URL: https://www.hp.com/gb-en/shop/tech-takes/computer-history-programming-languages (date of access: 12.03.2026).

3. Alekseeva, V. P. Development of Programming Languages / V. P. Alekseeva, E. R. Kovalieva. — Москва : МИРЭА – Российский технологический университет, 2023. — 85 с.

263. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE AUTOMOTIVE SECTOR: FROM AUTONOMOUS DRIVING SYSTEMS TO SMART MANUFACTURING EFFICIENCY

Lukashevich A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shaputsko A.V. – Lecturer, Master of Arts (Philology)

This paper examines the impact of artificial intelligence on the automotive industry. It analyzes cutting-edge approaches to autonomous driving and identifies current barriers to their widespread adoption.

Over the last six years, Artificial Intelligence (AI) has become deeply integrated into every aspect of human life. While people delegate professional tasks, personal data, and money to AI systems, not everyone is ready to entrust their lives to them. The deployment of AI in public transportation infrastructure has progressed at a more measured pace compared to its rapid adoption within the corporate sector.

While autonomous taxis were previously considered as a theoretical concept, several companies have recently transitioned to commercial deployment. Waymo employs a sensor-fusion foundation model that integrates Vision-Language Models for high-level semantic reasoning, enabling the system to interpret complex traffic situations. In contrast, Tesla's approach focuses on Vision-only neural networks, where Occupancy Networks replace traditional LiDAR-based mapping. This strategy relies on massive datasets to train the system's perception and decision-making layers simultaneously, aiming for Level 4 autonomy via the Cyber cab platform [1]. Despite the advanced technology of modern systems, it is impossible to rely on them entirely. At present, the operation of autonomous vehicles is limited to local test zones, and their large-scale integration into the overall transportation infrastructure appears difficult to achieve in the short term. Furthermore, the heavy reliance on complex, interconnected artificial intelligence systems makes modern vehicles extremely vulnerable to cybersecurity threats, raising alarming concerns about remote hacking, malicious vehicle control, and serious data privacy breaches.

In addition to external navigation systems and autonomous features, artificial intelligence helps improve cabin ergonomics through intelligent interfaces. Integrated natural language processing and interior computer vision frameworks are used to cultivate a responsive environment. Facial recognition systems and biometric sensors autonomously calibrate seat configurations, climate control, and multimedia preferences [2]. AI-driven Driver Monitoring Systems can track ocular movements and head kinematics to identify early indicators of fatigue. Mercedes-Benz has partnered with Google to integrate the Gemini model into its MBUX virtual assistant. It is tuned for the automotive industry and can reference information from Google Maps Platform to give users more detailed and personalized conversational responses about navigation, points of interest and more [3].

In manufacturing, AI is implemented at production stages, including predictive equipment maintenance, quality assurance, and industrial design. For instance, BMW uses automated optical inspection systems (such as AIQX) to verify the precise installation of components and emblems, ensuring strict adherence to assembly standards [4]. The transition to fully autonomous assembly lines, made possible by these technologies, leads to a significant reduction in operating costs and an increase in production efficiency. Bugatti has used artificial intelligence to optimize the shapes of its components. In areas such as upper suspension, this has enabled the creation of organic microstructures designed for maximum strength and minimum weight [5].

In conclusion, AI is the engine driving the future of the car industry. When autonomous navigation, smart user interfaces, and smart production work together, they make the ecosystem more efficient, safe, and long-lasting. However, there are no plans for the widespread adoption of autonomous vehicles in the near future. This paper highlights that the global automotive industry needs to keep integrating AI technologies in order to grow.

References:

1. Tesla vs Waymo. – URL: https://dianawolftorres.substack.com/p/tesla-vs-waymo-a-tale-of-two-self?hl=ru-RU (date of access: 14.03.2026).

2. Industry Voices | How AI Is Personalizing the Customer Experience in Automotive. – URL: https://www.wardsauto.com/news/industry-voices-how-ai-is-personalizing-the-customer-experience-in-automotive/798687/. – Date of access: 14.03.2026.

3. AI-powered conversational search. – URL: https://group.mercedes-benz.com/technology/innovation/collaboration/ai-powered-conversational-search.html (date of access: 20.03.2026).

4. Pilot project "GenAI4Q" at BMW Group Plant Regensburg. – URL: https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0449729EN/artificial-intelligence-as-a-quality-booster?language=en (date of access: 14.03.2026).

5. The packaging strategy behind the Bugatti Tourbillon. – URL: //newsroom.bugatti.com/en/press-releases/the-packaging-strategy-behind-the-bugatti-tourbillon (date of access: 17.03.2026).

264. HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND GAMIFICATION ARE RESHAPING STUDENT LEARNING IN THE DIGITAL AGE

Lukhverchyk K.S., Kurilo I.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ryabykh V.A. – Lecturer, Master of Arts

This article explores how AI–powered gamification is transforming modern education. It examines the core mechanisms of gamified learning systems, the role of artificial intelligence in personalising student experiences, and the key challenges educators face when integrating these technologies into digital classrooms.

Education is undergoing a profound transformation driven by the convergence of artificial intelligence and gamification. Traditional teaching methods, while still valuable, increasingly struggle to engage digitally native students. AI-powered gamification – the application of game–design elements guided by intelligent algorithms – has emerged as a compelling solution, promising to boost motivation, deepen engagement, and personalise learning at scale. Understanding its mechanisms and implications is essential for educators, developers, and policymakers alike.

Gamification in education refers to the integration of game elements – such as points, badges, leaderboards, quests, and progress bars – into non-game learning environments. These tap into fundamental psychological drivers: the desire for achievement, competition, and reward. Platforms like Duolingo and Khan Academy have demonstrated that even simple gamified features can dramatically increase the time students willingly spend on educational tasks. When students earn points for completing exercises or unlock new content by mastering skills, learning transforms from an obligation into an engaging activity [1].

The introduction of artificial intelligence into gamified platforms marks a significant leap forward. Unlike static systems that apply the same rules to every learner, AI enables dynamic personalisation. Machine learning algorithms analyze each student's performance in real time, identifying knowledge gaps, adjusting difficulty levels, and selecting the most relevant challenges. An AI-powered platform might detect that a student struggles with a specific concept and automatically generate targeted mini–games, while advancing them in areas of proficiency. This adaptive approach ensures no student is left behind or held back [2].

The benefits AI-powered gamification extend beyond motivation. Intelligent systems provide instant, meaningful feedback – a critical component of effective learning. Rather than waiting for a teacher to grade work, students receive immediate guidance that steers them toward correct reasoning. AI can also detect early signs of disengagement and adjust the experience accordingly, by offering hints, switching activity formats, or introducing reward sequences. For educators, AI dashboards provide rich analytics enabling teachers to monitor progress and make data-informed instructional decisions.

Despite its promise, AI-powered gamification faces significant challenges. Equity is a major concern: students from low-income backgrounds may lack access to devices and connectivity, potentially widening the digital divide. Privacy is another pressing issue, as AI systems collect large volumes of student data. Without robust data protection policies, this information could be misused. Poorly designed gamification can also backfire – excessive focus on points and leaderboards may foster unhealthy competition or encourage students to chase rewards rather than develop genuine understanding [1].

The future of AI-powered gamification in education looks promising, provided these challenges are addressed thoughtfully. Developers must prioritise inclusive design for low-cost hardware and offline environments. Policymakers need clear regulations governing student data. Educators must be trained to use and critically evaluate these tools. When implemented responsibly, AI-powered gamification has the potential to make high-quality, personalised education accessible to learners worldwide. The digital age demands new approaches to learning – intelligent gamification may well be one of the most powerful tools available.

Ultimately, AI-powered gamification represents not merely a technological upgrade but a fundamental rethinking of how learning can be designed for engagement and adaptability. By merging the motivational power of games with the precision of intelligent algorithms, education can become more responsive to individual needs, transforming passive instruction into active, personalised discovery. However, its long-term success hinges on striking a careful balance between technological innovation and human-centric values – ensuring that the pursuit of points and badges never overshadows the development of deep understanding, critical thinking, and a genuine love for learning.

References:

1. Dicheva D., Dichev C., Agre G., Angelova G. Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. – URL: https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.3.75 (date of access: 9.03.2026).

2. Zawacki–Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. – URL: https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239–019–0171–0 (date of access: 05.03.2026).

265. THE PERSUADED MIND: HOW ADVERTISING ALGORITHMS RECONFIGURE OUR THOUGHT PATTERNS

Medvedeva K.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Kaspiarovich N.G. – Senior Lecturer

This paper examines how advertising algorithms influence cognitive processes and consumer behavior. The theoretical framework draws on perception psychology and neuromarketing. The empirical basis is an original survey identifying behavioral reactions to advertising content. The study analyzes mechanisms of advertising impact on memory and attention, the phenomenon of banner blindness, and the unconscious shaping of consumer preferences.

Modern advertising does not merely sell products – it sells cognitive habits. Every day, the average person encounters thousands of messages designed to modify behavior below conscious awareness. This study investigates how algorithmic advertising restructures memory, attention, and decision-making based on original survey data. Unlike traditional advertising, algorithmic systems utilize real-time behavioral data and micro-targeting to exploit individual cognitive biases, creating feedback loops that continuously refine their persuasive impact. The theoretical framework draws on neuromarketing research [1; 2], while the empirical basis is a survey (N=31) measuring advertising recall, engagement patterns, and banner blindness awareness [3].

The survey reveals a fundamental paradox [3]. Regarding long-term memory, 83 % of respondents recalled specific childhood advertisements, confirming that emotionally charged content creates durable memory traces by engaging the amygdala and bypassing rational filters. However, current engagement patterns differ sharply: 67 % actively skip ads, only 28 % consider ads in purchasing decisions, and just 6 % watch ads to completion. Additionally, 56 % reported experiencing banner blindness – the unconscious filtering of ad-like content. The categories of advertising encountered – online retail (30 %), financial services (20 %), gambling (15 %), education (12 %), video games (10 %), health (5 %), and other (8 %) – reflect the priorities of the digital economy, where algorithmic promotion drives visibility for high-margin or high-engagement sectors.

The contrast between high recall and low engagement suggests information overload forces cognitive defenses like banner blindness. Yet this adaptation does not eliminate advertising influence; it merely shifts it below conscious awareness. As Zaltman [4] demonstrated, approximately 95 % of cognition occurs unconsciously. The neurological mechanism involves dopamine: repeated exposure shifts reward from learning to recognition, reinforcing brand loyalty through conditioned association. Algorithmic advertising accelerates this process by ensuring optimal frequency and timing of exposure, thereby maximizing the efficiency of this dopaminergic conditioning. Savelyev [1] adds that advertising's imperative structure – every ad contains an implicit command (“buy”, “choose”) – transforms it into a behavioral modification tool. That only 28 % acknowledge being influenced thus confirms advertising's unconscious effects [3].

Paradoxically, banner blindness demonstrates cognitive strength of advertising. Blocking ads requires new cognitive habits that restructure attention patterns. The prevalence of quick, emotionally charged content trains users in rapid scanning behaviors that generalize to non-commercial contexts, contributing to attention fragmentation and shallow information processing. Furthermore, the dominance of short-form video formats (Reels, Shorts, TikTok) in current algorithmic feeds exacerbates this by rewarding rapid context-switching rather than deep focus, effectively synchronizing cognitive rhythms with advertising pacing. Lindstrom [2] similarly argues that sensory branding creates implicit memories that shape behavior without conscious recognition.

The persuaded mind is a neurological reality of the digital age. Advertising restructures cognition in four domains: long-term memory shaped by repetitive commercial content; attention modified through defensive mechanisms like banner blindness; decision-making shifted toward unconscious preferences via dopamine-mediated recognition; and information processing fragmented to mirror advertising formats. These findings extend beyond marketing into psychology and neuroscience, suggesting the central question of the digital age is no longer simply how to capture attention, but how to protect cognitive autonomy in an environment designed for continuous persuasion.

Further interdisciplinary research is needed to explore the long-term societal implications of algorithmically-mediated cognitive restructuring.

References:

1. Savelyev, S.V. The Origin of the Brain / S.V. Savelyev. – Moscow: VEDI, 2005. – 432 p.

2. Lindstrom, M. Buyology: Truth and Lies About Why We Buy / M. Lindstrom. – New York: Doubleday, 2008. – 256 p.

3. Results of the author's survey "On the Influence of Advertising»: survey / Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics. – Minsk, 2026. – N=31

4. Zaltman, G. How Customers Think: Essential Insights into the Mind of the Market / G. Zaltman. – Boston: Harvard Business School Press, 2003. – 323 p.

266. CHAIN-OF-THOUGHT REASONING IN LANGUAGE MODELS

Nemykin N.B.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Kaspiarovich N.G. – Senior Lecturer

This work looks at whether chain-of-thought prompting actually helps language models think through multi-step logic problems, or if it just makes their mistakes look more convincing. The key takeaway is that while walking through the reasoning step-by-step does improve accuracy, the models are still prone to subtle logic slips and the explanations they generate do not always reflect how they really got to the answer.

This paper looks into the use of Chain-of-Thought (CoT) prompting with language models when those models are asked to solve complicated logic problems that need many steps. The study goes over the normal CoT method and a change to it called Self-Consistency. The results from the PaLM-540B model suggest that using CoT makes the models more correct by 17–39 %, and Self-Consistency can improve things by as much as 17.9 %. Even so, there are problems, like how easily the method can be messed up if the problem is worded in a different way.

Modern language models are showing that they can do many things well. One thing that people are curious about is how well they can handle problems that need many steps. In many cases, just asking a question straight up does not work well for logic problems. A group of researchers at Google came up with Chain-of-Thought (CoT) in 2022. This method tells the models to explain how they got to the answer before giving the final answer. After that, Self-Consistency was created. With Self-Consistency, the models create many different ways of thinking about the problem and then pick the answer that shows up the most. This paper tries to see how well these methods work and what their limits are when it comes to helping models do better on logic problems.

The CoT method asks questions in a way that guides the model's thinking. Instead of directly asking What is 15+27?, the question is changed to What is 15+27? Let us think about it step by step. The first paper about CoT tested this method on the PaLM-540B model. The test showed that on the GSM8K dataset (which has simple math problems), CoT made the models get more correct answers, going from 17.9 % to 56.9 %. On the SVAMP dataset (which has problems that change a lot), scores went from 69.4 % to 79.0 %, and on the AQuA dataset (algebra word problems), scores went from 25.2 % to 35.8 %.

Still, counting on just one way of thinking might not be the best idea. Self-Consistency tries to fix this by making many different ways of figuring out the problem (using a temperature of 0.7) and then picking the answer that comes up most often. For example, on GSM8K, the PaLM-540B model got better, going from 56.5 % to 74.4 % (+17.9 %). SVAMP went from 79.0 % to 86.6 % (+7.6 %), and AQuA went from 35.8 % to 48.3 % (+12.5 %). It looks like making 40 different ways of thinking is the best number, since making more than that does not help much.

It is important to know that there are some problems with this method. First of all, CoT needs a model that is big enough. If the model has fewer than 100 billion parameters, it might not work as well. Second, CoT can be very sensitive to how the question is worded. Ye and Durrett pointed out that CoT can make things worse on tasks like ANLI and e-SNLI. Self-Consistency can be useful in these situations. On ANLI-R1, CoT was correct 68.8 % of the time, but Self-Consistency raised that to 78.5 %.

Third, CoT does not promise that the thinking will be correct. When researchers looked at answers from LaMDA-137B, they found that 46 % of the wrong answers had mostly correct thinking but small mistakes (like math errors or missing steps). The other 54 % had mistakes in how the model understood the problem.

The chain-of-thought method may be a good way to handle logic problems that have many steps. But things have to be just right for it to work best. You need a big model and problems that are not too hard. Self-Consistency improves the method by looking at many different ways of thinking. But the method has its limits. It takes a lot of computer power, it can be changed by small changes in the wording, and it does not make sure that every step of the thinking is correct. In the future, people might try to make things better by finding the best ways of thinking and helping the model understand the problem better.

References:

1. Rae J. W., Borgeaud S., Cai T. [et al.] Scaling Language Models: Methods, Analysis & Insights from Training Gopher // arXiv preprint arXiv:2112.11446. – 2021. – URL: https://arxiv.org/abs/2112.11446 (date of access: 16.03.2026).

2. Wei J., Wang X., Schuurmans D. [et al.] Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models // Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – 2022. – P. 1–43. – URL: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2022/hash/9d5609613524ecf4f15af0f7b31abca4-Abstract-Conference.html (date of access: 16.03.2026).

3. Wang X., Wei J., Schuurmans D. [et al.] Self-Consistency Improves Chain of Thought Reasoning in Language Models // arXiv preprint arXiv:2203.11171. – 2022. – P. 1–26. – URL: https://arxiv.org/abs/2203.11171 (date of access: 16.03.2026).

267. SOFTWARE REVERSE ENGINEERING AS A POWERFUL TOOL FOR CODE ANALYSIS

Nikitin K.K.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus*

Kaspiarovich N.G. – Senior Lecturer

The paper investigates the concept of reverse engineering, including its application domains, classifications, as well as the approaches and technologies commonly used. The analysis of a simple program is presented.

Software reverse engineering is the process of analyzing a software system to understand its architecture, underlying implementation, when original source code is not available. The process is complex because after the program is compiled, information about the high-level abstractions used in programming is lost. Reverse engineering is applied in the following cases: system integration to ensure compatibility, information security to study malware, documentation reconstruction, lost source code recovery, bug fixing and support for unavailable programs with unavailable source code.

For further delving into the technologies and approaches used, the knowledge of the stages of compilation is essential. This process will be examined in greater detail below. The compilation process consists of the following stages [1]:

- Lexical analysis. The sequence of characters in the source file is converted into a sequence of language lexemes. At this stage, comments and formatting are removed.
- Syntax analysis. The sequence of lexemes is transformed into a parse tree according to the language rules. This tree represents the syntactic structure of the program.
- Semantic analysis. The parse tree is processed to verify that the program complies with the language rules, for example, mapping identifiers to their declarations and types, determining expression types, etc.
- Intermediate representation. Most compilers transform code into one or more Intermediate Representations which are used for optimization: expression simplification, removal of unused code, loop unrolling, inlining, etc. Often, during compilation, it is possible to specify a flag indicating the optimization level.
- Code generation. Considering all the hardware architectural features, object code is generated from the Intermediate Representation. It should be noted that this step is often preceded by assembly generation. At this stage, local variables are replaced by the use of the stack and registers. Next, for reverse engineering, it is needed to identify the variables and their data types based on the register and stack usage patterns.
- Linking. The final step in the process of producing an executable file consists of linking together all the project object files. Object file contains the following sections: .text – machinery code; .bss – uninitialized global variables, .data – initialized global variables; .rodata – constants and string literals, symbol table and relocation table [2].

Therefore, the program structure changes significantly. Regarding identifiers, the names of imported and exported functions, often global variables and sometimes other variables are retained. Common reverse engineering practices and tools are discussed below.

- Strings. As mentioned above, a binary file contains strings that were originally in the source code. Analyzing these strings can often be useful for understanding what the program eventually does.
- Static analysis. It is aimed at examining an executable file without running it. This is done with the help of disassembly – converting machine code into assembly instructions, a representation that remains difficult for humans to analyze. Therefore, some disassemblers have the ability to represent a program as a Control Flow Graph, in which code sections are grouped into interconnected blocks, making analysis simpler. In addition to disassembly, there is decompilation – the restoration of high-level code close to the original. To achieve this, decompilers analyze the Control Flow Graph and, as mentioned earlier, memory usage patterns to generate pseudocode, typically in C-like languages. It should be noted that this is the decompiler’s best guess at what the original C code might have looked like. However, due to Intermediate Representation optimizations, the generated pseudocode may differ significantly from the original. Also, due to the lack of identifier and type information, the decompiler is forced to restore variables and assign them new names that don't carry the original structural meaning, which complicates analysis. An example of a disassembler is objdump. Environments that combine a disassembler and decompiler include IDA Pro and Ghidra.
- Dynamic analysis. This method is aimed at examining an executable file while it's running, observing how it performs its functions. This is achieved through debugging, which allows stepping through program instructions and setting breakpoints to analyze the program at specific points during execution; for example, viewing the stack contents, which typically stores local variables. It is important to select breakpoints correctly. In external debuggers, this is accomplished through the memory address of the instruction to be stopped at; however, reverse engineering environments often have a built-in debugger, such as IDA Pro and Ghidra. External debuggers used in reverse engineering include GDB, Windbg, and x64dbg. In addition to debugging,

such approaches as analysis of API calls, system calls, and other interfaces, as well as the program's network activity, are also used.

- Symbolic execution [3]. Program analysis method aimed at identifying input data that triggers the execution of specific sections of code. For this purpose, symbols, similar to mathematical variables, are used instead of specific input data. By going through conditional branches of the program, the tools used for symbolic execution construct a complex logical expression. During execution, symbolic expressions are stored in processor registers. The resulting expression is passed to an SMT solver, such as Z3, which evaluates the resulting expression and determines the input data. Typically, when analyzing large programs, targeting specific branches is practiced. To achieve this, frameworks must be passed the address of the location in the program being searched for, which can be achieved using static analysis. It should be noted that for large programs, this approach is resource intensive. Examples of frameworks include KLEE and Angr.

To demonstrate the concepts behind decompilation and the impact of compiler optimizations on generated pseudocode, an example is provided below. A simple function for summing numbers in an array is written in C language and called in the *main* program (Figure 1). The program is then compiled using the GCC compiler with two different flags: O0 that stands for default, no optimization level and O2 that is standard high optimization level. Terminal commands are presented in Figure 2.

```
int sum(int* a, int n)
{
    int s = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        s += a[i];
    return s;
}
```

Figure 1 – C code for the considered function

```
gcc -O0 script.c -o script_O0
gcc -O2 script.c -o script_02
```

Figure 2 – GCC compilation command with O0 and O2 optimization flags

Then two generated PE files were analyzed using Ghidra software and two pseudo code functions shown on Figure 3 were obtained.

```
int sum(undefined8 param_1,undefined8 param_2,
int param_3,long param_4)
{
  undefined4 local_10;
  undefined4 local_c;
  local_c = 0;
  for (local_10 = 0; local_10 < param_3; local_10 = local_10 + 1) {
    local_c = local_c + *(int *)(param_4 + (long)local_10 * 4);
}
  return local_c;
}
```

```
int sum(undefined8 param_1
,undefined8 param_2,
int param_3,int *param_4)
{
  int *piVar1; int iVar2;
  if (0 < param_3) {
    iVar2 = 0;
    piVar1 = param_4 + param_3;
    do {
      iVar2 = iVar2 + *param_4;
      param_4 = param_4 + 1;
    } while (param_4 != piVar1);
    return iVar2;
  }
  return 0;
}
```

Figure 3 – Decompiled code of a function compiled with a flag O0 (on the left) and O2 (on the right)

In the first case, some correspondence is traced between the variables: sum variable *s* – *local_c*, loop iterator *i* – *local_10*. In the second case, instead of an integer loop iterator, *param_4* is used to store the address of the element, so the multiplication operations can be removed. The address of the last element – the condition for exiting the loop is calculated in *piVar* variable. As an optimization, code also has a condition for early exit from a function. What is important to note is that in the second pseudo code function the type of the second argument is determined correctly unlike the first function.

Therefore, this example confirms that decompilation is a guess, on how the source code might have looked like, which depends heavily on how this source code was compiled.

References:

1. Phases of a Compiler : [website]. – USA, 2026. – URL: https://www.geeksforgeeks.org/compiler-design/phases-of-a-compiler/ (date of access: 04.03.2026).

2. Reverse engineering tools: [website]. – USA, 2026. – URL: https://www.infosecinstitute.com/resources/reverse-engineering/reverse-engineering-tools/ (date of access: 04.03.2026).

3. Symbolic execution. The first sign of using angr : [website]. – USA, 2026. – URL: https://paranoid.security/blog/p/symbolic-execution-angr-05-08 (date of access: 07.03.2026).

268. PROMPT ENGINEERING: THE ART OF EFFECTIVE AI INTERACTION

Alekhnik S.D.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Maksimchuk R.T. – Senior Lecturer

Prompt engineering as a fundamental aspect of effective interaction with artificial intelligence systems is described in this paper. Key techniques and principles of constructing effective prompts are observed. Key advantages of prompt engineering are listed.

The emergence of artificial intelligence (AI) and the rapid advancement of large language models have drastically changed the nature of human-machine communication. Powerful AI systems - including ChatGPT, Gemini, DeepSeek, and similar platforms - now demonstrate exceptional abilities in text generation, problem-solving, code writing, and creative content production across multiple domains. Nevertheless, the effectiveness of these systems is directly tied to the quality of user input. The discipline responsible for optimizing this interaction - prompt engineering - has established itself as an essential and increasingly rapidly developing competency in the modern AI landscape [1].

OpenAI defines prompt engineering as the practice of crafting precise instructions that consistently lead a model to produce the desired output. Since AI-generated responses are inherently non-deterministic, achieving reliable results requires both technical understanding and creative intuition [2]. This distinguishes AI interaction from conventional programming: rather than executing fixed commands, language models respond to context, phrasing, and structure. A thoughtfully constructed prompt equips the model with the necessary context, clear objectives, and defined boundaries, resulting in responses that are accurate, relevant, and practically useful. In this sense, the prompt itself becomes a primary instrument of communication between the user and the model.

Understanding why prompt design matters requires a basic grasp of how language models function. These systems are built on enormous text datasets and operate by predicting probable word sequences based on learned statistical patterns [3]. Consequently, even minor changes in wording or structure can produce substantially different outputs, making deliberate prompt construction a critical skill. This sensitivity to input variation is what makes prompt engineering both a technical discipline and a practical art.

Contemporary prompt engineering has grown into a rich field with numerous specialized methodologies, ranging from basic task instructions to sophisticated multi-step reasoning and tool-assisted workflows. Among the recognized approaches are: Zero-shot Prompting, Few-shot Prompting, Chain-of-Thought Prompting, Self-Consistency, Prompt Chaining, Tree of Thoughts, Retrieval Augmented Generation, and several others.

Zero-shot prompting is the most fundamental approach - models handle a wide variety of tasks without any accompanying examples, relying solely on their training. When this proves insufficient, few-shot prompting embeds representative input-output examples directly into the prompt, exploiting the model's capacity for in-context learning. However, even this technique reaches its limits when tasks demand genuine logical reasoning.

Chain-of-Thought (CoT) prompting addresses these reasoning limitations by guiding the model through explicit intermediate steps, producing more reliable answers for tasks involving arithmetic, inference, or multi-stage logic. Its simpler variant - Zero-shot CoT - requires nothing more than appending “Let's think step by step” to the prompt, consistently enhancing reasoning performance. This makes Chain-of-Thought one of the most accessible yet impactful techniques available to practitioners today.

Prompt Chaining tackles complex tasks by breaking them down into a sequence of subtasks, where the output of each prompt becomes the input for the next. This pipeline approach is particularly effective when a single large prompt would overwhelm the model's reasoning capacity. Beyond improving output quality, it enhances the transparency and reliability of large language model-based applications, as each step can be individually monitored and refined [4].

To summarize, prompt engineering is a dynamic and growing field that serves as the critical link between human goals and AI capabilities. Mastering its foundational techniques equips users to extract significantly more accurate and useful responses from AI systems across diverse professional and creative contexts. As artificial intelligence continues to evolve and integrate into everyday workflows, the importance of effective prompt design will only increase.

References:

1. Prompt Engineering for ChatGPT. – URL: https://www.coursera.org/learn/prompt-engineering (date of access: 06.03.2026).

2. Prompt engineering. – URL: https://developers.openai.com/api/docs/guides/prompt-engineering/ (date of access: 06.03.2026).

3. Why is prompting hard? Understanding prompts on binary sequence predictors. – URL: https://arxiv.org/html/2502.10760v1#S1 (date of access: 04.03.2026).

4. Prompt Engineering Guide. – URL: https://www.promptingguide.ai/ru (date of access: 05.03.2026).

269. AUTOMATED ESSAY SCORING SYSTEMS IN HIGHER EDUCATION

Pakutnik D.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Pristupa N.N. – PhD in Philology, Associate Professor

This paper examines Automated Essay Scoring systems in higher education, focusing on their capabilities, limitations, and pedagogical impact. It highlights the efficiency and accuracy of modern AI-based approaches while addressing concerns such as bias, lack of transparency, and challenges in evaluating creativity. Hybrid human-AI models are proposed as a balanced solution for effective implementation.

The expansion of higher education and increasing student enrollment have created significant challenges for maintaining assessment quality while ensuring timely feedback delivery. Automated Essay Scoring (AES) systems represent a promising technological solution that leverages natural language processing and machine learning to evaluate written assignments without direct human intervention. This paper examines the current state of AES technology, its pedagogical implications, and the challenges limiting widespread adoption in higher education institutions.

Modern AES systems employ sophisticated algorithms including feature-based approaches, neural networks, and transformer architectures to analyze textual characteristics such as grammar, vocabulary complexity, argument structure, and semantic coherence. According to recent research, these systems achieve scoring accuracy comparable to human raters while reducing evaluation time by up to 80 percent [1]. The integration of AES with Learning Management Systems enables immediate feedback delivery, supporting formative assessment practices that enhance student learning outcomes.

Despite technological advances, AES systems face significant limitations that constrain their applicability. Algorithmic bias remains a critical concern, as training data may reflect historical inequities in educational assessment. Studies demonstrate that machine learning models can perpetuate demographic biases in scoring outcomes [2]. Additionally, the assessment of creative writing, innovative arguments, and interdisciplinary responses poses challenges for systems trained on conventional essay structures. The black-box nature of deep learning models raises transparency concerns, as students and educators cannot fully understand evaluation criteria.

Hybrid assessment models combining automated preliminary evaluation with human oversight offer a promising direction for addressing these limitations. Research on human-in-the-loop systems demonstrates that such approaches maintain assessment efficiency while preserving pedagogical validity for complex evaluation tasks [3]. These models allocate automated scoring to straightforward responses while routing ambiguous or creative submissions to human evaluators, optimizing resource allocation.

Furthermore, the successful adoption of AES systems depends not only on technological performance but also on institutional readiness and stakeholder acceptance. Educators may express concerns about over-reliance on automated evaluation, while students may question the fairness and reliability of machine-generated scores. Therefore, effective implementation requires transparent communication, proper training for instructors, and the development of clear guidelines that define the role of AES within the broader assessment framework. Addressing these human and organizational factors is essential for ensuring trust and long-term sustainability of AES integration in higher education.

This paper demonstrates that Automated Essay Scoring technology provides significant advantages for large-scale assessment in higher education, particularly in the context of standardized writing tasks. However, institutional implementation requires careful consideration of fairness, transparency, and pedagogical alignment. Future research should prioritize developing explainable AI techniques, establishing bias detection frameworks, and designing effective human–machine collaboration protocols. Educational institutions should adopt phased implementation strategies, beginning with low-stakes assessments while gradually expanding to higher-stakes applications as confidence in system reliability grows. In addition, continuous monitoring and evaluation of system performance are necessary to ensure consistent assessment quality. Stakeholder feedback should also be systematically incorporated to support ongoing system improvement.

References:

1. Automated Essay Scoring Using Natural Language [website]. – URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9310845 (date of access: 17.03.2026).

2. A survey of automated essay scoring: Challenges, methods, and future directions [website]. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231225015887 (date of access: 18.03.2026).

3. AI-assisted assessment of higher education quality: A visual analytical approach [website]. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468502X26000021 (date of access: 18.03.2026).

270. THE PROBLEM OF THE “FILTER BUBBLE” IN RECOMMENDATION SYSTEMS AND ITS ECONOMIC CONSEQUENCES

Papineuski S.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Yeliseeva O. A. – Senior Lecturer, Master of Arts

The article analyzes the phenomenon of the “filter bubble” in social networks, where AI algorithms, aiming to retain user attention, limit the diversity of content. This phenomenon exacerbates political polarization, shapes consumer habits, and influences the formation of adolescent identity through homogenized information.

In the era of social media and short video dominance, artificial intelligence algorithms have become the primary mechanisms shaping digital content exposure. Their primary function is to maximize user engagement through continuous personalization of content feeds. However, this personalization carries a significant downside: the phenomenon known as the “filter bubble,” a term coined by Eli Pariser, which describes a state of intellectual isolation that occurs when website algorithms, such as those used in search engines, news feeds, and social networks, selectively predict what information a user is likely to engage with based on past behavior [1].

Discussions concerning the societal implications of digital technologies frequently overlook a fundamental paradox. While the internet ostensibly affords users both agency and the ability to independently select content, this autonomy is exercised through inherently subjective criteria. As a result, audiences selectively appropriate from the available content landscape in accordance with their individual predispositions [1]. This paradox is further accentuated by algorithmic recommender systems, which, while facilitating access to content aligned with user preferences, simultaneously intensify concerns regarding data privacy. In jurisdictions characterized by limited press freedom, such systems may also engender conditions conducive to political or social polarization [2]. Within the economic domain, such mechanisms serve to consolidate the market power of dominant digital platforms. By monopolizing user attention, these platforms impose substantial barriers to entry for nascent competitors, ultimately resulting in the concentration of economic rents among a small number of technology corporations. Thus, the filter bubble is not merely a cultural or social issue but also the structural force that reinforces monopolistic tendencies in the digital economy.

An increasing number of studies indicate that digital platforms do not merely reflect existing social divisions but actively amplify them. Among the most compelling empirical evidence is the study by Garimella & Weber, which examined the behavior of American Twitter users. Their findings reveal a notable pattern: over time, users increasingly gravitate toward ideologically homogeneous figures and content, with political polarization becoming progressively more severe as time spent on the platform increases [1]. This trend carries significant economic consequences. Polarization erodes trust in institutions, complicates market regulation, increases volatility, and creates uncertainty that undermines long-term investment and economic growth.

This convergence of technological capability and psychological vulnerability has a particularly pronounced impact on adolescents. The operational logic of modern AI systems is predicated on the large-scale collection and analysis of personal data. For teenagers, this results in the creation of highly detailed behavioral profiles that track their every interaction. However, the concern extends beyond mere data privacy; the application of this data creates a powerful feedback loop. In line with Information Integration Theory, the constant stream of algorithmically curated, homogeneous content synthesized from this data does not merely reflect a teenager’s existing interests but actively shapes them [3]. Over time, this process systematically influences their attitudes, preferences, and behavioral decisions, effectively constructing a digital environment that reinforces specific viewpoints and consumption patterns, often without the user’s full awareness.

Ultimately, the phenomenon of the filter bubble is not simply a technological issue of algorithms, but a challenge to critical thinking. Within a limited and homogeneous information environment, this process may reduce the ability to engage in dialogue and assess reality objectively. Recognizing this mechanism and making a conscious effort to seek out alternative points of view is becoming not only a useful skill but also an essential competence in the digital age.

References:

1. Assess the Evidence for and Against the Existence of ‘Filter Bubble’. – URL: https://www.researchgate.net/publication/396660350_Assess_the_Evidence_for_and_Against_the_Existence_of_'Filter_Bubbles' (date of access: 14.03.2026).

2. Rethinking the filter bubble? Developing a research agenda for the protective filter bubble. – URL: https://www.researchgate.net/publication/394622995_Rethinking_the_filter_bubble_Developing_a_research_agenda_for_the_protective_filter_bubble (date of access: 13.03.2026).

3. Filter Bubble Phenomenon on Instagram and Its Impact on Teenagers Lifestyle and Social Interaction. – URL: https://www.researchgate.net/publication/398043575_Filter_Bubble_Phenomenon_on_Instagram_and_Its_Impact_on_Teenagers_Lifestyle_and_Social_Interaction (date of access: 13.03.2026).

271. THE PROBLEM OF LINK ROT IN DIGITAL INFORMATION

Pishchyk S.I.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Maksimchuk R.T. – Senior Lecturer

The issue of link rot as a challenge for digital information preservation is examined in this paper. Factors causing link rot are analyzed. Modern approaches to combating link rot are evaluated. Recommendations for academic work are proposed.

The problem of broken links is becoming increasingly important in today's digital world. Link rot happens when web links no longer point to their original content. Every day, countless valuable online resources disappear when websites are closed or content is moved. This problem affects the quality of academic research and digital culture. According to studies, a significant proportion of web links become inaccessible within a few years after publication.

Link rot and content drift often occur together. Content drift is a situation where a resource remains accessible but its content has changed. Together, these two problems are called reference rot.

The scale of the problem has been documented across multiple domains. Research conducted at the California Institute of Technology found that more than 5 % of links to scientific data are inaccessible, with data disappearing at a rate of approximately 2.5 % annually. Resources identified by Digital Object Identifiers (DOIs) are lost three times less frequently than those referenced by standard URLs [1]. A study from Pew Research Center found that a quarter of webpages that existed between 2013 and 2023 are no longer accessible.

The causes of link rot include domain expiration, server shutdowns, and content reorganization [2]. Addressing these causes is essential for developing effective long-term preservation strategies. These factors are particularly problematic in academic contexts, where long-term access to sources is essential for verification and further research.

There are several ways to deal with link rot. Web archiving, for example, the Internet Archive's Wayback Machine, maintains archived copies of web pages. This service has preserved over 800 billion web pages since its founding, providing access to content that would otherwise be lost. This makes the Wayback Machine one of the most valuable resources for preserving digital heritage. Persistent identifier systems, such as DOIs, provide permanent references that remain valid regardless of changes to a resource's physical location. DOIs support the FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability, Reusability) principles, ensuring unique identification and reliable access to objects. Distributed systems, such as IPFSs (InterPlanetary File System), store content across distributed networks, ensuring that data remains available even if individual servers fail [3]. This approach fundamentally changes how digital content can be preserved for future generations. These technologies offer new possibilities for long-term data storage that do not depend on a single organization.

Each approach has distinct advantages and limitations. Web archiving provides content preservation but depends on the continued operation of archival institutions. Persistent identifiers require infrastructure maintenance and registration fees, which may limit their use to formally published works. Distributed systems face challenges related to scalability and adoption rates. Choosing the right approach depends on the specific needs of a project or publication. Despite these limitations, combining different approaches can provide more reliable protection against link rot in academic publishing.

Based on the analysis of existing literature, several recommendations for students and researchers can be formulated: use DOIs instead of URLs when possible, archive local copies of important resources, check links before publication, and prefer resources from institutional repositories over personal websites. These practices are easy to implement and can be adopted by any student or researcher without additional costs. By following these simple steps, researchers can contribute to a more sustainable digital information ecosystem.

In conclusion, link rot represents a serious challenge to the long-term accessibility of digital information, particularly in academic contexts. Existing solutions require consistent application by authors and institutions. Simple preventive measures can substantially reduce the impact of the problem on academic work.

References:

1. Federer, L.M. Measuring data rot: An analysis of the continued availability of shared data from a Single University / L.M. Federer [et al.] // PLoS ONE. – 2024. – Vol. 19, № 6.

2. Teixeira da Silva, J.A. Archiving website-based references in academic papers: Problems caused by reference rot, potential solutions and limitations / J.A. Teixeira da Silva, M. Nazarovets // Learned Publishing. – 2023. – Vol. 36, № 4. – P. 1-12.

3. Reilly, L.J. Reilly EternaMark (REM) Protocol – Dual-Layer Digital Permanence Using DOI Archiving and Blockchain Timestamping // IETF Internet-Draft. – 2025. – URL: https://datatracker.ietf.org/ (date of access: 01.03.2026).

272. DEBT TOKENS AS A DIGITAL TOOL FOR RETAIL INVESTMENT

Ptachyk V. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus

Shichko A. A. – Lecturer

The features of debt tokens as a digital investment instrument, their key parameters, and the feasibility of their use as investments by natural persons have been studied.

Debt token is a form of using digital signs as a tool, associated with investments. There is no definition of such concept as “Debt token” in legislation of the Republic of Belarus. This term refers to liability of issuer-company to return funds, acquired from an investor in time.

Debt tokens have two sides-participants: issuer of token – the company, which requires financing, and which issues debt tokens to raise investments, and investor – the party, which has discretionary funds and is intending to receive from these funds’ interest income [1].

Debt token is a program code inside a blockchain. The aforementioned investment tool is not just a banking document; thanks to technical components, the debt token can be referred to as an “independent” asset. With the help of smart contracts, blockchain allows for logging the token parameters, such as rate, interest payments dates and principal repayment date, inside its code. Such technology prevents human factor-related payment delays. All operations performed with the token are captured in Distributed Ledger (DLT). This ensures transaction transparency. Specifically, DLT guarantees protection of debt tokens from illegal changes in terms of payouts and repayment and supports public auditability [2].

Another advantage of blockchain is fractionalization – the process of dividing big amounts into small parts, which makes investments with debt tokens affordable to the broad segment of the population.

Thus, we can speak of a debt token as a reliable, technologically secure, and accessible digital investment tool.

In Belarus tokens are enshrined in law with the following normative legal acts:

The Decree of the President of the Republic of Belarus No. 8 “On development of digital economy” dated 21.12.2017. This document laid the foundation for use of token, which is defined as collection of records in blockchain, as evidence of receiving payments. It is also specified that natural persons are granted an exemption from payment of income tax from profit, received as a result of operations with tokens.

The Decree of the President of the Republic of Belarus No. 367 “On circulation of digital signs (tokens)” dated 17.09.2024. The present Decree specifies terms of execution of transactions for natural persons: operations with tokens can be conducted only on platforms of the residents of the High Technology Park.

Thus, debt tokens – new to Belarus, rapidly evolving digital instrument, the profit from which is exempt from income tax payments by natural persons [3].

The issuer company stipulates all of the parameters of debt tokens and terms of operations carried out with them in the offer – “White paper”. To the list of the most important parameters belong:

Currency of tokens. Debt tokens can also be issued in foreign currencies. Moreover, debt token payments are conducted specifically in the currency of the aforementioned tokens.

Face value of token. It reflects the price at which one unit may be acquired.

Interest rate. It is the value, reflected in percent per annum, which demonstrates the profits from the final price of obtained tokens.

Interest payment frequency. It reflects the intervals, after which investors will receive profit, based on the interest rate.

The list of the most important specified terms is as follows:

The possibility of early redemption of tokens by the issuer.

The possibility of token operations on the secondary market. These include resale of debt tokens to other investors or to the issuer itself and purchase of debt tokens from other investors, i.e. not directly from the company issuer [1].

Currency preferences and terms of execution of operations with debt tokens in foreign currency.

With each year the level of public welfare in Belarus grows. At the same time citizens form not only financial reserves, but also liquid assets, which can yield a profit, if invested wisely. Against the backdrop of development of electronic economy many instruments became digital: today every Belarusian can take out a loan, open a deposit in different currencies or an unallocated metal account, buy bank bonds without leaving home. Many online services, including finance management tools, have become commonplace for the population [4].

Citizens trust electronic funds operations, because they are convenient, safe, and are protected by law. This economic situation has allowed such a simple, clear and yet innovative tool, as debt tokens, to gain a foothold in the finance system of the country.

Debt tokens is a digital tool, affordable for simple and relatively safe investment of natural persons. This is caused by following factors:

Small face value of tokens. In the Republic of Belarus any adult citizen, which has liquid assets, can acquire digital tokens as investment tool due to their low price (commonly 20-50 BYN, 1000-2000 RUB, 10-20 USD, 10 EUR). Well-planned budgeting will make it possible to realize Dollar-Cost Averaging (DCA), contributing to the formation of constant capital and its protection from inflation.

Appeal of the tool. Income from debt tokens is higher than from bank deposits. It is related to the risk of tokens as a tool. Income from debt tokens, as well as from bank deposits with an age of over one year, exempt from income tax.

Debt tokens – state-regulated tool. Tokens can only be purchased on special platforms of the residents of High Technology Park, which guarantees legal security. Issuers undergo regulatory reviews to obtain a license to issue tokens [5], whereby this finance tool is a safer alternative to traditional paper bonds, upon the purchase of which investors themselves must make certain of the financial stability of the company.

Debt tokens have higher liquidity compared to irrevocable deposits. In case of emergency, tokens can be sold at the secondary market, thereby recovering a certain share of invested funds.

Comparison of debt tokens and other financial instruments is shown in table 1.

Table 1 - Key characteristics: debt tokens vs. financial instruments

Criteria/instrument	Debt tokens	Bank deposits	Precious metals	Government bonds	Corporate bonds	Stocks
Digital accessibility	Very high	Medium	Medium	Low	Medium	Medium
Minimum investment amount	Low	Low	Medium	Medium	Medium	Medium
Expected profit	Medium	Low	Medium	Medium-low	Medium	High
Profit predictability	Medium	High	Low	High	Medium	Low
Risk level	Medium-low	Low	Medium-high	Medium-low	Medium	Very high
Liquidity	Medium-low	Variable	Medium-high	Medium	Medium-low	Medium
Investment horizon	Medium-short	Medium	Medium-long	Medium-short	Medium-short	Long
Diversification potential	High	Low	Medium	Medium-low	Medium	Medium-high

"Debt tokens: an investment tool for you? (Analysis based on table 1)":

Debt tokens are a good investment option for you if:

You are comfortable with online investing.

You have a limited investment amount.

You aim for higher-than-average interest income.

You want to know the probability of your profit.

You are comfortable with a medium-low risk of losing funds.

You are comfortable with funds being unavailable during the contract period.

You plan to earn a profit in the short term.

You already use other investment tools.

Investors should not forget about issuer default risk. A company that issued debt tokens may turn out to be unable to return the principal amount or pay off interest income. Tokens are not covered by the Agency of Deposit Compensation. However, such instances on Belarusian platforms are isolated, thanks to sound regulation of the system by High Technology Park. To reduce the risks to naught, you could purchase tokens of major state-owned enterprises (BELAZ, MAZ, Belarusian Railway) [1].

Thus, debt tokens are a good option for diversification of investment portfolios of any financially responsible citizen.

References:

1. "Долговые" токены / Единый портал финансовой грамотности для молодёжи: [website]. – Минск, 2024. – URL: https://young.fingramota.by/ru/guide/investments/dolgovie-tokeni (date of access: 08.03.2026).

2. What are tokenized debt instruments? A beginner's guide: [website]. – New York, 2025. – URL: https://cointelegraph.com/learn/articles/what-are-tokenized-debt-instruments (date of access: 09.03.2026).

3. Декрет Президента Республики Беларусь №8 от 21 декабря 2017 года / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь: [website]. – Минск, 2017. – URL: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Pd1700008&p1=1&p5=0 (date of access: 11.03.2026).

4. Как компании выпустить долговые токены на Finstore : [website]. – Минск, 2026. – URL: https://finstore.by/publication-finstore/kak-kompanii-vypustit (date of access: 15.03.2026).

273. AI-GENERATED PICTURES IN DIGITAL MARKETING AND CONSUMER PERCEPTION

Ramaniuk Y.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ukrainets N.G. – Senior Lecturer

This paper investigates consumer reactions to AI-generated versus authentic photographic imagery across three marketing sectors. A survey of 37 students revealed a consistent preference for authentic photography in terms of perceived realism and purchase intent. The study concludes that AI-generated visuals carry a measurable trust risk in advertising, while AI tools remain highly effective in supporting analytical and operational marketing functions.

The rapid growth of generative AI tools – including Midjourney, DALL·E, and Stable Diffusion – has made photorealistic image creation accessible to virtually any business. Whether AI-generated visuals can replace authentic photography without eroding consumer trust or conversion rates has therefore become a question of direct practical significance for marketing practitioners.

Research on the "uncanny valley" effect suggests that near-realistic but imperfect synthetic content can trigger scepticism in human observers [1]. In marketing, visual authenticity has been directly linked to brand credibility and purchase motivation. Despite this, few studies have tested consumer reactions to AI imagery across multiple product categories in a controlled setting. In addition, most prior research has focused on single images shown in isolation, whereas real purchasing decisions typically involve comparing multiple options simultaneously. This distinction matters because consumers may be more likely to notice subtle flaws in AI-generated visuals when a real photograph is placed next to them for direct comparison. The present study was therefore designed to test responses under paired conditions across several product categories to provide a more practically relevant picture of how AI imagery performs in a competitive advertising context.

To address this gap, a structured online survey was conducted among 37 university students in Belarus. Participants were shown paired images – one AI-generated, one authentic photograph – across three sectors: food and beverages (a café), hospitality (a hotel room), and retail (a pair of sneakers). The instrument included binary-choice questions on visit motivation and perceived realism, and Likert-scale items (1–5) measuring hotel booking likelihood and self-assessed AI detection ability.

Results were consistent across all three categories. In the café scenario, 81.1 % of respondents selected the authentic photograph as more likely to motivate a visit, as illustrated in Figure 1. In the product photography test, 94.6 % identified the authentic image as more realistic – a near-unanimous result reflecting the difficulty AI systems face when replicating fine material details that consumers scrutinise online. The hospitality sector produced the most commercially significant finding: booking intent for the AI-generated hotel room averaged 2.81 out of 5, compared to 4.24 for the authentic photograph – a gap of 1.43 points, representing a 34 % difference in booking likelihood. Additionally, 86.1 % of respondents rated their ability to detect AI-generated content as “very easy” (mean 4.83 / 5), indicating that digitally literate consumers apply active critical scrutiny to marketing visuals – consistent with experimental evidence demonstrating that audiences systematically assign higher trustworthiness ratings to images perceived as authentic rather than AI-synthesised [3]. The distribution of responses in the café scenario is presented in Figure 1.

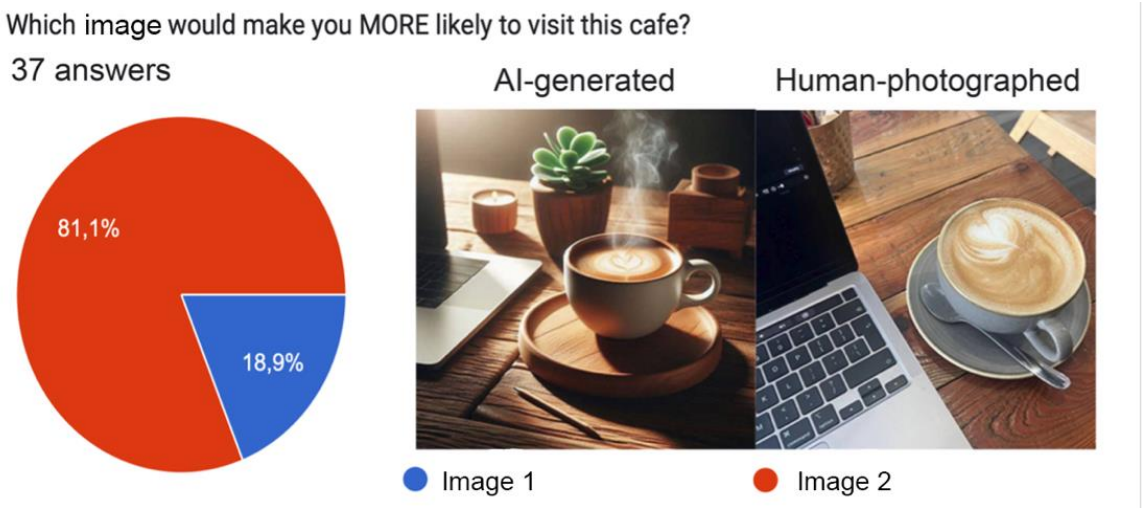


Figure 1 – Respondent preference for authentic vs AI-generated imagery: café sector (n = 37).

These findings establish a clear credibility cost associated with AI-generated imagery in visual advertising. The effect is most pronounced in hospitality, where a photograph serves as the consumer's primary pre-purchase point of reference. Replacing authentic photography with AI-generated content in trust-sensitive sectors therefore introduces measurable commercial risk. The preference for authentic images was consistent across all three tested categories, suggesting that the trust gap is not limited to one particular industry but reflects a broader consumer tendency to favour visual content that is perceived as authentic and unmanipulated.

However, this does not imply that AI has no place in marketing. The results specifically concern one application – AI as a visual content creator. In other functions, AI tools deliver significant value without triggering consumer scepticism:

1) Customer data analysis – AI processes behavioural and transactional data at scale, enabling precise audience segmentation and demand forecasting [2];

2) Campaign optimisation – machine learning algorithms adjust targeting and budget allocation in real time, improving advertising ROI;

3) Content personalisation – language models assist in drafting message variants and scaling personalised communication across channels;

4) Market monitoring – AI tools track competitor activity and consumer sentiment continuously, providing timely competitive intelligence.

The findings yield a clear practical recommendation: AI-generated visuals should not replace authentic photography in trust-sensitive contexts such as hospitality, dining, or premium retail. At the same time, AI represents a powerful productivity tool in analytical and automation roles that do not depend on visual realism. Organisations that observe this distinction will be better positioned to capture the efficiency benefits of AI while preserving the consumer trust that drives conversion. In practical terms, this means investing in authentic photography for product pages and promotional campaigns, while using AI to handle background tasks such as data analysis, audience segmentation, and content scheduling – areas where it adds measurable value without putting brand credibility at risk.

These results also raise broader questions about transparency in digital advertising. Scholars argue that the growing indistinguishability of AI-generated content from authentic media increases the ethical responsibility of brands to disclose the origins of their visual materials [4]. Regulatory frameworks in several jurisdictions are beginning to address this issue, yet voluntary disclosure remains rare in practice – creating a gap between emerging norms and actual brand behaviour that warrants attention from both researchers and practitioners.

From a consumer behaviour perspective, the implications extend beyond individual purchase decisions. Research on brand trust suggests that repeated exposure to inauthentic or algorithmically generated content can erode the broader relationship between a brand and its audience over time [5]. This long-term dimension of credibility loss is not captured by single-exposure surveys and represents a significant direction for longitudinal research in digital marketing.

Several limitations of this study should be acknowledged. The sample consisted entirely of university students, who may not be representative of the general consumer population – particularly older age groups that tend to be less familiar with AI-generated content and may therefore respond to it differently. These

constraints do not invalidate the conclusions, but suggest that the findings should be interpreted as indicative rather than definitive.

Future research should extend the sample beyond university students, examine whether disclosure of AI imagery moderates the observed trust effects, and track how consumer attitudes evolve as generative technology continues to improve. Comparative studies across different countries would also be warranted, as attitudes toward AI-generated content may differ depending on local levels of digital literacy and media consumption habits. For instance, consumers in markets with higher exposure to social media advertising may already be more accustomed to digitally altered or synthetic visuals, which could reduce the trust gap observed in this study. Understanding these differences would help brands develop more targeted communication strategies when deciding where and how to use AI-generated imagery in their marketing.

References:

1. Mori, M. The uncanny valley / M. Mori, K. F. MacDorman, N. Kageki // IEEE Robotics & Automation Magazine. – 2012. – Vol. 19, iss. 2. – P. 98–100.

2. Davenport, T. H. Artificial intelligence for the real world / T. H. Davenport, R. Ronanki // Harvard Business Review. – 2018. – Vol. 96, iss. 1. – P. 108–116

3. Nightingale, S. J. AI-synthesized faces are indistinguishable from real faces and more trustworthy / S. J. Nightingale, H. Farid // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2022. – Vol. 119, iss. 8.

4. Hancock, J. T. AI-mediated communication: definition, research agenda, and ethical considerations / J. T. Hancock, M. Naaman, K. Levy // Journal of Computer-Mediated Communication. – 2020. – Vol. 25, iss. 1. – P. 89–100.

5. Chung, S. Brand trust and consumer loyalty in the digital age: the mediating role of perceived authenticity / S. Chung, S. Y. Lee, K. Kim // Journal of Marketing Research. – 2021. – Vol. 58, iss. 3. – P. 512–530.

274. EMOJIS AS A MEANS OF EXPRESSING SOLIDARITY ONLINE

Riabykh V. A. PhD Student of the Department of Speech Studies and Communication Theory at Belarusian State University of Foreign Languages

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shaputsko A. V. – Lecturer, Master of Arts (Philology)

This paper explores emojis as a pragmatic and socio-semiotic resource for expressing solidarity in online communication. It argues that emojis function as paralinguistic markers that enhance illocutionary force, facilitate digital empathy, and contribute to the construction of social bonds in digital discourse.

The expansion of digital communication has profoundly transformed the ways in which individuals express emotions and maintain interpersonal relationships. In text-based online environments, where face-to-face interaction is absent, users lack access to traditional nonverbal cues such as intonation, facial expressions, and gestures. As a result, alternative semiotic resources have emerged to compensate for this limitation. Among these resources, emojis have become one of the most prominent and widely used tools for conveying affective and interpersonal meanings.

Originally introduced in the late 1990s as simple pictographic symbols, emojis have evolved into a complex system of visual communication that complements and sometimes replaces verbal language. Their increasing integration into everyday digital practices has attracted significant scholarly attention, particularly within the fields of pragmatics, sociolinguistics, and computer-mediated communication [1]. One of the most important yet understudied functions of emojis is their role in expressing solidarity, understood as the manifestation of empathy, support, and alignment with others in social interaction.

From a pragmatic perspective, emojis can be interpreted as paralinguistic markers that modify or reinforce the meaning of verbal messages. According to Dresner and Herring, nonverbal elements in computer-mediated communication contribute to the illocutionary force of an utterance, shaping how it is interpreted by the recipient [2]. In this sense, emojis function similarly to prosodic and gestural features in spoken discourse, helping to disambiguate intent and reduce the risk of misunderstanding.

Within the framework of speech act theory, emojis can be seen as devices that enhance or transform communicative acts. For instance, a statement such as “I understand” may function as a neutral assertion in isolation, but when accompanied by emojis like a heart (Figure 1) or handshake (Figure 2), it acquires the characteristics of an expressive act conveying empathy and solidarity. Thus, emojis play a crucial role in performing interpersonal functions that go beyond the literal meaning of words.

Figure 1. Heart

2. Handshake

Figure 3. Hugs

Figure 4. Folded hands

Figure 5. Broken heart

Figure 6. Dove Emoji

In online communication, the expression of solidarity often relies on concise and symbolically rich forms. Emojis provide an efficient means of conveying complex emotional states with minimal linguistic effort, making them particularly suitable for fast-paced digital environments such as social media platforms and messaging applications. Their use allows participants to maintain social bonds and demonstrate emotional involvement even in brief interactions.

One of the primary functions of emojis in this context is the expression of emotional support. When users respond to messages describing personal difficulties, loss, or stress, they frequently employ emojis such as heart (Figure 1), hugs (Figure 3), folded hands (Figure 4), or broken heart (Figure 5) to signal empathy and compassion. These symbols can function either in combination with verbal messages or as standalone responses that constitute complete communicative acts. In many cases, a single emoji is sufficient to convey

understanding and solidarity, illustrating the high degree of high semantic density associated with these visual signs.

In addition to expressing individual support, emojis also serve as markers of collective identity. In online communities, repeated use of specific emojis can indicate affiliation with a group, shared values, or participation in a common cause. This phenomenon is particularly evident in the context of social movements, public events, or collective experiences, where users adopt certain symbols as shorthand representations of their position. Through such practices, emojis contribute to the construction and reinforcement of group cohesion [3]. Emojis play an important role in intensifying the emotional tone of messages. A neutral or ambiguous statement can be reinterpreted as supportive, ironic, or empathetic depending on the accompanying emoji. This capacity to modify meaning highlights the importance of emojis as pragmatic tools that shape interpersonal communication. By providing additional contextual cues, they help users navigate the complexities of online interaction and maintain positive social relationships.

Beyond individual exchanges, the use of emojis in expressing solidarity often takes the form of collective practices that resemble digital rituals. In many online contexts, users engage in coordinated symbolic actions, such as posting identical emojis in comment sections or sharing them as part of broader communicative trends. These practices create a sense of shared participation and reinforce collective emotional experiences. For example, during times of crisis, tragedy, or global events, social media platforms frequently become spaces for mass expressions of support, where users collectively employ symbols such as dove (Figure 6), folden hands (Figure 4), or broken heart (Figure 5). The repetition of these emojis across numerous posts and interactions generates a form of visual solidarity that transcends linguistic boundaries. Such patterns demonstrate that emojis function not only at the level of individual expression but also as tools for large-scale social coordination.

These collective uses of emojis can be interpreted as forms of digital ritual, in which symbolic repetition contributes to the construction of shared meaning and emotional alignment. By participating in these practices, users affirm their belonging to the community and their engagement with its values. In this way, emojis facilitate both personal and collective dimensions of solidarity. Despite their widespread use, emojis are not entirely universal in meaning. Research indicates that their interpretation is influenced by cultural, social, and contextual factors [4]. The same emoji may convey different connotations depending on the cultural background of the users, their communicative norms, and the specific context of interaction.

This variability can affect the effectiveness of emojis as tools for expressing solidarity. In some cases, differences in interpretation may lead to misunderstandings or reduce the intended emotional impact. Therefore, successful use of emojis requires a degree of shared interpretive competence and awareness of contextual nuances. At the same time, the globalisation of digital communication contributes to the formation of more stable and standardised meanings for many emojis, particularly those associated with basic human emotions such as love, sadness, and support. This process enhances the potential of emojis to function as cross-cultural markers of solidarity, even in linguistically diverse environments. The analysis presented in this article demonstrates that emojis occupy a central position in contemporary online communication, particularly in relation to the expression of solidarity. Their ability to convey emotional meaning, reinforce social bonds, and facilitate interpersonal understanding makes them indispensable tools in digital interaction. From a pragmatic standpoint, emojis enhance the illocutionary force of utterances and enable users to perform expressive speech acts in an efficient and accessible manner. They also contribute to the reduction of ambiguity, which is a common challenge in text-based communication. By providing visual cues, emojis help users interpret messages more accurately and respond appropriately [5].

Moreover, the collective use of emojis highlights their role in the construction of social reality in digital environments. Through repeated and shared practices, emojis become symbols of group identity and collective experience. This function underscores their significance not only as linguistic elements but also as socio-cultural phenomena. However, the increasing reliance on emojis also raises important questions. On the one hand, they simplify communication and make it more accessible; on the other hand, they may lead to the reduction of linguistic complexity and nuance. Additionally, their interpretation remains context-dependent, which can result in ambiguity or miscommunication.

In conclusion, emojis represent a powerful and multifaceted means of expressing solidarity in online communication. They function as paralinguistic markers that enhance meaning, support the performance of speech acts, and facilitate emotional connection between users. As digital communication continues to evolve, the importance of emojis is likely to increase, making them a key subject for further research in linguistics, communication studies, and social sciences. Future studies may focus on cross-cultural differences, the role of emojis in political discourse, and their impact on language change in digital environments.

References:

1. Dresner E., Herring S. C. Functions of the nonverbal in CMC: Emoticons and illocutionary force // Communication Theory. – 2010. – Vol. 20, № 3. – 20 p.

2. Danesi M. The semiotics of emoji: The rise of visual language in the age of the Internet. – London: Bloomsbury, 2017. – 240 p.

3. Riordan M. A. Emojis as tools for emotion work: Communicating affect in text messages // Journal of Language and Social Psychology. – 2017. – Vol. 36, № 5. – 19 p.

4. Miller H., Thebault-Spieker J., Chang S. et al. "Blissfully happy" or "ready to fight": Varying interpretations of emoji // Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media (ICWSM). – 2016. – Vol. 10, № 1. – 10 p.

5. Kelly R., Watts L. Characterising the inventive appropriation of emoji as relationally meaningful // Proceedings of the 18th International Conference on Supporting Group Work. – 2015. – 10 p.

275. THE DARK SIDE OF CLOUD TECHNOLOGY

Sankevich S.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shevaldysheva E.Z. – Associate Professor

This study analyzes the limitations and potential hazards associated with cloud technologies, such as technical failures, security incidents, and legal challenges arising from data jurisdiction issues. Particular focus is given to the tension between system functionality and user privacy, as well as the necessity for enhanced security measures and the reduction of centralization within cloud environments.

It is a common perception that cloud infrastructure functions solely as an external computational resource, providing enhanced reliability and security compared to on-premises systems. Cloud environments are associated with significant risks that often remain poorly understood by end-users.

The convenience of using cloud technologies is obvious: access from anywhere, scalability, and no costs for your own hardware. However, it is centralization that creates the main problem — dependence on a limited number of companies. When one major provider goes down, thousands of services around the world come to a halt as a result. History knows several high-profile outages of cloud platforms that clearly demonstrate the vulnerability of modern IT infrastructure. Advanced data breaches are difficult to spot. Below are examples of known cases of cloud service failures.

In 2014, Apple is iCloud was hacked, resulting in a massive data leak and many users losing access to their accounts. The attackers obtained celebrities personal photos and messages. Following the hack, Apple implemented a new two-step verification system and improved its cloud security [1]. This new system is still widely used in the financial, legal, and data storage sectors.

In 2019, due to improperly configured cloud storage settings, Microsoft exposed millions of customer support records. The data was stored in Azure is Blob Storage, and it was later discovered that all customer support conversations were publicly accessible, resulting in the loss of a significant amount of sensitive information. This incident was caused by a security configuration issue. Microsoft swiftly responded and protected all customer data, claiming that a third-party company working with Microsoft was responsible for the breach. The company stated that the attackers did not have time to access the data, but the data was publicly available for a short period due to a configuration error. Microsoft quickly resolved the issue and improved the data protection system. To prevent such errors in the future, the developers increased the number of checks and implemented new security protocols for cloud storage [2].

Technical failures are not the only problem. The legal aspects, which users often do not think about, are equally important. The largest cloud providers are American companies, and they are subject to US legislation, in particular the Cloud Act. This law allows US intelligence agencies to request access to the data of any American company, no matter where the servers are physically located. Several Belarusian firms retain data within European jurisdictions while relying on servers operated by American service providers. Although this data is generally protected under European legal frameworks, requests from the FBI can compel these providers to grant access to the data without informing or obtaining consent from the data owners.

Nowadays, end-to-end encryption is actively used to avoid data leaks. When it is used, only the owner can access the data. However, companies do not often use this system because it hinders data analysis for improving the service. In this regard, the demand for «zero-knowledge» services is growing, where the company technically cannot decrypt customer data. This creates a contradiction between the convenience of the functionality and the privacy of the user.

Even without government intervention, the provider itself has the technical ability to view user data. User agreements often allow companies to scan content to improve services, train neural networks, or target advertising. Technically, the cloud administrator has physical access to the servers, and even encryption does not always help if the keys are stored in the same place. In this situation, the user cannot know who is viewing their data and for what purpose. It allows people from anywhere in the world to access their data and not depend on physical storage media.

Cloud service security is currently a top priority for companies. Companies need to allocate resources not only to developing new technologies but also to making them secure. It is also necessary to establish an international jurisdiction that would allow people, regardless of their location, to access their data and not fear that in another country they will be unable to do so. Centralization should also be reduced so that in the event of failures, there are no severe disruptions and a huge number of people do not lose their data all at once. Cloud technologies are undoubtedly a useful tool, which, however, needs to be significantly improved.

References:

1. Cloud Computing News: [website] / TechForge Media Ltd. – London, 2025. – URL: https://www.cloudcomputing-news.net/news/10-real-life-cloud-security-failures-and-what-we-can-learn-from-them/ (date of access: 18.03.2025).

2. Electronic Specifier: [website] / Electronic Specifier Ltd. – London, 2020. – URL: https://www.electronicspecifier.com/industries/robotics/the-biggest-cloud-breaches-of-the-decade/ (date of access: 18.02.2020).

276. THE IMPACT OF OPTIMIZATION PROCESS ON GAMEPLAY IN MODERN COMPUTER GAMES

Skazov A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Shaputsko A. V. – Lecturer, Master of Arts (Philology)

The paper considers the role of software optimization in the gameplay of modern computer games. It analyzes the main aspects of optimization and shows that the level of optimization directly affects the gaming experience, control comfort, and the degree of player immersion into virtual world.

Computer games can be seen as highly sophisticated interactive software that integrate numerous components such as graphic design, simulation of the real world, animation, artificial intelligence, and individual game mechanics. As technology advances, the same applies to huge amount of power, or processing technology, required to create and simulate game worlds and the interactions with players. As a result, software optimization becomes increasingly necessary in terms of utilizing processing technology and sustaining the overall performance of the game. In the realm of user experience, the most influential factor is the frames per second (fps). As a metric, fps determines animation, as well as the level of clarity of events occurring in the game.

Game optimization also directly influences how players perceive and interact with virtual environment. When a game is optimized efficiently, system resources such as central processing unit (CPU), graphic processing unit (GPU), and memory are used more effectively, allowing the game world to respond smoothly to player actions. This responsiveness is essential for maintaining a sense of control and immersion, which are the key elements of enjoyable gameplay. In this way, optimization does not only affect technical performance, but also plays a significant role in shaping the player's emotional experience during gameplay.

If a game runs at a low frame rate, the movements of characters and objects become discontinuous, which can make control difficult and reduce the comfort of the gaming experience. In contrast, high and stable image refreshing rate makes movements smoother and more predictable for the player. The research shows that increasing frame rate improves the perception of the gameplay and increases the effectiveness of player's actions, especially in dynamic games where the user's reaction speed is important [1].

Optimization also affects input latency, which refers to the time between the player's action and the game's response to that action. With high latency, keyboard controls can feel less precise and responsive, reducing enjoyment of gaming experience. Optimizing graphics and computing processes reduce the time it takes to process user actions and improve control accuracy. This is especially noticeable in competitive games, where even small delays can affect the outcome of the game and players perception of its fairness [2].

Optimization also plays a significant role in ensuring that games are accessible to wide audience of users. Well-optimized games can run smoothly on devices with different specifications, including those with lower performance. This means that more people can enjoy a gaming experience without the need for expensive equipment. Studies on mobile game development note that the use of basic optimization techniques significantly improves the stability and performance of applications, which has a positive effect on users' satisfaction and their desire to continue playing [3].

Optimization is particularly important for maintaining the player's emotional engagement. Quick response to user actions and the absence of technical issues creates conditions in which the player can focus on exploring the game world, completing game quests, and interacting with characters.

Thus, optimization is an important stage in the development of modern computer games and has a significant impact on the quality of gameplay. Increasing the number of frames per second, reducing input lag, and ensuring stable program performance directly affect the comfort of the gaming process and the level of enjoyment players get. As gaming technologies become increasingly complex, the importance of optimization continues to grow, as it is what allows maintaining a balance between high-quality graphics, complex game mechanics, and the accessibility of games to a wide range of users.

References:

1. The Effects of Frame Rate and Resolution on Users Playing First Person Shooter Games: scientific article/ M. Claypool, K. Claypool, F. Damaa – Bellingham, 2006. – URL: https://web.cs.wpi.edu/~claypool/papers/fr-rez/paper.pdf (date of access: 10.03.2026).

2. On Frame Rate and Player Performance in First Person Shooter Games: scientific article/ K. Claypool, M. Claypool. – URL: https://web.cs.wpi.edu/~claypool/papers/fr/fulltext.pdf (date of access: 10.03.2026).

3. Improving Mobile Game Performance with Basic Optimization Techniques in Unity: scientific article/ G. Koulaxidis, S. Xinogalos. – URL: https://www.mdpi.com/2673-3951/3/2/14 (date of access: 10.03.2026).

277. THE EFFECTIVENESS OF LOW-CODE PLATFORMS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

Tribushevskaya K.P., Gayko A.A.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ladyjenko M.V. – Senior Lecturer

The economic efficiency of developing information systems on low-code platforms in comparison with traditional programming is investigated. The data of analytical agencies Gartner, Forrester, IDC is analyzed. The expediency of a hybrid approach to optimize the development of enterprise applications is substantiated.

In the conditions of the digital transformation of the economy, organizations face the necessity of rapid information systems development with limited budgets. Traditional programming methods require significant time and financial resources, which makes companies search for alternative approaches. Low-code platforms are a perspective solution for speeding up development and reducing costs.

The term “low-code platforms” does not mean a single tool, but a diverse group of platforms united by the principle of visual development. Analytical agencies Gartner, Forrester and IDC show that the low-code platform market is steady growing. Experts say that its volume amounted to 24.83 billion US dollars in 2023 and is projected at 187 billion dollars by 2030. According to Gartner forecasts by 2025, 70 % of new applications developed by organizations will use low-code or no-code technologies [1].

The relevance of the platforms is conditioned by a significant reduction in development time. Low-code platforms decrease the time to create applications by 50-90 % compared to traditional programming [2]. If traditional application development of medium complexity takes 4-8 months, with the use of low-code platforms, this time is reduced to several weeks. Moreover, the integration of AI into low-code platforms will reduce the time to market for products allowing to implement more functional applications that work with large amounts of data.

Low-code platforms are very diverse and, depending on the project goals, can be used for web application development (Mendix, OutSystems), process automation (Appian, Pega), creating mobile interfaces (Microsoft Power Apps, Google AppSheet) or system integration (Zapier, Make).

Considering the important role of low-code platforms in modern programming, it should be noted how much they lower the cost of development. Low-code platforms provide a 30-70 % reduction in development costs compared to traditional methods [3]. A subscription to a low-code platform costs an average of $300 per year, while traditional app development costs $70,000-$100,000. At the same time, 80 % of enterprises note an increase in productivity when using low-code, and 79 % report a decrease in operating costs.

In addition to reducing costs, such projects pay off quite effectively. Forrester’s Total Economic Impact study demonstrated that organizations can achieve a return on investment (ROI) of more than 500 % when using high-performance low-code platforms [4]. Other studies confirm that ROI ranges from 224 % to 363 %, depending on the platform and scale of implementation.

However, traditional development retains its advantages when creating complex systems with unique business logic and high security requirements. Thirty-seven percent of organizations express concern about vendor dependence when using low-code platforms, while thirty-five percent worry about the scalability of solutions [5]. But many companies are having trouble hiring professional developers. Low-code platforms solve this problem: employees with no coding experience master the platforms within one month. Seventy-five percent of large enterprises use at least four low-code platforms to support application development.

In conclusion, the choice depends on project requirements and budget constraints. Low-code platforms reduce dependence on scarce human resources, allowing employees without programming experience to develop functional applications. Traditional development remains cost-effective for complex, unique systems with high security and scalability requirements. Companies, which combine the speed of low-code with the power of traditional programming can optimally balance product withdrawal time and architecture complexity gaining a competitive advantage in the market.

References:

1. Gartner predicts low-code development trends – 2025. – URL: https://joget.com/low-code-growth-key-statistics-facts-that-show-its-impact/ (date of access: 10.03.2026).

2. Low-Code Development: Speed Up Development Time by Up to 90 % / K. Shuler – CEO of Quandarycg, 2024. – URL: https://www.quandarycg.com/low-code-statistics/ (date of access: 10.03.2026).

3. Low Code Benefits, Top Trends and Platforms in 2024 / M. Tran – VP of FTP Software, 2024. – URL: https://fptsoftware.com/resource-center/blogs/low-code-benefits-top-trends-and-platforms-in-2024 (date of access: 10.03.2026).

4. Forrester Insights: Total Economic Impact of Low-Code Platforms – 2024. – URL: https://phoenix-dx.com/forrester-insights-into-the-total-economic-impact-of-low-code-platforms/ (date of access: 10.03.2026).

5. Low-Code Development Challenges Statistics / M. Shah – Verified Expert in Engineering, 2025. – URL: https://radixweb.com/blog/low-code-statistics (date of access: 10.03.2026).

278. WATER AS A GEOPOLITICAL LEVER: HOW DATA CENTER WATER CONSUMPTION COULD BECOME A SOURCE OF CONFLICT IN WATER-STRESSED REGIONS

Ugruymova E. A., Bukhanova M. S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Yeliseeva O. A. – Senior Lecturer, Master of Arts

This paper examines water as a strategic resource in the digital economy, focusing on the growing water consumption of data centres that support cloud computing and artificial intelligence.

Water has increasingly been recognised as a critical resource for digital infrastructure, especially for data centres supporting cloud services, artificial intelligence, and the global internet. Growing computing capacity has increased demand for facilities operating continuously and relying on cooling systems that often use local freshwater supplies. In the United States, projections suggest that rising demand may require hundreds of millions of gallons of additional daily water capacity and major investments in water infrastructure [1]. This development positions water not only as an environmental resource but also as a strategic economic and political factor.

The relationship between data centres and water availability is particularly visible in water-stressed regions. Analyses in China estimate that data centres consumed about 15.7 billion cubic meters of water in 2022, with roughly 72 percent of computing capacity located in areas facing severe scarcity [2]. Similar global patterns show that many new facilities are built in regions already experiencing water stress, increasing competition for limited resources.

These trends extend into broader political considerations as water scarcity intersects with economic policy and technological expansion. Governments and industry actors must balance digital growth with sustainable resource management, while decisions about infrastructure and cooling technologies increasingly influence regional planning and governance [3]. In this context, water begins to function as a geopolitical lever shaping technological and economic development. The rapid expansion of digital infrastructure has made data centres essential to the global economy. Cloud computing, artificial intelligence, and online services rely on facilities that operate continuously and generate significant heat, requiring constant cooling and substantial water use. Because of this dependency, water increasingly emerges as a strategic resource within the digital economy. Many data centres use evaporative cooling systems in which water absorbs heat and evaporates, meaning much of the withdrawn water is permanently lost. Estimates suggest that about 80 percent of water used in such cooling evaporates, compared with roughly 10 percent in residential consumption, highlighting the intensity of industrial cooling demands [4].

The rapid growth of artificial intelligence has significantly increased the water demand of digital infrastructure. A typical 100-megawatt data center may consume around two million liters of water per day, and in some cases large facilities can require up to five million gallons daily – an amount comparable to the water use of a town with tens of thousands of residents [5]. These figures highlight that data centres are not only digital infrastructure but also major industrial consumers of natural resources. The global expansion of artificial intelligence has intensified this trend. Analysts estimate that data centres worldwide already consume hundreds of billions of liters of water annually, and projections suggest that this number could more than double within the next decade as more powerful computing systems are deployed. Rapid technological progress is driving the construction of increasingly large facilities designed to process massive datasets and train complex machine-learning models. These developments contribute to a steady rise in both direct and indirect water consumption associated with digital infrastructure.

Indirect water use plays an important role in the overall environmental footprint of data centres. In addition to water used directly for cooling, substantial volumes are also required for electricity generation that powers these facilities. Some estimates indicate that indirect water consumption associated with energy production may account for nearly 60 percent of the total water footprint of data centres. As a result, the environmental impact of digital infrastructure extends beyond the boundaries of individual facilities and affects regional energy systems as well.

Geographical location further complicates the issue. Many data centres are built in regions attractive for technological investment due to land availability, regulation, and energy resources, yet these areas often lack sufficient freshwater supplies. Analyses indicate that about two-thirds of new data centres planned or constructed since 2022 are located in water-stressed regions, including more than 160 artificial-intelligence-related facilities in the United States alone [6]. Similar trends appear in parts of Asia and the Middle East, where technological growth frequently coincides with arid climates.

This concentration increases competition for limited water resources among industry, agriculture, and local communities, especially during droughts or extreme heat. Rising water demand also affects urban

planning, as projections suggest U.S. data centres may require up to 1,450 million gallons of additional daily water capacity by 2030, necessitating significant infrastructure investment and negotiations between technology companies, governments, and local stakeholders [7].

The development of artificial intelligence intensifies these pressures because advanced computational models require enormous processing power. Training large language models, for example, can involve substantial water consumption associated with both computing and energy production. Environmental assessments show that training even relatively efficient language models may consume millions of liters of water [8]. As AI applications become integrated into everyday digital services, the cumulative environmental footprint of these technologies continues to grow.

Another dimension of the issue is the uneven distribution of water resources across regions. Climate change, population growth, and economic development have already placed significant pressure on global freshwater supplies. When high-tech infrastructure enters areas with limited water availability, local environmental vulnerabilities may become more pronounced. For example, in drought-prone regions of the United States, the expansion of data centres has raised concerns that industrial water consumption could exacerbate existing shortages and increase competition between economic sectors.

Technological companies have begun to acknowledge these challenges and have introduced sustainability commitments aimed at reducing their environmental impact. Several major firms have pledged to become “water positive,” meaning that they intend to replenish more water than they consume by the end of the decade. However, achieving this goal remains complex. Regions that offer the most abundant renewable energy resources, such as solar energy, are often located in dry climates where water scarcity is already severe. Balancing the need for low-carbon energy with responsible water management therefore presents a difficult strategic challenge for technology companies and policymakers.

The relationship between digital infrastructure and water resources also has potential geopolitical implications. Water scarcity has long been recognized as a factor influencing regional stability and international relations. When technological infrastructure depends heavily on water availability, control over freshwater resources may become intertwined with economic competition and technological development. Countries seeking to establish leadership in artificial intelligence and digital services may face increasing pressure to secure stable supplies of both energy and water.

Decisions about where to locate data centres, how to regulate water consumption, and how to allocate limited resources may influence not only environmental sustainability but also economic competitiveness and technological innovation. As artificial intelligence continues to expand across industries and societies, the demand for computing infrastructure will likely intensify further.

Consequently, the intersection of technological progress and environmental constraints is becoming increasingly visible. Digital infrastructure, often perceived as intangible and immaterial, depends heavily on physical resources such as energy, land, and water. The rapid growth of artificial intelligence illustrates how emerging technologies can reshape resource consumption patterns on a global scale. When water-intensive infrastructure expands into regions already experiencing scarcity, tensions may emerge between technological development and environmental sustainability.

In the broader perspective, the water consumption of data centres represents more than a technical challenge related to cooling systems. It reflects a deeper transformation in the relationship between digital technologies and natural resources. As societies continue to rely on data-driven services, ensuring responsible management of water resources becomes an essential component of sustainable technological development. This perspective makes it possible to understand why water is increasingly viewed as a geopolitical lever within the evolving architecture of the global digital economy.

References:

1. Arrington, A. (2025). The hidden water crisis: Why data centres and farms are competing for a drying future. LinkedIn. - URL: https://www.linkedin.com/pulse/hidden-water-crisis-why-data-centres-farms-competing-austin-arrington-bjsge (date of access: 01.10.2025).

2. Chen, S., & Wang, L. (2025). Water consumption and stress in China's data center industry: A bottom-up analysis. Applied Energy, 389, 125252. - URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261925012528 (date of access: 01.10.2025).

3. Clark, C. (2025). Running hot and running dry: Why cooling design is critical to the cloud. Bloomberg. - URL: https://www.bloomberg.com/graphics/2025-ai-impacts-data-centres-water-data/ (date of access: 01.10.2025).

4. Peck, J. (2025). Why cooling design is critical to the cloud. New Civil Engineer. - URL: https://www.newcivilengineer.com/opinion/running-hot-and-running-dry-why-cooling-design-is-critical-to-the-cloud-24-11-2025/ (date of access: 01.10.2025).

5. Veolia Water Technologies. (2025). How data centres can solve their water consumption challenge. Veolia Water Technologies Blog. - URL: https://blog.veoliawatertechnologies.com/en/how-data-centres-can-solve-their-water-consumption-challenge (date of access: 01.10.2025).

6. Ren, S., & Luers, A. (2025). The real story on AI’s water use–and how to tackle it. IEEE Spectrum. - URL: https://spectrum.ieee.org/amp/ai-water-usage-2673937827 (date of access: 01.10.2025).

7. Waite, R. (2025). Why cooling design is critical to the cloud. Data Centre & Network News. - URL: https://dcnnmagazine.com/infrastructure/why-cooling-design-is-critical-to-the-cloud/#back-to-top (date of access: 01.10.2025).

279. CRYPTOCURRENCY AS A NEW FORM OF MONEY

Kharibin.M.G

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Kaspiarovich N.G. – Senior Lecturer

This paper examines potential of cryptocurrency as a new form of money through theoretical analysis and a student survey (N=27). The study evaluates how well cryptocurrencies fulfill classical monetary functions and analyzes their key advantages – decentralization, anonymity, limited supply – and disadvantages: volatility, technical risks, and lack of guarantees.

These days, we hear the term “cryptocurrency” more and more often. Every day, we see news about the price movements of various cryptocurrencies. The purpose of this paper is to explore the potential of cryptocurrency as an alternative to traditional money, analyzing the advantages and disadvantages of its integration into the banking and credit system. In order for an asset to be exchangeable for money, it must meet three criteria. This determines its quality. First, the asset must be an acceptable medium of exchange for the purchase of goods and services. Second, it must be possible to evaluate and compare the value of goods in units of that coin. Finally, the coin must retain its purchasing power over a long period of time. Currently, only a limited number of companies use cryptocurrencies to store their reserves or assets. Even fewer companies use cryptocurrencies as a means of payment.

A survey demonstrates how 27 students assessed awareness of cryptocurrencies, their practical application, and public perception as an alternative currency. Thirty-six percent of respondents said they make purchases using cryptocurrency on a regular basis, while the other 8 % have tried this payment method experimentally.

Despite the growing interest in cryptocurrencies, the survey results show that more than half (52 %) of respondents do not own them. This indicates a significant gap between the desire to use cryptocurrencies and their actual use.

Opinions on the convenience of cryptocurrencies for everyday payments are divided. A third of respondents (36 %) consider them fast and convenient. However, one in five (20 %) encounter difficulties due to exchange rate volatility and high fees. Another quarter of respondents (24 %) point to dependence on the legislation of a particular country, which confirms the uneven development of infrastructure for cryptocurrencies in different regions of the world. We can see the statistics below in Figure 1 and Figure 2.

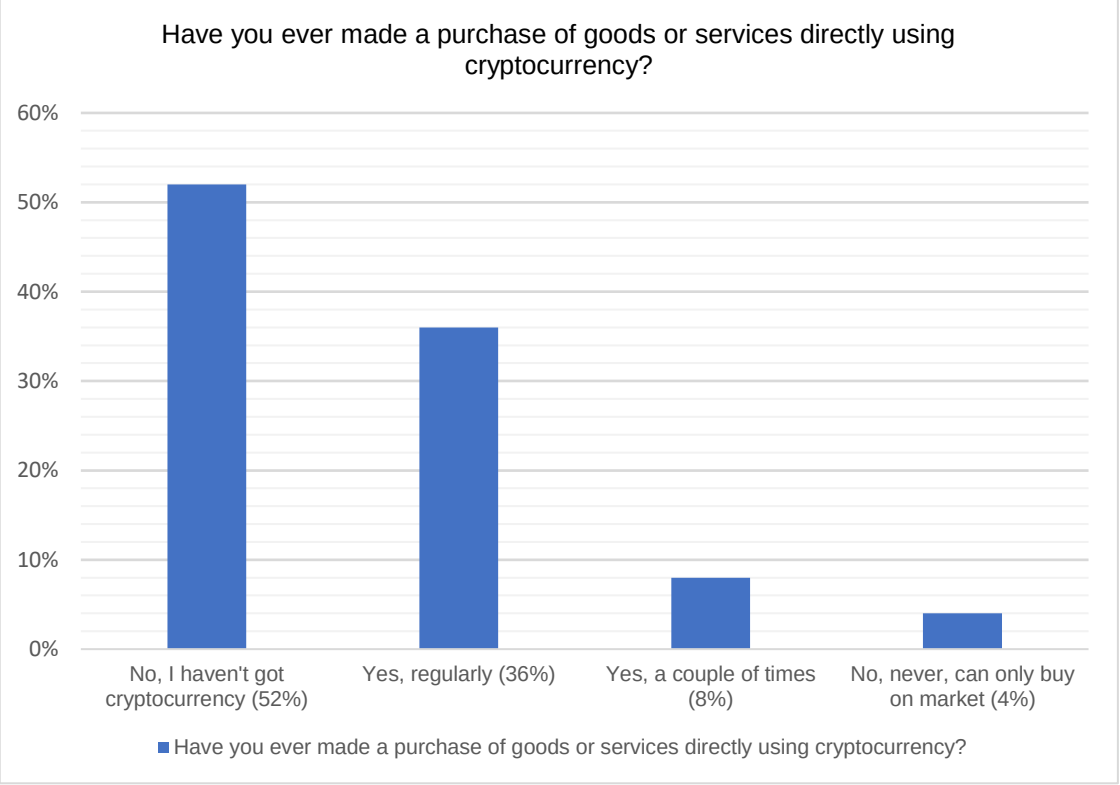


Figure 1 – Students’ answers to the question about making purchases using cryptocurrency

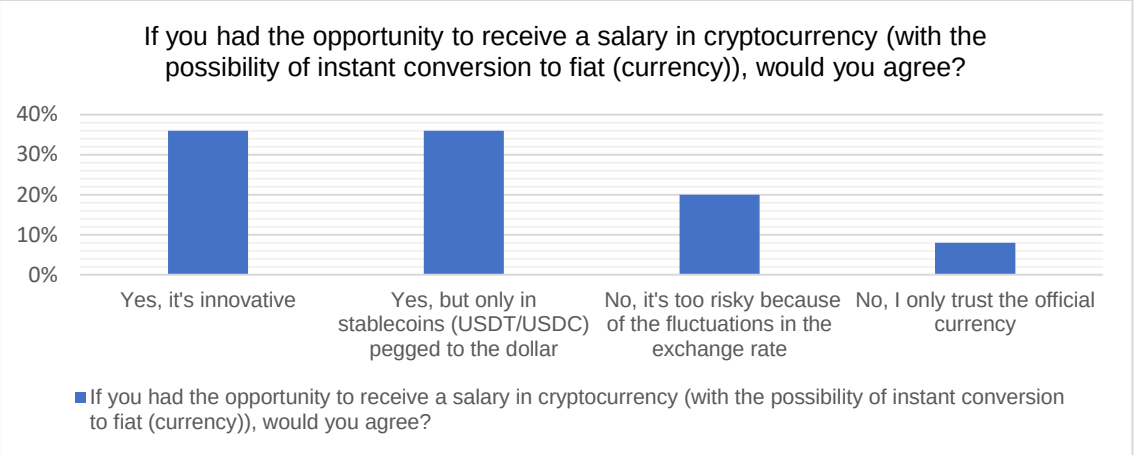


Figure 2 – Students' answers to the question about the opportunity to receive a salary in cryptocurrency

Cryptocurrencies have a number of distinctive features that give rise to both strengths and weaknesses compared to conventional money.

The key advantages of cryptocurrencies include:

– all transactions are anonymous; apart from the wallet number, there is no information about the person who made the transaction;

– cryptocurrency is stored in a decentralized manner, i.e., without the use of a single bank, which contributes to the lack of control over payments and transactions;

– security – cryptocurrencies cannot be copied.

Despite all the advantages, it is important to note that cryptocurrencies are already being used to pay for illegal goods and services. Their anonymity and decentralized nature make it virtually impossible to track both buyers and sellers. However, this is not the only disadvantage of cryptocurrencies.

It is worth considering other disadvantages of this type of electronic currency, which may not be obvious at first glance:

– lack of guarantee of the security of crypto wallets due to the absence of any regulatory mechanisms;

– unstable price, characterized by a high volatility index due to the specific use of cryptocurrencies;

– the possibility of negative impact from national regulators – measures to restrict or ban cryptocurrency transactions may be introduced at the state or central bank level;

– wallet malfunction or loss of password will result in the loss of all coins stored in it.

– In addition, there are the following risks:

– total loss of funds: If you lose access to your wallet or forget your password, all your cryptocurrencies will be irretrievably lost;

– fraud: There is a risk of payment data substitution or phishing attacks aimed at stealing your funds;

– platform hacking: Payment systems that work with cryptocurrencies can be vulnerable to hacking;

– as a new asset class, cryptocurrencies are considered volatile – with the potential for significant movements up and down over shorter periods of time. It is a key parameter describing the degree of fluctuations in the prices of digital assets over time. Understanding volatility helps investors, traders, and researchers assess risk, select strategies, and form hypotheses about future market movements.

Despite the advanced technologies underlying cryptocurrencies, their ultimate impact on the financial world remains uncertain. Currently, they cannot completely replace traditional money due to high volatility, technical limitations, and the lack of government guarantees. A survey of students confirms that these factors are the main obstacles to their widespread use.

It is still too early to talk about cryptocurrencies as an alternative to full-fledged money.

At the moment, it is impossible to predict the effect of the emergence of cryptocurrencies, as well as their impact on the global economy, the environmental situation, and other important factors and circumstances of modern life.

References:

1. Bitget : [website]. – Victoria, Seychelles, 2018–2026. – URL: https://www.bitget.com (date of access: 13.03.2026).

2. Coinbase: [website]. – San Francisco, 2012–2026. – URL: https://www.coinbase.com (date of access: 13.03.2026).

3. Fundamental Research: [website] / Publishing House "Academy of Natural History". – Moscow, 2003–2026. – URL: https://fundamental-research.ru (date of access: 13.03.2026).

4. Glazyev S. Yu., Glazyev R. S. Cryptocurrencies as a New Type of Money // Fundamental Research. – 2024. – № 6. – P. 95–101. – URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=43567 (date of access: 13.03.2026).

5. Chernysheva M. A., Grebenik V. V. Cryptocurrency as a payment instrument in the monetary sector // Fundamental Research. – 2023. – № 11. – P. 210–217. – URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42776 (date of access: 13.03.2026).

300. OPTIMIZATION OF WAREHOUSE LOGISTICS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Chaika A.E.
Belarussian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus
Slesaryonok E.V., senior lecturer

This paper analyzes the application of artificial intelligence technology in warehouse logistics optimization. The study focuses on warehouse operations automation, inventory management, and demand forecasting. Key benefits of AI implementation were identified, including improved operational efficiency, reduced costs, and improved accuracy in logistics processes.

Warehouse logistics is a critical element of supply chain management, ensuring the rational storage, movement and release of goods. With global competition and the rapid development of e-commerce, companies are under pressure to manage growing order flows with maximum speed and accuracy. In this context, classical warehouse management methods are losing their effectiveness, which increases the importance of introducing artificial intelligence (AI) technologies [1].

A key area of application of AI in warehouse logistics is demand forecasting and inventory optimization. Machine learning algorithms process past sales data, seasonal trends, and external factors to predict future demand. This allows you to maintain an optimal inventory, reduce inventory costs, and avoid both surpluses and shortages. This speed up inventory turnover and increases the efficiency of the entire supply chain [2].

An important aspect is the introduction of robotics and automation. Autonomous mobile robots (AMRs) and automated guided vehicles (AGVs) are widely used in modern warehouses to transport goods between zones. These systems operate continuously, reducing reliance on manual labor and minimizing the risk of human error. In highly automated complexes, robots can interact with personnel and form hybrid systems that combine flexibility and efficiency [3]. AI also provides real-time monitoring and control of warehouse processes. AI integration with Internet of Things (IoT) devices collects data on inventory levels, device health, and environmental parameters such as temperature and humidity. This is especially important for industries involving perishable or sensitive products. Operational analytics helps managers quickly identify anomalies and make informed decisions, improving the reliability of operations.

Another promising area is the use of computer vision. AI-powered systems are able to recognize assets, verify that withdrawals are correct, and automatically capture errors. This reduces returns and improves the customer experience. In addition, these technologies allow for automatic inventory without manual scanning. The integration of AI technologies with business information systems (ERP, WMS, TMS) creates a single digital environment for logistics management. This ensures seamless communication between the different stages of the supply chain and improves coordination between departments. This gives companies greater transparency in logistics processes and allows them to respond faster to market changes.

However, despite the significant benefits, implementing AI in warehouse logistics comes with its own challenges. The most significant are the high initial investment, the difficulty of integrating new technologies into existing systems and the need for qualified personnel capable of working with modern digital tools. You also need to consider issues related to data protection and system fault tolerance.

Another limitation is the dependence on data quality. AI systems require large amounts of accurate and structured data to operate effectively. Incomplete or incorrect information can lead to incorrect predictions and ineffective decisions. Therefore, companies should pay special attention to data management and ensure that it is collected and processed correctly [4].

However, the introduction of artificial intelligence in warehouse logistics brings significant economic benefits in the long term. Companies that actively use AI technologies achieve greater efficiency, reduce operating costs, and gain a competitive advantage in the market. With the development of digital technologies, the role of AI in logistics will grow even more.Thus, artificial intelligence is becoming a key factor in the transformation of warehouse logistics. It enables companies to streamline operations, improve decision-making, and improve overall supply chain performance. Further development of logistics systems will be inextricably linked to the growing integration of AI and related digital technologies.

References:

1. Richards G. Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in Modern Warehouse. – 3rd ed. – London: Kogan Page, 2017. – P. 45-78.

2. Chopra S., Meindl, P. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. – 7th ed. – Harlow: Pearson, 2019. P. 312-340.

3. Wurman, P.R., D'Andrea, R. Mountz, M. Coordinating Hundreds of Cooperative, Autonomous Vehicles in Warehouses // AI Magazine. – 2008. – Vol. 29, No. 1. – P. 9-20.

4. McKinsey&Company. Automation in logistics: big opportunity, bigger uncertainty. – URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/automation-in-logistics-big-opportunity-bigger-uncertainty (date of access: 31.03.2026).

301. THE ETHICAL DILEMMAS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Sharubov K.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Ladyjenko M.V. – Senior Lecturer

This article examines the ethical and societal implications of the ubiquitous integration of artificial intelligence into daily life. The article also analyzes how AI functions not merely as a neutral tool but as a mirror reflecting and amplifying human biases, raising critical concerns about privacy in the digital age, and presenting new threats through the malicious use of deepfake technology.

Artificial intelligence has become an important tool in our lives over the past couple of years. With each passing day, people turn to it more often, and their requests become increasingly specific. AI can solve problems, write code, help with hairstyles, simulate communication with a character/hero, act as a psychologist, analyze global trends, and generate content. This article explores the ethical issues associated with the development of artificial intelligence.

The first problem is discrimination and inequality among candidates submitting resumes to jobs where artificial intelligence initially processes them. Artificial intelligence, learned from historical records of the past, can reflect the prejudices and biases of that era. In such cases, an algorithm that was supposed to be impartial and screen people only for their skills, work experience, and company benefits can take into account gender, skin color, and physique. Judicial sentencing algorithms show a tendency to impose harsher punishments on marginalized communities. The difficulty of solving this problem is due to the fact that all calculations and decision-making processes take place in a so-called “black box”, which makes it difficult to verify their correctness. Regular ethical audits, a reassessment of the approach to technological design, and filtering data on which artificial intelligence is trained are needed [1]. This issue should be viewed not as a technical shortcoming, but as an issue that affects one of the most fundamental human rights.

The modern world is characterized by the pervasive collection and analysis of information. Video surveillance is installed everywhere: workplaces, educational institutions, and public places. Personal data, such as voice, images, text messages, etc., are constantly analyzed, and users may not always be notified. Artificial intelligence is an ideal tool for analyzing the vast amount of information obtained from electronic devices. It can be used for targeted advertising, changing consumer preferences, and, in some cases, political views. It is difficult to resist this because of the very deep entrenchment of data collection in our lives. The right to privacy should be viewed as a fundamental need, not an unsustainable luxury.

Several high-profile cases raised critical questions about accountability and responsibility of AI. This question becomes even more difficult in automated systems with multiple modules that operate with minimal human intervention. Responsible AI development requires thorough testing and evaluation of all systems in all situations before deployment. Developers must consider the various challenges that may arise during operation and take measures to prevent and address them.

Artificial intelligence can generate synthetic content called “Deepfakes”, which represents a distinct category of ethical problems. Such content looks believable, even though it is completely fabricated. Deepfakes can be used for blackmail, extortion, bullying, manipulation, and disinformation. The spread of such technology undermines the irrefutability of audio and video evidence, helps scammers exploit the older generation’s ignorance about the possibilities of new technologies. Addressing this problem requires developing reliable countermeasures, legislative reform, and limiting the use of this technology to simulate voices, explicit imagery, and violent content.

Another ethical issue that has emerged with the development of artificial intelligence is the question of jobs. Artificial intelligence already performs a large amount of work and will perform more tasks in the future. Millions of jobs are threatened by automation. The state and companies should provide retraining courses and new jobs to workers laid off due to the widespread use of artificial intelligence [3].

In conclusion, artificial intelligence, by itself, without a person at the keyboard, is incapable of doing anything wrong and is merely a tool. Everything that artificial intelligence is currently capable of is based on the data that humans have uploaded and that it has processed. So, who is to blame for a murder: the gun, or the one who pulled the trigger?

References:

1. The Toronto Declaration: Protecting the right to equality and non-discrimination in machine learning systems – 2018. – URL: https://www.accessnow.org/wp-content/uploads/2018/08/The-Toronto-Declaration_ENG_08-2018.pdf (date of access: 27.03.2026).

2. AI’s Ethical Issues: Getting Around the Moral Maze – 2023. – URL: https://www.linkedin.com/pulse/ais-ethical-issues-getting-around-moral-maze-techcurators-ucfte/ (date of access: 26.03.2026).

3. The ethical dilemmas of AI – 2024. – URL: https://annenberg.usc.edu/research/center-public-relations/usc-annenberg-relevance-report/ethical-dilemmas-ai (date of access: 28.03.2026).

302. BRINGING ADVANCED AI TO MICROCONTROLLERS

Shved I.A.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Kaspiarovich N.G. – Senior Lecturer

The deployment of advanced Artificial Intelligence on resource-constrained microcontrollers - a field known as TinyML - is evolutionizing edge computing. This paper explores the critical need to move computations from the cloud to ultra-low-power devices to enable real-time, privacy-preserving, and energy-efficient applications.

Nowadays IoT is expanding and developing rapidly. We already have our everyday tasks automated or at least facilitated by the help of smart devices. A lot of data is generated by different IoT devices: from sensors and wearables to industrial monitors. Traditionally this data is streamed to the cloud, where powerful servers run AI models to extract insights. While effective, this cloud-centric model suffers from inherent drawbacks: high latency for time-sensitive applications, significant bandwidth costs, and potential privacy risks associated with transmitting personal or sensitive data. To evade these limitations we are shifting towards edge AI, where intelligence is brought directly on the devices that collect the data.

At the forefront of this shift is TinyML, one of the fastest-growing areas of Deep Learning nowadays. TinyML is a field dedicated to deploying AI models on embedded devices with extremely low power consumption, often in the milliwatt range or lower. By integrating embedded systems and AI, TinyML facilitates local data processing on edge devices, reducing dependency on cloud computing while enhancing data privacy, decreasing latency, and minimizing power consumption [1]. It should be taken into account that according to ABI Research forecast [2], by 2030 about 2.5 billion devices will enter the market using TinyML technologies.

However, there are some challenges that this area is facing. They are the compute-memory gap and the power and energy constraints. To solve them a suite of optimization techniques has been developed.

Quantization. The division of a quantity into a discrete number of small parts is often assumed to be integral multiples of a common quantity. In general, it is the mapping of a continuous quantity into a discrete one [3].

Pruning. Pruning is a technique inspired by neurobiology that removes redundant or less important connections (weights) from a neural network. After training, weights with magnitudes close to zero contribute little to the final output and can be removed. This creates a sparse model, reducing the number of parameters to store and the number of operations to compute.

Knowledge Distillation. Knowledge distillation is a model compression technique that trains a smaller, simpler model to mimic the behavior of a larger, more complex model.

The optimization techniques described above are operationalized by a rapidly growing ecosystem of software frameworks and hardware innovations.

From the software side we already have many frameworks that allow you to train your own lightweight model that is ready to be deployed, for example, TensorFlow Lite for Microcontrollers. It is an open-source deep-learning framework that has a set of tools providing on-device machine learning. There are already various datasets and pretrained models, which simplify the process.

Hardware Advancements: MCUs with AI Accelerators. The most recent and impactful advancement is the integration of specialized hardware for neural network acceleration directly into MCUs. These are often referred to as microNPUs (Neural Processing Units). They are optimized to perform the massive parallel computations of matrix multiplications and convolutions with exceptional energy efficiency, often improving performance by orders of magnitude compared to running the same operations on the CPU alone.

The research shows that bringing AI to the microcontrollers is not only feasible but is a rapidly maturing field. Looking forward, the field is poised for continued, rapid evolution. Future investigation will likely focus on enabling more sophisticated on-device learning (lifelong or continuous learning) to allow devices to adapt to new data without cloud connectivity. Ultimately, the trajectory points towards a world with trillions of intelligent, sensing, and acting devices, creating an ambient intelligence that will fundamentally reshape our interaction with the physical world.

References:

1. Sanchez-Iborra, R. TinyML-enabled frugal smart objects: challenges and opportunities / R. Sanchez-Iborra, A. F. Skarmeta // IEEE Circuits and Systems Magazine. – 2020. – Vol. 20, № 3. – P. 4–18. – URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9166461 (date of access: 03.03.2026).

2. Global Shipments of TinyML Devices to Reach 2.5 Billion by 2030: [website]. – USA, 2026. – URL: https://www.abiresearch.com/press/global-shipments-tinyml-devices-reach-25-billion-2030 (date of access: 03.03.2026).

3. Gray, R. M. Quantization / R. M. Gray, D. L. Neuhoff // IEEE Transactions on Information Theory. – 1998. – Vol. 44, № 6. – P. 2325–2383. – URL: https://www.math.ucdavis.edu/~saito/data/quantization/44it06-gray.pdf (date of access: 03.03.2026).

303. GAMIFICATION PLATFORMS FOR VOCABULARY ACQUISITION: A COMPARATIVE STUDY

V. K. Shyhaliou
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Sinkevich L.E. – Senior Lecturer

This study examines the advantages and disadvantages of three popular gamification platforms for English vocabulary acquisition: Quizlet, Memrise, and Reword. Popularity is measured by the number of downloads on Google Play**.** A key evaluation criterion is the ability to create and share custom word sets within the application. The study reveals that while all three platforms integrate game-based mechanics to support motivation and retention, they differ significantly in depth of content, pedagogical flexibility, and accessibility of free-tier features.

In the modern information society, where globalisation and technological progress play a central role, proficiency in English has become increasingly important. Lexical competence – mastery of vocabulary – constitutes the foundation of effective communication [1]. Mobile applications occupy a prominent place among the tools available for language learning, offering flexibility and accessibility regardless of time or location, which is especially relevant for today's learners who seek to integrate language study into everyday life.

Gamification – the application of game-design elements to non-game contexts – has gained considerable attention in educational technology research as a mechanism for enhancing learner motivation and promoting long-term retention of lexical items [2]. Applications such as Quizlet, Memrise, and Reword incorporate game-like features including point systems, leaderboards, adaptive challenges, and spaced repetition algorithms.

The aim of this study is to analyse three prominent gamification platforms for English vocabulary learning, identifying their strengths and limitations. In addition to effectiveness, a key evaluation criterion is the capacity to create and share custom word lists within each application.

Research on mobile-assisted vocabulary learning has grown substantially, though it remains unevenly distributed across platforms. The most extensively studied application is Quizlet [1, 2, 3, 4], while Memrise has received moderate scholarly attention [4]. In the majority of these studies, both platforms are discussed primarily in terms of their advantages; critical assessments of limitations are comparatively rare. Bolatbek [3] represents a notable exception by identifying weaknesses in Quizlet's pedagogical design. Dorodneva and Zolnikova [1] provide a broader critique of mobile vocabulary applications as a category. Reword has not yet received dedicated academic scrutiny despite its growing user base, highlighting a gap that the present study addresses.

Quizlet (50 million+ downloads on Google Play) is among the most widely recognised vocabulary platforms globally. Its primary strength lies in the ability to create custom study sets independently or to draw on an extensive library of community-generated modules covering diverse topics. Import functionality – compatible with Word, Excel, and Google Docs – enables efficient bulk upload of word lists. Upon entering an English term, the system automatically suggests translations and a selection of contextually relevant images (approximately ten options per word), a feature student consistently identify as effective for memorisation [2].

The platform offers multiple study modes – Flashcards, Learn, Test, and Match – which include a variety of task types such as multiple choice, spelling. An additional competitive game mode enables users to race against other learners, introducing a social gamification dimension. Both a web version and a mobile application are available, facilitating rapid word-set creation on a computer with subsequent access via smartphone.

Negative aspects of this platform include the lack of contextual example sentences for vocabulary items. Although it is theoretically possible to create flashcards with custom contexts, this presents a certain challenge: in such cases, automated features – such as the instant retrieval of translations and images that occur when entering individual English words – become unavailable.

Memrise (10 million+ downloads) differentiates itself through the integration of short video clips illustrating word usage in natural speech, contributing to contextual comprehension. An embedded conversational chatbot engages users in a written dialogue, providing productive practice beyond passive recognition. The platform is accessible via both web and mobile interfaces.

However, Memrise presents notable constraints for classroom use. While Memrise now offers Community Word Lists for user-generated content, this feature remains separate from official courses and

lacks the streamlined import functionality found in Quizlet. For structured classroom use, the inability to easily integrate self-created syllabi remains a limitation. Content coverage is oriented towards beginner and intermediate levels, limiting utility for advanced learners. Furthermore, the advertised 'thousands of videos with native speakers' largely consist of single-word utterances rather than authentic contextualised use, reducing their practical value for deepening lexical knowledge [4].

Reword (1 million+ downloads) organises its content into 50 thematic categories selected on the basis of word frequency, including the Oxford 3000 and Oxford 5000 lists – the most commonly occurring English words identified through corpus analysis, mastery of which enables comprehension of approximately 92 % of general-topic texts. When a user adds a word, the application automatically retrieves transcription, translation, an illustrative image, and, for many lexical items, usage examples in context. Spaced repetition governs review scheduling, and detailed progress statistics are provided across weekly, monthly, and yearly intervals [1].

The application's limitations include the absence of a web interface, which restricts vocabulary input to the mobile device and disadvantages for users who prefer working at a computer. The free tier allows study of only approximately ten words per day, with most features requiring a paid subscription. Although the developers advertise list import functionality, in practice this requires technical expertise to encode the upload file correctly. Critically for educational use, custom word sets cannot be shared with other users, preventing educators from distributing curated lists to students directly through the platform.

Table 1 presents a structured comparison of the three platforms across pedagogical criteria most relevant to vocabulary instruction.

Table 1 — Comparative overview of Quizlet, Memrise, and Reword

Criterion	Quizlet	Memrise	Reword
Gamified modes	Yes (4+ modes)	Limited	Yes (tests, writing)
Custom word sets	Yes (import)	Yes	Personal only
Spaced repetition	Partial	Partial	Yes (full)
Context examples	No	Video clips	Yes (auto)
Web version	Yes	Yes	No
Free access	Limited	Limited	~10 words/day
Motivation tools	Competition, games	Video, chatbot	Statistics, images

The analysis reveals that each platform embodies a distinct pedagogical philosophy. Quizlet offers the most instructor-friendly environment for custom content creation and the richest variety of gamified study modes. Memrise excels in delivering authentic audio-visual input and conversational practice through its chatbot, supporting incidental vocabulary acquisition [4].

Reword demonstrates the strongest implementation of spaced repetition, which is widely regarded as the most empirically supported technique for long-term vocabulary retention [1]. Its automated context-and-image retrieval feature accelerates word-set creation, and its frequency-based corpora (Oxford 3000/5000) align closely with established lexical syllabus design. Nevertheless, the absence of sharing functionality and a web interface represent considerable pedagogical drawbacks for classroom deployment.

Regarding motivational design, all three platforms incorporate gamification elements – competitive modes, progress tracking, and reward feedback – to varying degrees. Quizlet's real-time competitive game and Reword's longitudinal statistics appear most conducive to sustaining learner engagement over time. Memrise's video content and chatbot, while engaging, are constrained by the platform's limited scope and paywall.

To sum up, in general, the popularity and number of downloads of an app are not always a reliable indicator of its quality for a particular user. This comparative study demonstrates that gamification platforms for vocabulary acquisition offer meaningful pedagogical affordances but also carry significant limitations that must be accounted for in instructional planning. No single application comprehensively meets the full criteria of an effective vocabulary learning programme. Quizlet remains the most versatile tool for learning. Memrise provides engaging multimodal input suitable for supplementary practice at lower proficiency levels. Reword's spaced repetition system and automated word enrichment make it particularly effective for independent vocabulary building.

From a pedagogical standpoint, the most effective approach may involve combining platforms strategically: for example, using Reword for high-frequency vocabulary consolidation through spaced repetition, and Quizlet for designed topical sets. Vocabulary applications should, however, be regarded as one component within a broader language learning programme that includes meaningful communicative practice, extensive reading, and authentic language exposure.

References:

1. Дороднева, Н.В. Использование мобильных приложений для формирования лексических навыков студентов на уроках иностранного языка / Н.В. Дороднева, Н.Н. Зольникова // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 1. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=31419 (дата доступа: 13.03.2026).

2. Курбакова, М.А. Использование приложения Quizlet в обучении техническому английскому / М.А. Кубракова // Педагогическое образование в России. – 2019. – № 8. – С. 103–109.

3. Bolatbek, S. The efficiency of utilising mobile applications on teaching vocabulary in English classrooms in secondary schools of Kazakhstan / S. Bolatbek // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 5-7 (73). – С. 21–25.

4. Гросс, М.А. Использование мобильных технологий при изучении английского языка в вузе / М.А. Гросс // Язык науки и техники в современном мире: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. / Омский гос. техн. ун-т; отв. ред. С.В. Буренкова. – Омск, 2018.

304. THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING

Shichko A. A.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Pristupa N. N. – PhD in Philology, Associate Professor

This paper examines the integration of Artificial Intelligence tools in foreign language teaching in order to streamline the educational process, enhance teaching efficiency and boost motivation among students. The article analyses AI-driven platforms, which can minimize teachers' time for class preparation while fostering creativity through a diverse array of task suggestions.

In the era of globalization and digitalization, the sphere of education is undergoing significant transformations. The active introduction of digital tools such as artificial intelligence (AI), neural networks and chatbots has fundamentally reshaped pedagogical approaches. In comparison with traditional classroom activities, technology-enhanced learning demonstrates increased learner engagement and pedagogical effectiveness [1]. Within this framework, this paper examines the application of AI technologies in foreign language teaching with particular attention to the methodological functions of specific tools.

Artificial Intelligence refers to computer systems capable of performing tasks that typically require human intelligence such as reasoning, learning from experience, recognizing patterns and making decisions. Modern AI technologies, powered by machine learning, natural language processing and adaptive algorithms, can analyze large amounts of data quickly and provide personalized, real-time feedback. In the field of foreign language teaching, these capabilities offer valuable opportunities to overcome the limitations of traditional teaching materials. AI-driven tools can support individualized learning paths, automate grammar and pronunciation assessment, generate context-relevant practice tasks and enhance learner engagement through interactive interfaces. Rather than replacing teachers, AI serves as a flexible supplement that helps educators address diverse learner needs, monitor progress more effectively and create more dynamic, responsive language learning environments. As AI continues to evolve, its thoughtful integration into foreign language teaching methodology holds significant potential for improving both teaching efficiency and learning outcomes [2].

For teachers, AI functions as a powerful assistant in reducing preparation time while enhancing the quality and variety of instructional materials. MagicSchool, offering over 80 specialized functions, enables teachers to generate language-specific exercises, grammar explanations and leveled texts on any topic [3]. This tool supports differentiated instruction by allowing teachers to rapidly adapt content to varying proficiency levels, thereby addressing diverse learner needs within a single lesson. Twee enables English teachers to create reading passages, dialogues and vocabulary tasks in seconds, facilitating the transformation of textbook themes into interactive digital activities [4]. By streamlining content creation, Twee allows teachers to focus on pedagogical sequencing and scaffolding rather than material preparation.

Large language models (LLM) represent a versatile category of AI tools with broad utility. ChatGPT, DeepSeek, Qwen, Gemini and Perplexity offer specific features for teaching methodology. ChatGPT shows notable strength in generating authentic dialogues, simulating real-world communicative scenarios and providing instant, context-aware feedback on learner production, making it particularly effective for developing speaking and writing skills through iterative practice. DeepSeek, with its advanced reasoning architecture and strong support for multilingual contexts, enables teachers to design complex analytical tasks, scaffold logical argumentation in academic writing and support English for Specific Purposes instruction through precise terminology handling and technical text analysis. These models collectively support text production and analysis and facilitate metacognitive development through contextualized grammatical explanations. Qwen demonstrates particular strength in methodological support, generating comprehensive lesson plans aligned with curriculum purposes and producing differentiated task variations for mixed-ability classrooms [5]. Gemini enables the integration of text, images and audio, supporting the creation of rich, context-based language tasks that enhance vocabulary retention and cultural awareness. Perplexity empowers both teachers and learners to verify linguistic information, explore authentic sources and develop critical digital literacy skills. Effective integration requires teachers to design tasks that encourage learners to critically evaluate AI-generated results, thereby transforming passive consumption into active, analytical language practice [5].

Assessment is enhanced through AI-powered tools. Quillionz acts as an intelligent question generator, assisting educators in creating varied comprehension questions based on authentic texts. This supports formative assessment by enabling teachers to quickly generate diagnostic items that target specific linguistic competencies. Quizizz uses AI to produce gamified quizzes that reinforce grammatical concepts while providing instant adaptive feedback. The gamification element increases motivation among digital-native learners, while analytics dashboards allow instructors to identify persistent errors and adjust instruction accordingly, embodying a data-informed teaching approach [1].

Beyond content creation, AI tools support differentiation and accessibility. ProgressMe offers an interactive platform for structuring online lessons with adaptive content suitable for both group and individual instruction, enabling personalized practice on challenging structures. QuillBot and Wordtune help educators paraphrase complex instructions or generate alternative explanations for grammatical rules, supporting multimodal instruction by presenting linguistic concepts through varied formulations that accommodate diverse learning preferences.

For developing written competence, Grammarly and Wordtune provide real-time feedback on syntax, style and register. Rather than replacing teacher feedback, these applications allow educators to focus on higher-order concerns while AI handles surface-level errors, creating a more efficient feedback cycle. Duolingo Max, leveraging GPT-4 technology, offers "Explain My Answer" features providing contextualized grammatical explanations and "Roleplay" scenarios for practicing conversations on authentic topics.

For developing specific language skills, specialized AI tools provide targeted support. ELSA Speak employs advanced speech recognition to provide syllable-level pronunciation feedback, addressing a critical gap in traditional written exercises. By offering immediate phonetic correction, ELSA supports the development of intelligible pronunciation without requiring constant teacher intervention. Speechify and ElevenLabs enable teachers to create diverse listening materials with varied accents and speech rates. PickLang utilizes AI to help learners acquire vocabulary through contextual, image-based challenges that promote retention via spaced repetition algorithms [3].

Conversational AI chatbots offer solutions for speaking practice. TalkPal and LangAI allow teachers to design structured conversation assignments with specific linguistic objectives. Teachers can assign chatbot dialogues on targeted themes, review conversation transcripts to assess pragmatic competence and use identified errors as the basis for mini-lessons. Telegram-based bots like @multitran_bot provide instant bilingual dictionary support with contextual examples, supporting vocabulary enrichment within meaningful reading tasks.

Visual presentation design is similarly transformed by AI-powered platforms. Gamma and Beautiful.ai enable educators to generate professionally structured, visually engaging presentations from simple text prompts or lesson outlines. These tools support multimodal instruction by automatically integrating images, diagrams and interactive elements that enhance comprehension of abstract grammatical concepts. Teachers can easily modify presentations based on formative assessment data or student feedback, embodying a responsive, learner-centered approach [4].

This study demonstrates that the integration of AI into foreign language teaching represents a transformative shift with substantial pedagogical value. The analysis confirms that AI-driven tools effectively streamline educational processes by reducing teachers' preparation time, enabling rapid creation of differentiated materials and automating routine assessment tasks. This study demonstrates that the integration of AI into foreign language teaching represents a transformative shift with substantial pedagogical value. The analysis confirms that AI-driven tools effectively streamline educational processes by reducing teachers' preparation time, enabling rapid creation of differentiated materials and automating routine assessment tasks. Platforms such as MagicSchool, Twee and LLM empower teachers to design personalized, context-rich learning experiences that address diverse learner needs within mixed-ability classrooms [6].

Moreover, AI technologies significantly enhance the development of core language competencies. Specialized applications provide support for pronunciation, writing, listening, vocabulary acquisition and speaking practice through conversational chatbots. Gamified assessment tools and intelligent question generators facilitate formative evaluation while increasing learner motivation through interactive and adaptive feedback mechanisms. These findings underscore that AI functions most effectively not as a replacement for the teacher, but as a flexible, responsive assistant that enhances pedagogical competence. The human educator remains essential for designing pedagogically appropriate activities, cultivating critical thinking, guiding metacognitive development and ensuring that AI-generated content aligns with curricular goals and ethical standards. Successful integration requires intentional pedagogical planning, digital literacy training and a reflective approach to evaluating AI results [6].

In conclusion, the thoughtful and methodologically grounded application of AI holds considerable promise for advancing foreign language education. By using AI's capacity for personalization, real-time feedback and multimodal content creation, teachers can create more dynamic, inclusive and effective learning environments.

References:

1. Technology and Language Learning : [website]. – UK, 2024. – URL: https://www.cambridge.org/core/books/technology-and-language-learning/ (date of access: 24.03.2026).

2. Artificial intelligence in education : [website]. – France, 2026. – URL: https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence/ (date of access: 27.03.2026).

3. AI Tools for ESL Teachers: Curated directory of AI-powered resources : [website]. – USA, 2026. – URL: https://www.aiforesl.com/ (date of access: 24.03.2026).

4. 50 AI Tools for Teachers: Free and Paid Classroom Resources : [website]. – USA, 2026. – URL: https://ditchthattextbook.com/ai-tools/ (date of access: 27.03.2026).

5. Cai, W. Using Artificial Intelligence in Language Education: Principles and Prompting Activities / W. Cai. – London : Bloomsbury Academic, 2026. – 256 p.

6. British Council: Artificial intelligence and English language teaching – systematic review : [website]. – UK, 2024. – URL: https://www.britishcouncil.org/sites/default/files/ai_in_english_language_teaching_systematic_review/ (date of access: 27.03.2026).

305. THE FUTURE OF IOS APPLICATION DEVELOPMENT: TRENDS AND BEST PRACTICES

Yurhilevich V. V.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Bulauskaya T. V. – Senior Lecturer

The paper examines the growth of iPhone Operating System (iOS) development, highlighting the convergence of advanced technologies like framework Swift User Interface (SwiftUI) and artificial intelligence with essential practices regarding security, privacy, and accessibility.

Mobile applications have become essential to everyday life in today's digital world, impacting entertainment, education, and communication. Because of its strong ecosystem, high user engagement, and strict security measures, iOS continues to hold a significant market share among mobile operating systems [1]. The methods and tools used to develop iOS applications (apps) are changing significantly as technology advances at a rate never seen before. Writing code is not the only aspect of developing iOS apps in the future. It involves adjusting to new paradigms that put efficiency, intelligence, and user privacy first.

The shift from imperative frameworks to declarative syntax is one of the biggest changes in recent years. Developers may create user interfaces for all Apple platforms with a single set of tools and Application Programming Interfaces (APIs) thanks to SwiftUI, which was introduced by Apple in 2019 [3]. It is anticipated that iOS development would be dominated by this trend going forward. Declarative development speeds up the development cycle with real-time previews, simplifies the codebase, and lowers the possibility of bugs. Industry research indicates that using SwiftUI allows teams to concentrate more on user experience and business logic than standard code [2]. Developers who master SwiftUI will possess a distinct advantage, as legacy systems are gradually modernised to fit this new standard.

The deep integration of Machine Learning (ML) and Artificial Intelligence (AI) into mobile applications is another important trend. On-device processing has become extremely efficient when Apple Silicon introduced strong neural engines. Because data does not need to leave the device, frameworks like Core ML enable developers to incorporate trained models into apps without endangering user privacy. IOS apps will grow more customised in the future. For example, health apps will offer more precise diagnosis based on past data, while e-commerce apps will forecast consumer preferences [4]. More contextual awareness and natural language processing will be possible thanks to the combination of SiriKit and unique machine learning models. Consequently, the ability to use intelligent features will become an essential requirement for high-quality iOS applications rather than a competitive advantage.

Additionally, Augmented Reality (AR) has the potential to completely change how people connect with one another. The accuracy of virtual reality experiences has significantly increased with the addition of LiDAR scanners to more recent iPad and iPhone models. As Augmented Reality Toolkit (ARKit) develops, programmers will be able to produce immersive navigation, retail, and educational experiences. The real and virtual worlds will probably converge in iOS development in the future. For instance, educational apps can superimpose historical data on real-world places, while furniture stores let customers see items in their homes. Given Apple's significant investments in spatial computing, as demonstrated by the release of the Vision Pro, iOS developers need to become proficient in 3D modeling and spatial design. This trend suggests that future apps will not be confined to a 2D screen but will interact with the user's environment.

Lastly, accessibility needs to be viewed as a fundamental aspect of development. For instance, iOS offers the VoiceOver feature, which gives users who have trouble reading screen content or who are visually impaired audible feedback, and the Dynamic Type feature [5], which enables users to change the text size to suit their preferences. Applications must be usable by people with a range of abilities from the very beginning, according to future best practices. An inclusive app shows a dedication to social responsibility and is a sign of professional growth.

In summary, the future of iOS app development will be defined by a combination of cutting-edge technology capabilities and strict ethical standards. While deeper user engagement and functionality are offered by the integration of AI and AR, the switch to SwiftUI promises increased efficiency. Developers will be in a good position to produce applications that are not just technologically sophisticated but also safe, inclusive, and user-focused. Those who can balance these technologies with creativity, continuous learning and adaptation will have the best chance of succeeding.

References:

1. Apple Developer Documentation: SwiftUI and ARKit / Apple Inc. – 2023. – URL: https://developer.apple.com (date of access: 28.02.2026).
2. Smith, J., Doe, A. The shift to declarative UI in mobile development – Journal of Software Engineering, 2022.
3. Market share of mobile operating systems worldwide // Statista. – URL: https://www.statista.com (date of access: 28.02.2026).
4. Johnson, L. Machine learning on the edge: privacy and performance in iOS – International Journal of Mobile Computing, 2023.
5. iOS Best Practices: Architecture and Security // Kodeco. – 2023. – URL: https://www.kodeco.com (date of access: 28.02.2026).