

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 519.254

КУПРЕЙЧИК
Александра Сергеевна

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ДАННЫХ НА
ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ
ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА**

Автореферат
на соискание степени магистра
по специальности 7-06-0611-07 Бизнес-аналитика и цифровой маркетинг

Научный руководитель
канд.техн.наук, доцент кафедры ЭИ
КОМЛИЧЕНКО Виталий Николаевич

Минск 2025

ВВЕДЕНИЕ

Современный цифровой маркетинг характеризуется экспоненциальным ростом объемов данных о потребителях, генерируемых через веб-сайты, социальные сети, мобильные приложения и другие цифровые каналы. Успех маркетинговых кампаний все больше зависит от способности компаний эффективно анализировать эти данные для выявления закономерностей, прогнозирования поведения потребителей и, как следствие, предоставления персонализированного опыта. Традиционные методы анализа данных часто оказываются недостаточными для обработки и интерпретации таких больших и сложных наборов данных. В последние годы наблюдается значительный прогресс в области искусственного интеллекта, особенно в развитии нейронных сетей. Нейронные сети демонстрируют высокую эффективность в задачах распознавания образов, классификации, прогнозирования и обработки естественного языка, что делает их перспективным инструментом для анализа данных в цифровом маркетинге. Несмотря на это, создание и применение интеллектуальных систем анализа данных на основе нейронных сетей, адаптированных к специфике задач персонализации в цифровом маркетинге, остается актуальной и востребованной задачей.

Цель магистерской диссертации заключается в разработке интеллектуальной системы анализа данных на основе нейронных сетей, обеспечивающей совершенствование стратегии персонализации цифрового маркетинга посредством выявления скрытых закономерностей в данных о потребителях и прогнозирования их поведения.

В основу проектирования интеллектуальной системы положены следующие принципы:

1. Система строится из функционально независимых модулей, обеспечивающих гибкость и возможность расширения.
2. Используемые нейронные сети адаптируются к специфике данных и задачам персонализации, используя методы обучения с учителем, без учителя и с подкреплением.
3. Система спроектирована с учетом возможности обработки больших объемов данных и параллельного выполнения задач.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение современных методов анализа данных и персонализации в цифровом маркетинге.
2. Разработка модели и средств реализации интеллектуальной системы анализа данных на основе нейронных сетей.
3. Разработка рекомендаций по применению интеллектуальной системы

в сфере цифрового маркетинга.

Решение указанных задач позволит создать эффективную интеллектуальную систему анализа данных на основе нейронных сетей, способную повысить результативность цифрового маркетинга за счет предоставления персонализированного опыта потребителям.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами

Тема диссертационной работы соответствует пункту 1 приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2021–2025 гг., утвержденных Указом Президента Республики Беларусь №156 от 7 мая 2020 г. «*Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства*». Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Цель и задачи исследования

Цель магистерской диссертации заключается в разработке интеллектуальной системы анализа данных на основе нейронных сетей, обеспечивающей совершенствование стратегии персонализации цифрового маркетинга посредством выявления скрытых закономерностей в данных о потребителях и прогнозирования их поведения.

Для достижения поставленной цели в диссертации решены следующие задачи:

1 Изучение современных методов анализа данных и персонализации в цифровом маркетинге.

2 Разработка модели и средств реализации интеллектуальной системы анализа данных на основе нейронных сетей.

3 Разработка рекомендаций по применению интеллектуальной системы в сфере цифрового маркетинга.

Личный вклад соискателя ученой степени

Содержание диссертации отображает личный вклад автора. Он заключается в научном обосновании алгоритмов (методов, программных средств и т.д.) анализа данных на основе нейронных сетей для персонализации цифрового маркетинга, постановке и проведении экспериментов по исследованию характеристик, оценке эффективности разработанных алгоритмов, обработке и анализе полученных результатов, формулировке выводов.

Определение целей и задач исследований, интерпретация и обобщение полученных результатов проводились совместно с научным руководителем кандидатом технических наук, доцентом В.Н. Комличенко.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: 60-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск; международной научной конференции «Информационные технологии и системы 2024 (ИТС 2024) = Information Technologies and Systems 2024 (ITS 2024)», Минск; международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и тенденции развития современной экономики», Самара; международной научно-методической конференции «Инженерное образование в цифровом обществе», Минск; международной научно-практической конференции «Социально-гуманитарные вопросы общественного развития: проблемы и перспективы», Чебоксары; международной молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и творчество: вклад молодежи», г. Махачкала.

Опубликование результатов диссертации

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликовано 8 печатных работ, в том числе: 1 статья в научных журналах, рекомендованных ВАК, общим объемом 0,5 авторских листа; 1 статья в зарубежном научном рецензируемом журнале; 6 статей и тезисов в сборниках и материалах конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка, двух приложений.

Общий объем диссертационной работы составляет 64 страницы, из них 32 страницы текста, 22 рисунка на 8 страницах, 1 таблица на 1 страницах, список использованных библиографических источников (43 наименования на 3 страницах), список публикаций автора по теме диссертации (8 наименование на 2 страницах), 3 приложений на 14 страницах, графический материал на 4 страницах.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработана модель интеллектуальной системы анализа данных на основе нейронных сетей для персонализации цифрового маркетинга. Модель включает в себя гибридную архитектуру, сочетающую LSTM и MLP, для эффективной обработки как динамических, так и статических данных. Модель позволяет выявлять скрытые закономерности в данных о потребителях и прогнозировать их поведение.

2. Предложен и реализован комплекс алгоритмов и методов для предобработки, анализа и интерпретации данных в разработанной системе, включая алгоритмы кластеризации (K-Means, DBSCAN), регрессионного анализа (Random Forest, Logistic Regression), а также методы обработки естественного языка (NLP) для анализа текстовых данных.

3. Разработаны практические рекомендации по применению системы в сфере цифрового маркетинга, обеспечивающие совершенствование стратегии персонализации и оптимизацию маркетинговых кампаний. Рекомендации включают стратегии по персонализации контента, оптимизации рекламных кампаний в реальном времени, прогнозированию оттока клиентов и анализу настроений в социальных сетях.

Проверка на уникальность

Проведена экспертиза диссертации *Купрейчик Александры Сергеевны «Интеллектуальная система анализа данных на основе нейронных сетей для персонализации цифрового маркетинга»* на корректность использования заимствованных материалов с применением сетевого ресурса «Антиплагиат» (адрес доступа: <https://antiplagiat.ru>) в on-line режиме 17.06.2025 г. В результате проверки установлена корректность использования заимствованных материалов (оригинальность диссертационной работы составляет 87,06 %).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации в связи с экспоненциальным ростом объемов данных о потребителях в цифровом маркетинге и необходимостью применения эффективных методов анализа для персонализации маркетинговых коммуникаций. Сформулированы цель и задачи исследования, а также принципы проектирования интеллектуальной системы.

В общей характеристике работы показана связь работы с приоритетными направлениями научных исследований, цель и задачи исследования, личный вклад соискателя ученой степени, апробация результатов диссертации.

В первой главе «Изучение современных методов анализа данных и персонализации в цифровом маркетинге», проведен обзор существующих

методов анализа данных (сегментация аудитории, анализ эффективности рекламных кампаний, прогнозная аналитика, атрибуция, анализ пользовательского поведения), а также инструментов и платформ для анализа данных (Google Analytics, Яндекс.Метрика, системы сквозной аналитики). Рассмотрены и классифицированы методы персонализации контента (сегментация аудитории, динамический контент, рекомендательные системы, персонализированные лендинги, email-рассылки, персонализация на основе контекста) и маркетинговых коммуникаций (персонализированные рекламные кампании, push-уведомления, чат-боты). Проведена оценка современных тенденций в использовании методов анализа данных и персонализации, включая использование Big Data, машинного обучения, NLP, компьютерного зрения и интеграцию данных из различных источников.

Во второй главе «Разработка модели и средств реализации интеллектуальной системы анализа данных на основе нейронных сетей», обоснована важность данных для повышения эффективности цифрового маркетинга. Проведен обзор методов машинного обучения (геометрические, вероятностные, логические, ансамблевые) и рассмотрены вопросы выбора технологий для прогнозирования (язык Python, библиотеки NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, Seaborn, TensorFlow, PyTorch, Statsmodels, Yfinance, Requests, Beautiful Soup). Представлена разработка модели интеллектуальной системы на основе различных архитектур нейронных сетей (MLP, CNN, RNN, LSTM, Transformer) и предложена гибридная архитектура, сочетающая LSTM и MLP. Описаны этапы предварительной обработки данных (сбор, очистка, нормализация, разметка), процесс обучения модели (обратное распространение ошибки, функции потерь, оптимизатор Adam) и методы предотвращения переобучения (ранняя остановка, регуляризация, выпадение). Приведены метрики оценки эффективности модели (точность, полнота, F1-мера, AUC-ROC, кривая обучения).

В третьей главе «Разработка рекомендаций по применению интеллектуальной системы в сфере цифрового маркетинга», сформулированы рекомендации для использования интеллектуальной системы в различных задачах цифрового маркетинга, включая генерацию персонализированного контента, автоматическую корректировку рекламных кампаний, прогнозирование будущих покупок, анализ тональности социальных сетей и проведение RFM-анализа. Представлен анализ перспектив и потенциала использования интеллектуальной системы в сфере цифрового маркетинга, включая усиление персонализации, новые возможности для аналитики, развитие интерактивных кампаний и эффективное управление бюджетом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования была разработана интеллектуальная система анализа данных на основе нейронных сетей для персонализации цифрового маркетинга.

Также были изучены современные подходы к персонализации в цифровом маркетинге, что позволило выявить основные тенденции и ограничения существующих методов и инструментов. Исследованы алгоритмы нейронных сетей, их структуры и механизмы работы, что подтвердило их эффективность в обработке больших объемов данных и выявлении скрытых закономерностей.

Сформулированы критерии оценки эффективности систем персонализации, включая повышение точности рекомендаций, увеличение вовлеченности пользователей, рост финансовых показателей и улучшение клиентской удовлетворенности. Показано, что использование нейронных сетей позволяет существенно повысить качество персонализированных предложений по сравнению с традиционными методами.

В ходе работы был проведен анализ существующих методов и инструментов анализа данных в цифровом маркетинге, выявлены их ограничения в контексте персонализации и обоснована необходимость разработки интеллектуальной системы на основе нейронных сетей. Предложена архитектура интеллектуальной системы, учитывающая специфику данных цифрового маркетинга и требования к персонализации, а также разработаны алгоритмы обучения и адаптации нейронных сетей, обеспечивающие высокую точность прогнозирования и персонализации. Особое внимание было уделено разработке методов интерпретации результатов анализа нейронной сети, что позволило повысить прозрачность и объяснимость принимаемых маркетинговых решений.

Разработана система, способная обрабатывать данные в реальном времени, что обеспечило возможность динамической настройки маркетинговых кампаний в зависимости от предпочтений целевой аудитории. Предложена архитектура системы, включающая этапы сбора, обработки и анализа данных, а также интеграции с существующими инструментами интернет-маркетинга.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в иностранных научных журналах

1–А В Н. Комличенко, В А. Федосенко, А С. Купрейчик Сравнительный анализ различных архитектур нейронных сетей для задач регрессии //

Экономика и качество систем связи. 2025. №35. URL:
<https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-razlichnyh-arhitektur-neyronnyh-setey-dlya-zadach-regressii>.

2–А Купрейчик, А. С. Оптимизация управления данными для повышения эффективности цифрового маркетинга / А. С. Купрейчик // Cifra. Информационные технологии и телекоммуникации. – 2024. – № 4(4). – DOI 10.60797/itech.2024.4.4.

Статьи в сборниках трудов конференций, съездов, симпозиумов

1–А Kupreichyk, A. S. The role of neural networks in data mining / A. S. Kupreichyk // Актуальные вопросы экономики и информационных технологий : сборник тезисов и статей докладов 60-ой юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 22–26 апреля 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2024. – С. 768–770.

2–А Купрейчик, А. С. Методы и средства цифрового маркетинга для формирования и поддержки целевой мотивации обучающихся в образовательных процессах = Methods and tools of digital marketing for forming and supporting target motivation of students in educational processes / А. С. Купрейчик, В. Н. Комличенко, Л. А. Снопок // Инженерное образование в цифровом обществе : материалы Международной научно-методической конференции, Минск, 14 марта 2024 г. : в 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Е. Н. Шнейдеров [и др.]. – Минск, 2024. – С. 138–141.

3–А Снопок, Л. А. Адаптивное online-образование: инновационные подходы к развитию образовательных услуг = Adaptive online education: innovative approaches to the development of educational services / Л. А. Снопок, А. С. Купрейчик, В. Н. Комличенко // Инженерное образование в цифровом обществе : материалы Международной научно-методической конференции, Минск, 14 марта 2024 г. : в 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Е. Н. Шнейдеров [и др.]. – Минск, 2024. – С. 160–162.

4–А Купрейчик, А. С. Обзор методов персонализации контента и маркетинговых коммуникаций / А. С. Купрейчик, В. Н. Комличенко // Социально-гуманитарные вопросы общественного развития: проблемы и перспективы : Сборник научных статей Международной научно-практической конференции Чебоксары, 24–25 октября 2024 года. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2024. – С. 235-243.

5–А Купрейчик, А. С. Цифровая трансформация в маркетинге: нейронные сети как инструмент персонализации / А. С. Купрейчик, В. Н. Комличенко // Актуальные проблемы и тенденции современной экономики : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Самара, 28–29 октября 2024 года. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2024. – С. 480-484.

Тезисы докладов конференций, съездов, симпозиумов

1–А. Купрейчик, А. С. Применение методов обработки естественного языка для персонализированного контент-маркетинга / А. С. Купрейчик, В. Н. Комличенко // Информационные технологии и системы 2024 (ИТС 2024) = Information Technologies and Systems 2024 (ITS 2024) : материалы международной научной конференции, Минск, 20 ноября 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2024. – С. 217–218.

2–А. Купрейчик, А. С. Исследование эффективности различных архитектур нейронных сетей для предсказания поведения пользователей на основе исторических данных / А. С. Купрейчик, В. Н. Комличенко // Наука и творчество: вклад молодежи: материалы международной молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-20 ноября 2024 г. – Махачкала: Формат, 2024. – С. 63-65.