

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 мимолетный 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 (Великобритания)	Использование цифровых двойников складов и технологии «Production Replay» для симуляции предыдущего дня и анализа 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-potrebitелей-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).