

УДК 004.942

DOI: [10.26102/2310-6018/2026.52.1.012](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2026.52.1.012)

Модель многокритериальной оптимизации процессов омниканального маркетинга

Л.К. Мовсисян¹, Т.Е. Смоленцева¹, Л.К. Мовсисян²

¹МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация

²Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Резюме. В исследовании представлены подходы к многокритериальной оптимизации в информационных процессах на примере омниканального маркетинга. Цель статьи – создание и формализация модели многокритериальной оптимизации информационных процессов для управления ресурсами маркетинговых кампаний в условиях омниканального продвижения. Рассмотрены методы интеграции различных каналов продвижения для обеспечения согласованного клиентского опыта и улучшения показателей эффективности маркетинговых кампаний. Разработана концептуальная модель, учитывающая множество кампаний, каналов, этапов клиентского пути и ключевых показателей эффективности (KPI). Анализируется влияние синергетических эффектов и ресурсных ограничений на стратегическое планирование. Представлены результаты построения математической модели, позволяющей повысить маркетинговый эффект и снизить финансовые затраты. Описывается структура математической модели многокритериальной оптимизации. Рассматривается представление маркетинговой кампании в контексте математической модели. Рассматривается диаграмма взаимодействия рассматриваемых подмножеств. Полученные результаты в рамках оценки эффективности модели в реальных условиях демонстрируют перспективы повышения рентабельности маркетинговых стратегий с учетом текущих ограничений. Приводится описание прикладного контекста, ключевых метрик и методов оценки. Предложены рекомендации по внедрению модели в деятельность предприятий для оптимизации информационных процессов управления омниканальными кампаниями. Представлены перспективы применения полученных результатов в дальнейших исследованиях, в рамках которых описанная математическая модель многокритериальной оптимизации наряду с методом обработки и аннотирования маркетинговой информации послужат основой функционирования автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений в области омниканального маркетинга.

Ключевые слова: модель оптимизации информационных процессов, цифровой маркетинг, омниканальный подход, информационная система, СППР, большие данные, искусственный интеллект, KPI.

Для цитирования: Мовсисян Л.К., Смоленцева Т.Е., Мовсисян Л.К. Модель многокритериальной оптимизации процессов омниканального маркетинга. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2026;14(1). URL: <https://moitvivt.ru/ru/journal/pdf?id=2022> DOI: 10.26102/2310-6018/2026.52.1.012

A model for multicriteria optimisation of omnichannel marketing processes

L.K. Movsisyan¹, T.E. Smolentseva¹, L.K. Movsisyan²

¹MIREA – Russian Technological University, Moscow, the Russian Federation

²Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Moscow, the Russian Federation

Abstract. The study presents approaches to multicriteria optimization in information processes using the example of omnichannel marketing. The purpose of the article is to create and formalize a model of multicriteria optimization of information processes for managing marketing campaign resources in the context of omnichannel promotion. The methods of integrating various promotion channels to ensure a consistent customer experience and improve the effectiveness of marketing campaigns are considered. A conceptual model has been developed that takes into account a variety of campaigns, channels, stages of the customer journey and key performance indicators (KPIs). The influence of synergistic effects and resource constraints on strategic planning is analyzed. The results of constructing a mathematical model that allows to increase the marketing effect and reduce financial costs are presented. The structure of the mathematical model of multicriteria optimization is described. The presentation of a marketing campaign in the context of a mathematical model is considered. A diagram of the interaction of the considered subsets is considered. The results obtained in assessing the effectiveness of the model in real conditions demonstrate the prospects for increasing the profitability of marketing strategies, taking into account current constraints. The application context, key metrics, and evaluation methods are described. Recommendations on the implementation of the model in the activities of enterprises for optimizing information management processes of omnichannel campaigns are proposed. The prospects of applying the results obtained in further research are presented, in which the described mathematical model of multicriteria optimization, along with the method of processing and annotating marketing information, will serve as the basis for the functioning of an automated decision support information system in the field of omnichannel marketing.

Keywords: optimization model of information processes, digital marketing, omnichannel approach, information system, MCDM, big data, artificial intelligence, KPI.

For citation: Movsisian L.K., Smolentseva T.E., Movsisian L.K. A model for multicriteria optimisation of omnichannel marketing processes. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2026;14(1). (In Russ.). URL: <https://moitvivt.ru/ru/journal/pdf?id=2022> DOI: 10.26102/2310-6018/2026.52.1.012

Введение

В условиях современного развития торговых отношений продвижение товаров и услуг становится ключевым элементом для укрепления позиций компании на рынке и повышения ее узнаваемости. Сегодня организации активно применяют разнообразные инструменты, включая поисковую оптимизацию, таргетированную рекламу и социальные сети. Подобные инструменты не только способствуют увеличению объема продаж, но и формируют восприятие бренда у потребителей. Однако важно отметить, что с развитием информационных технологий, особенно в сфере искусственного интеллекта, традиционные подходы эволюционируют, адаптируясь к новым рыночным условиям [1, 2].

Повышение доступности маркетинговых данных, развитие электронных платежных систем и активное использование Big Data для оценки эффективности маркетинговых стратегий подчеркивают возрастающую значимость прикладных аналитических решений, которые, в свою очередь, позволяют совершенствовать бизнес-процессы анализа и управления, с помощью эффективного распределения наиболее ограниченных ресурсов маркетинговых кампаний. Современные подходы требуют не только учета множества факторов, таких как стоимость перехода охват, конверсия и степень вовлеченности клиента, но и построения гибкой и адаптивной информационной системы, в основе которой заложены подходы многокритериальной оптимизации информационных процессов [3, 4].

Одним из наиболее актуальных вызовов является необходимость рационального распределения ресурсов в условиях использования множества каналов продвижения, что требует сложных оптимизационных решений. С развитием искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения эти процессы становятся все более

автоматизированными и точными. Важно подчеркнуть, что успешная интеграция таких инструментов в стратегическом управлении требует создания новых моделей и инструментов, что подчеркивает актуальность данного исследования [5].

Кроме того, в современных научных исследованиях не раскрыты в достаточной степени вопросы разработки комплексной концептуальной модели многокритериальной оптимизации информационных процессов в области цифрового маркетинга, которая бы объединяла возможности текущих инструментов из области MCDM (Multi Criteria Decision Making) с принципами омниканального маркетинга [6, 7]. На сегодняшний день большинство моделей сосредоточены на одном канале или ограничиваются базовыми алгоритмами оптимизации, что не позволяет эффективно учитывать взаимодействие множества каналов в рамках омниканальных стратегий¹ [8].

Целью данного исследования является создание и формализация модели многокритериальной оптимизации информационных процессов для управления ресурсами маркетинговых кампаний в условиях омниканального продвижения. Для достижения этой цели будут рассмотрены следующие задачи:

1. Разработка концептуальной модели многокритериальной оптимизации, учитывающей взаимодействие различных маркетинговых каналов и критерии.
2. Определение математического обеспечения модели, включая основные ее функции.
3. Оценка эффективности предложенной модели в реальных условиях.
4. Разработка рекомендаций по внедрению предложенной модели в практическую деятельность организаций, а именно в обеспечивающие информационные процессы.

Данное исследование направлено на восполнение пробела в существующих подходах к оптимизации информационных процессов в области маркетинга, предложив новую интегрированную модель, которая будет полезна как с теоретической точки зрения, так и с практической. Применение предложенной модели позволит значительно повысить эффективность маркетинговых кампаний, улучшить использование ресурсов и повысить отдачу от различных наборов каналов продвижения, что особенно важно для современных организаций в условиях цифровой трансформации.

Материалы и методы

В процессе анализа научной литературы для осуществления данного исследования были использованы методы функционального анализа, логико-лингвистического моделирования, а также методологии структурного анализа в области управления организационными системами. Важным элементом является также применение подходов многокритериальной оптимизации информационных процессов, что позволяет учитывать различные параметры, влияющие на эффективность маркетинговых кампаний в условиях омниканальности. Исходя из этого, работа опирается на исследования в областях теоретического и практического применения технологий искусственного интеллекта, машинного обучения, анализа больших данных, а также многокритериальная поддержка принятия решений (MCDM) в контексте оптимизации информационных процессов в области маркетинга [9].

Для проведения исследования использовались базы данных Scopus, Web of Science, ScienceDirect, а также открытые научные источники. В рамках обзора литературы рассматривались публикации, которые вносят значительный вклад в развитие методов оптимизации в маркетинге, особенно в условиях многоканальности и

¹ Lewnes A., Keller K.L. 10 Principles of Modern Marketing. MIT Sloan Management Review. URL: <https://sloanreview.mit.edu/article/10-principles-of-modern-marketing/> (дата обращения: 16.06.2025).

с использованием технологий искусственного интеллекта. В результате анализа были выбраны работы, отражающие новейшие подходы и предоставляемые теоретическую и практическую основу для разработки предложенной модели² [10].

Методология исследования была апробирована авторами в предыдущей работе «Application of Intelligent Decision Making Support Model in the Processes of Omnichannel Marketing» и включает два основных этапа [9]. На первом этапе был проведен обзор существующих моделей многофункциональной оптимизации в маркетинге и других областях, что позволило сформировать семантическое ядро и выбрать подходы, которые будут использованы для разработки модели.

Второй этап включает анализ объекта исследования – организационных систем, использующих омниканальные маркетинговые стратегии. На данном этапе осуществляется анализ структуры и процессов управления маркетингом, а также исследование уровня автоматизации с использованием ИТ-инфраструктуры, что позволяет понять, какие ресурсы и данные доступны для оптимизации маркетинговых кампаний. Также важно отметить, что в рамках исследования применяются методы математического моделирования, которые лежат в основе многофункциональной оптимизации, для формализации предложенной модели.

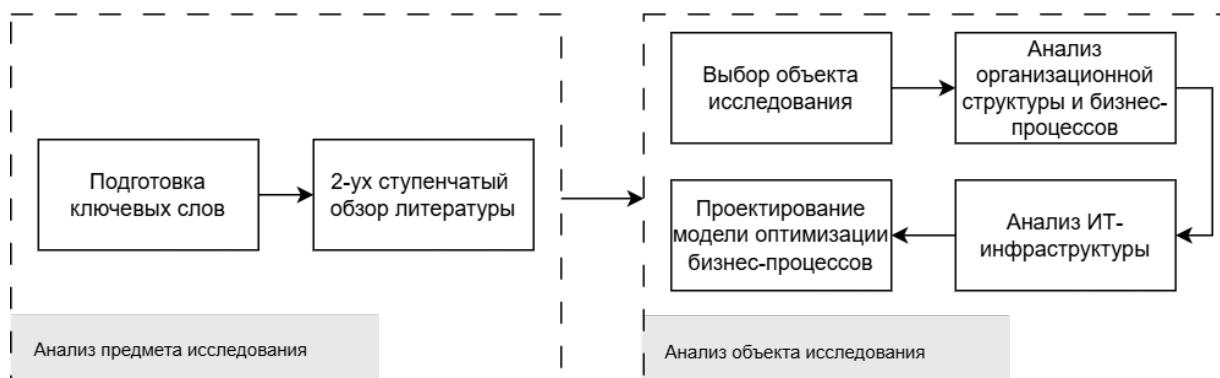


Рисунок 1 – Методология исследования
Figure 1 – Methodology of the current research

Вся методология исследования отображена на Рисунке 1, где процесс разделен на два ключевых этапа: анализ теоретической и эмпирической базы и построение концептуальной модели многофункциональной оптимизации для информационных процессов в области омниканального маркетинга.

В ходе создания математической модели многофункциональной оптимизации информационных процессов в области маркетинга авторы опирались на механизмы решения оптимизационных задач, описанные в издании «Теория управления организационными системами» Новикова Д.А. [11], а также на результаты, полученные в работе «Применение финансового механизма в системе поддержки принятия решений в организации для омниканального продвижения товаров и услуг». В последней авторы предлагают решение задачи максимизации функции «затраты-эффект» с использованием метода динамического программирования [12].

² Maslej N., Fattorini L., Brynjolfsson E., et al. Artificial Intelligence Index Report 2023. arXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2310.03715> (дата обращения: 16.06.2025).

Концептуальная модель многокритериальной оптимизации информационных процессов в области маркетинга. В связи с развитием электронной коммерции в начале предыдущей декады была представлена концепция омниканального маркетинга. Данный подход ориентирован на клиента, при котором все каналы продвижения интегрированы таким образом, что потребитель получает единый и последовательный опыт, будь то в физическом магазине, через мобильное приложение или на веб-сайте. Омниканальность не только улучшает взаимодействие с клиентом, но и открывает новые возможности для более эффективного использования маркетинговых ресурсов [2, 13].

Ключевым моментом в омниканальном маркетинге является способность формирования инсайтов, которые позволяют строить полноценную картину потребностей и поведения клиента. Подобные наблюдения имеют решающее значение для создания персонализированных и эффективных маркетинговых кампаний. Важно отметить, что ориентация на клиента и омниканальный маркетинг взаимосвязаны: с появлением стратегий CRM компании начали отходить от исключительной ориентации на продукт и стали уделять больше внимания потребностям и проблемам потребителей. Данное изменение влечет за собой неизбежное переосмысления традиционных методов маркетинга и создания интегрированных систем, обеспечивающих скоординированное взаимодействие всех каналов коммуникации [14, 15].

Современные цифровые технологии и аналитика больших данных позволяют создавать интегрированные системы, в которых каждый канал вносит свой вклад в общий результат [16]. В частности, важными элементами омниканальных стратегий являются онлайн-каналы, такие как контекстная реклама, социальные сети, SEO, электронный маркетинг, а также традиционные офлайн-методы (телевидение, наружная реклама и радио). Все подобные каналы работают синхронно, усиливая друг друга и обеспечивая комплексный подход к привлечению и удержанию клиентов [17, 18].

Эффективность таких стратегий требует точного измерения результатов через различные ключевые показатели (KPI). К их числу относятся:

- 1) ROI (Return on Investment) – рентабельность маркетинговых вложений;
- 2) CPC (Cost Per Click) и CPA (Cost Per Action) – стоимость привлечения пользователей;
- 3) CTR (Click-Through Rate) – эффективность рекламных материалов;
- 4) LTV (Lifetime Value) – долгосрочная прибыль от клиента и т. д.

Кроме того, для более качественного анализа взаимодействия каналов используются аналитические системы, которые позволяют отслеживать поведение клиентов в разных точках взаимодействия и корректировать аспекты продвижения в режиме реального времени.

Для эффективной многокритериальной оптимизации информационных процессов в омниканальных кампаниях важно учитывать как экономическую, так и качественную характеристику каждого канала. Показатели могут быть сгруппированы следующим образом:

1. Экономическая эффективность: ROI, CPA, LTV.
2. Качество взаимодействия с аудиторией: уровень вовлеченности, конверсии, количество повторных покупок.
3. Согласованность каналов: процент клиентов, использующих несколько каналов, наличие единой структуры сообщений.
4. Узнаваемость и охват бренда: количество показов, прирост аудитории.
5. Гибкость и управляемость: скорость реакции на изменения потребностей, эффективность аналитики.

Таким образом, в контексте многокритериальной оптимизации информационных процессов в области маркетинга, цель состоит в том, чтобы взаимодействующие каналы максимально эффективно использовали ресурсы, создавая интегрированную стратегию, которая повышает как результативность маркетинговых кампаний, так и лояльность клиентов.

A. Структура модели

Одной из ключевых задач многокритериальной оптимизации информационных процессов омниканального маркетинга является эффективный выбор каналов продвижения, который позволит максимально эффективно распределять маркетинговые ресурсы с учетом множества критериев. Вопрос оптимизации каналов продвижения имеет важное значение для многоканальных стратегий, поскольку позволяет организациям достичь наибольшего охвата и повысить конверсии.

Для построения математической модели выбора каналов продвижения необходимо учитывать несколько аспектов, которые могут варьироваться в зависимости от типа кампании, доступности ресурсов и других факторов. Исследования в области маркетинга и искусственного интеллекта подтверждают, что выбор оптимальных каналов продвижения должен основываться на ряде критериев, обеспечивающих комплексный подход к оптимизации.

Важно отметить, что в рамках предлагаемой концептуальной модели каналы продвижения не образуют линейной последовательности и могут использоваться параллельно в рамках одной маркетинговой кампании. При этом их вклад в общий маркетинговый эффект различается в зависимости от этапов клиентского пути, которые отражают логику формирования клиентского опыта. На каждом этапе может быть задействовано несколько каналов, их влияние и эффективность оцениваются с учетом специфики соответствующего этапа. Такой подход позволяет учитывать параллельное использование каналов и их дифференцированное влияние в рамках единой омниканальной стратегии.

Многокритериальная модель оптимизации информационных процессов выбора каналов продвижения будет включать в себя следующие ключевые компоненты.

Множество каналов продвижения. Омниканальная система включает в себя различные каналы, каждый из которых имеет уникальные характеристики и параметры, такие как стоимость привлечения клиента, эффективность взаимодействия, потенциальный охват и уровень вовлеченности.

Множество критериев оценки эффективности. Для оптимизации процесса выбора канала необходимо учитывать несколько важных групп критериев, таких как:

- 1) стоимость канала (Cost) – затраты на рекламу, поддержку и обслуживание;
- 2) конверсия (Conversion) – эффективность канала в привлечении покупателей и реализации продаж;
- 3) вовлеченность (Engagement) – уровень взаимодействия клиентов с брендом, их активность;
- 4) охват (Reach) – количество пользователей, которые могут быть охвачены информацией о товаре или услуге через этот канал.

Ресурсные ограничения. На выбор канала также влияют различные ограничения, такие как ограниченный бюджет на маркетинг, доступность человеческих и технологических ресурсов.

Множество возможных решений. Модель должна предусматривать формирование множества альтернативных решений, которые представляют собой определенный набор каналов, наиболее подходящих для реализации маркетинговой кампании или стратегии.

Структура модели многокритериальной оптимизации процесса выбора канала продвижения товаров и услуг будет включать все вышеперечисленные компоненты в качестве требований к каналам продвижения. Важно, чтобы модель не только учитывала разные каналы и критерии, но и обеспечивала возможность выбора оптимального набора каналов с учётом существующих ограничений.

На Рисунке 2 представлена концептуальная модель многокритериального принятия решений (MCDM). Эта модель основана на анализе процессов предоставления маркетинговых услуг в типичном интернет-маркетинговом агентстве. Выбор наиболее подходящего канала продвижения осуществляется с учетом требований к новой маркетинговой кампании, таких как временные ограничения, бюджет, желаемые результаты, цели кампании и предпочтения в выборе рекламных носителей.

B. Представление маркетинговой кампании в контексте модели

Таким образом, модель многокритериальной оптимизации информационных процессов в области маркетинга должна содержать набор кампаний, набор категорий продвижения и набор каналов продвижения. На Рисунке 2 показана структура модели MCDM.

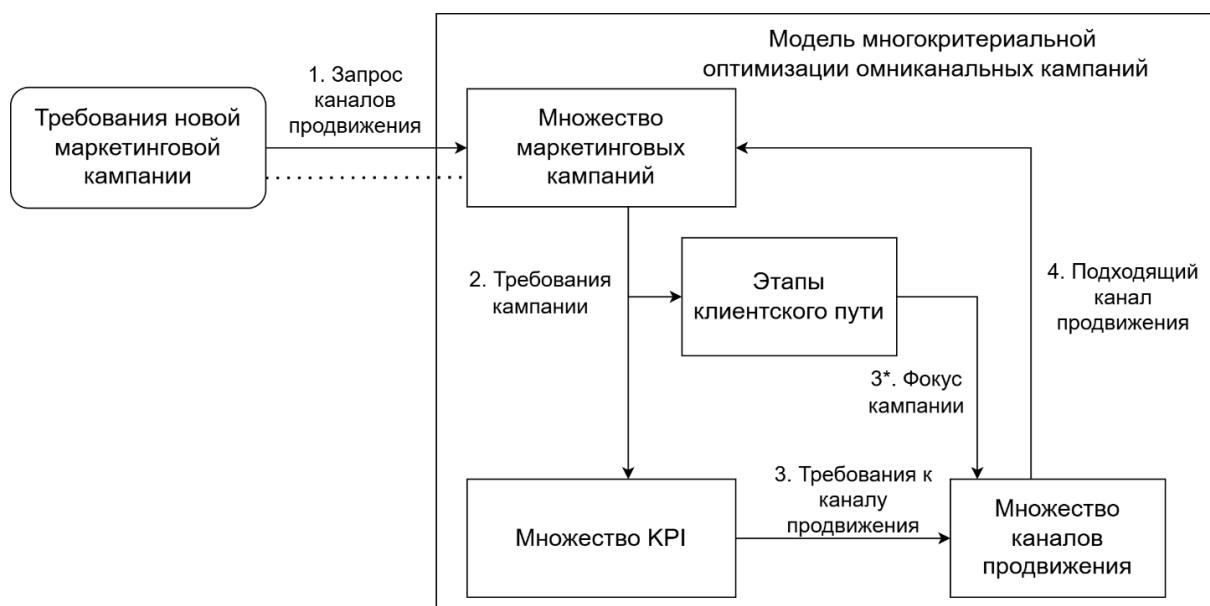


Рисунок 2 – Структура модели MCDM
Figure 2 – Structure of MCDM-model

Каналы продвижения не являются уникальными и могут использоваться в различных маркетинговых кампаниях. Они могут повторяться в различных комбинациях, но частота их использования и выбор зависят от категории продвижения или основной маркетинговой стратегии, используемой для достижения целей конкретной кампании. Это позволяет гибко адаптировать стратегию в зависимости от целей, бюджета и предпочтений целевой аудитории. Следовательно, маркетинговая кампания в контексте описываемой модели должна быть представлена в виде структуры, где каждая категория продвижения включает в себя определённый набор каналов. Эти каналы могут быть как онлайн (email-маркетинг), так и офлайн (наружная реклама). Важной частью структуры является то, что для каждой категории продвижения выбираются определенные каналы, исходя из того, какой маркетинговый эффект необходимо достичь, что позволяет осуществлять гибкое распределение ресурсов между ними. Пример такой структуры представлен на Рисунке 2.

Таким образом, модель многокритериальной оптимизации информационных процессов в области маркетинга позволяет организовать гибкую и детализированную систему выбора каналов в зависимости от целей маркетинговой кампании и ее специфики. Это повышает точность и эффективность распределения ресурсов, что в свою очередь способствует более высокому результату при минимальных затратах.

Математическая модель многокритериальной оптимизации информационных процессов в области маркетинга. Перейдем к описанию математической модели многокритериальной оптимизации информационных процессов в области омниканального маркетинга.

Выделим следующие множества данных из описанной предметной области:

С: категория продвижения ($|C| = 5$, например, платные медиа (Paid Media), заработанные медиа (Gained Media), собственные каналы продвижения (Owned Media).

М: множество маркетинговых кампаний k , где k – порядковый номер кампании.

К: множество каналов продвижения m , где m – порядковый номер канала.

Р: множество ключевых показателей эффективности (KPI).

С: множество этапов клиентского пути ($|S| = 5$, например, Aware, Appeal, Ask, Act, Advocate).

Модель также включает в себя следующий переменные и показатели:

x_k – переменная затрат по определенному каналу продвижения k .

E_k – ожидаемый эффект от использования канала k .

$w_{k,s}$ – вес влияния канала k на этапе s пути клиента.

$v_{k,p}$ – вес KPI p для канала k .

$q_{p1,p2}$ – показатель зависимости KPI $p1$ от $p2$.

$Synergy_s$ – коэффициент синергии на этапе s , зависящий от количества активных каналов с высокой эффективностью на этом этапе.

R – общий бюджет кампании.

β_s – общий коэффициент синергии на этапе s , зависящий от числа используемых каналов k .

α, γ – веса приоритетов для поиска Парето-оптимальных решений с помощью метода скаляризации.

z_k – минимальные затраты на использование канала k .

В формуле (1) используется взвешенная агрегация значений KPI для каждого канала продвижения. Величина $v_{k,p}$ представляет собой весовой коэффициент значимости p -го KPI для k -го канала и отражает вклад соответствующего показателя в итоговую оценку эффективности канала.

Так как тот или иной канал продвижения может быть оценен с различных точек зрения, то сумму всех KPI можно определить с помощью формулы (1). Весовые коэффициенты нормированы таким образом, что:

$$\sum_{p \in P} v_{k,p} = 1. \quad (1)$$

Это позволяет интерпретировать итоговую величину как относительную интегральную оценку эффективности канала и обеспечить сопоставимость результатов между различными каналами продвижения.

В зависимости от набора каналов продвижения, возможны случаи, когда на одном и том же этапе клиентского пути возможно применить несколько инструментов с высокой эффективностью. Их совместное использование может вызвать синергетический эффект. Условия оценки синергии каналов продвижения можно выразить следующим образом (где ВК – высокоэффективный канал продвижения), показанном в формулах (2)–(4):

$$Synergy_s = \begin{cases} 0, & \text{если количество ВК} \leq 1 \\ 1.2, & \text{если количество ВК} = 2 \\ 1.5, & \text{если количество ВК} = 3 \\ 1.7, & \text{если количество ВК} > 3 \end{cases} \quad (2)$$

$$\forall k \in K, x_k \geq 0, x_k \leq 1, \quad (3)$$

$$Synergy_s = \sum_{s \in S} \sum_{k \in K} \beta_s \cdot w_{k,s} \cdot x_k. \quad (4)$$

Предлагаемая формула расчета синергетического эффекта носит агрегированный характер и ориентирована на учет усиления маркетингового воздействия при совместном использовании нескольких высокоэффективных каналов на одном этапе клиентского пути. Качественные различия между каналами учитываются через значения их эффективности и весовые коэффициенты KPI. Формула (2) определяет частный коэффициент синергии для конкретного этапа клиентского пути, тогда как формула (4) используется для вычисления агрегированного значения синергетического эффекта с учетом всех активных каналов на данном этапе.

В рамках данного исследования рассматривается задача многокритериальной оптимизации, в которой одновременно учитываются 4 группы критериев эффективности. Описанные группы критериев формируются на основе набора KPI и используются для расчета агрегированных показателей. Формально задача многокритериальной оптимизации задается в виде векторной функции цели (формула (5)), компонентами которой являются агрегированные критерии, отражающие маркетинговый эффект (Conversion, Engagement, Reach) и затраты кампании (Cost). В практической реализации модели авторы применяют метод скаляризации (формула (6)), при котором многокритериальная задача сводится к решению задачи оптимизации с единой агрегированной целевой функцией на основе весовых коэффициентов. Использование данного подхода позволяет получить множество Парето-оптимальных решений и проводить их последующий анализ при принятии управленческих решений.

$$\vec{Z}(x) = \begin{pmatrix} Z_{effect}(x) \\ Z_{cost}(x) \end{pmatrix}, \quad (5)$$

$$Z(x) = \alpha Z_{effect}(x) - \gamma Z_{cost}(x). \quad (6)$$

Формулы (6)–(9) используются для оценки эффективности и затрат маркетинговой кампании и совместно формируют целевую функцию оптимизационной модели.

$$Z_{effect}(x) = \sum_{k \in K} \sum_{p \in P} \sum_{s \in S} x_k \cdot w_{k,s} \cdot E_k \cdot v_{k,p} \cdot (1 + Synergy_s), \quad (6)$$

$$\max_x Z_{effect}(x). \quad (7)$$

Задача минимизации расходов кампании приводится в формулах (8)–(9):

$$Z_{cost}(x) = \sum_{k \in K} x_k \cdot z_k, \quad (8)$$

$$\min_x Z_{cost}(x). \quad (9)$$

Система ограничений (формулы (10)–(11)) модели отражает ресурсные и организационные ограничения маркетинговой кампании. Переменные x_k интерпретируются как доля общего бюджета, распределяемая между каналами продвижения, и принимают значения в диапазоне от 0 до 1. Бюджетное ограничение обеспечивает соблюдение общего лимита затрат кампании. Совокупность ограничений обеспечивает допустимость и практическую реализуемость получаемых решений.

$$\forall k \in K, x_k \geq 0, x_k \leq 1, \quad (10)$$

$$Z_{cost}(x) = \sum_{k \in K} x_k \cdot z_k \leq R. \quad (11)$$

Таким образом, в рамках исследования рассматривается одна задача многокритериальной оптимизации, в которой одновременно учитываются цели максимизации маркетингового эффекта и минимизации затрат. Представление данных целей в виде отдельных выражений используется исключительно для последующей сборки в единую целевую функцию.

В результате формализации получена задача многокритериальной непрерывной оптимизации с ограничениями, переменной которой являются непрерывными. Для ее практической реализации применяется метод скаляризации.

На Рисунке 3 отображена диаграмма взаимодействия среди описанных множеств и подмножеств.

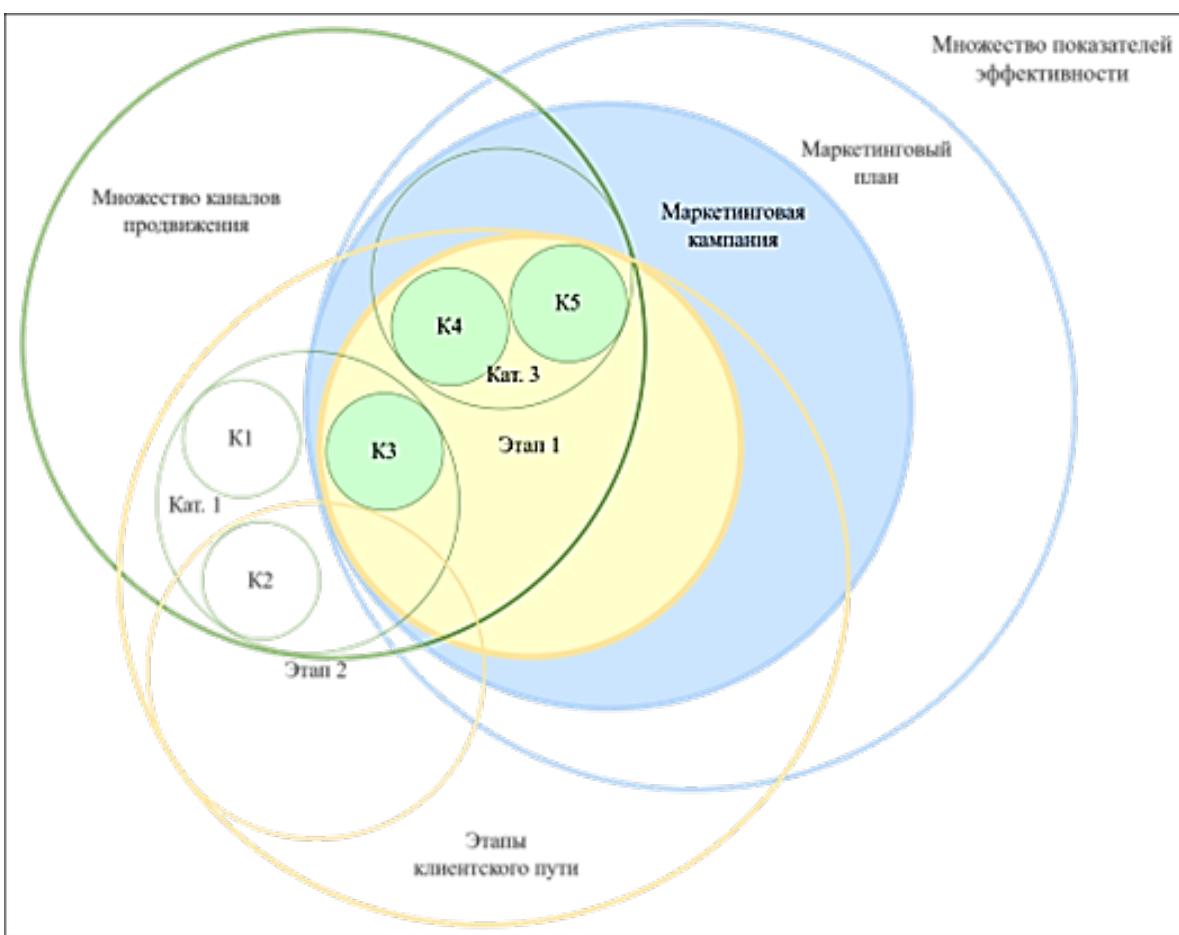


Рисунок 3 – Диаграмма взаимодействия подмножеств

Figure 3 – Diagram of subset interactions

Решение полученной задачи может осуществляться с использованием итерационных численных методов оптимизации. Совокупность решений, получаемых при различных значениях весовых коэффициентов, формирует множество Парето-оптимальных решений, используемых в системе поддержки принятия решений (СППР) в области омниканального маркетинга.

Как приводится выше, разработанная математическая модель направлена на оптимизацию затрат и повышение эффективности информационных процессов в рамках

реализации омниканальных маркетинговых кампаний. Основной целью является максимизация эффекта продвижения Z_{effect} , который определяется как сумма влияний каналов продвижения на этапах клиентского пути с учетом ключевых показателей эффективности (KPI) и межканальной синергии. Функция учитывает весовые коэффициенты, значения KPI и синергетический эффект каналов при их совместном использовании на 1 этапе клиентского пути. Ограничения включают соблюдение бюджета кампании и минимальные затраты на каждый канал.

Модель описывает связи категорий, каналов, этапов клиентского пути и KPI, которые могут быть представлены в виде матриц. Например, матрицы $M_{K \times S}$ и $M_{K \times P}$ фиксируют значения эффективности каналов на этапах клиентского пути и их влияние на KPI, а матрица $M_{Synergy}$ определяет синергетический эффект.

Данная модель предоставляет инструмент для принятия решений, позволяющий распределять ресурсы между каналами и этапами продвижения с целью достижения максимального эффекта при минимальных затратах. В силу своей специфики, описанная модель может также применяться и для других задач, связанных с требованиями маркетинговых кампаний в области моделирования однородного клиентского опыта.

Результаты

Разработанная модель многокритериальной оптимизации информационных процессов в области маркетинга позволяет эффективно распределять ресурсы в омниканальных маркетинговых кампаниях с учетом множества критериев. Первые тесты применения данной модели продемонстрировали ее практическую значимость в обеспечении более рационального использования бюджетных средств, что привело к увеличению показателей возврата инвестиций ROI и снижению СРА.

На Рисунке 4 приводится график, описывающий предлагаемую модель.

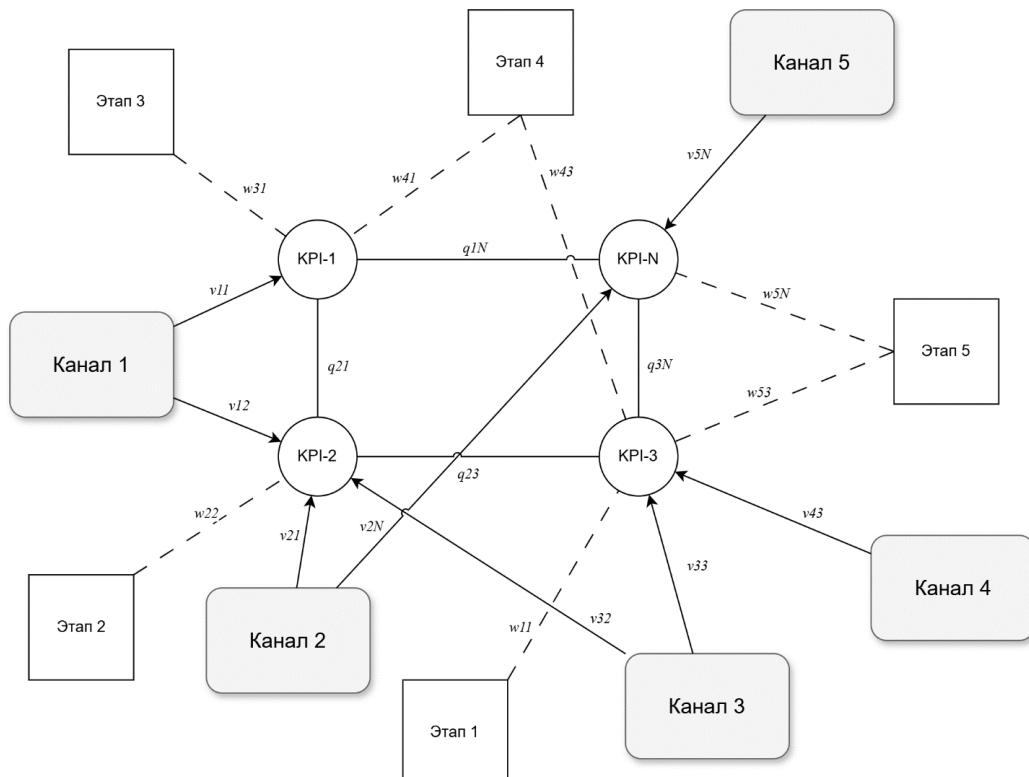


Рисунок 4 – Граф, описывающий модель
 Figure 4 – Graph describing the model

Данное решение учитывает влияние каналов продвижения на каждом этапе клиентского пути, позволит обеспечить повышение точности прогнозирования поведения потребителей и стимуляции их вовлеченности. Учет синергетического эффекта, определяемого как коэффициент взаимодействия активных каналов с высокой эффективностью, стал ключевым элементом, позволившим повысить общую результативность маркетинговых стратегий. Например, в ходе эксперимента комбинация онлайн (Paid) и собственных (Owned) каналов продемонстрировала улучшение показателей конверсии (CR1, CR2) на 23 % по сравнению с использованием изолированных и несогласованных каналов продвижения на тестовом наборе данных.

A. Оценка эффективности предложенной модели в реальных условиях.

Для верификации разработанной модели многокритериальной оптимизации информационных процессов омниканального маркетинга была проведена ее апробация в рамках задач продвижения продукции fashion-сегмента на отечественных маркетплейсах. Практическая реализация осуществлялась в подразделении цифрового маркетинга производственного предприятия N, осуществляющего прямые онлайн-продажи через маркетплейсы.

Целью этапа апробации являлась эмпирическая проверка гипотезы о повышении эффективности рекламных кампаний за счет внедрения предлагаемой модели в условиях реальных организационных и технических ограничений.

B. Описание прикладного контекста, ключевых метрик и методов оценки

В качестве исследуемого сегмента рассматривались сезонные товарные позиции, реализуемые на крупнейших маркетплейсах. Маркетинговый инструментарий включал:

- 1) внутреннюю платную рекламу маркетплейсов (продвижение в выдаче, баннеры, рекомендации в карточках конкурентов);
- 2) Push- и email-уведомления через собственную клиентскую базу;
- 3) ретаргетинг в социальных сетях;
- 4) интеграцию в промоакции и ограниченные скидочные предложения.

Для количественного анализа были выбраны следующие показатели эффективности:

- 1) CTR – показатель кликабельности;
- 2) CR1 – конверсия добавления товара в корзину;
- 3) CR2 – конверсия товара, добавленного в корзину, в покупку;
- 4) СРО – стоимость одного заказа;
- 5) ROMI – рентабельность инвестиций в маркетинг;
- 6) ДРР – доля рекламных расходов от выручки;
- 7) количество заказов – общее число заказов, оформленных в системе;
- 8) количество выкупов – число заказов, завершившихся покупкой;
- 9) процент выкупа – отношение выкупленных заказов к общему числу оформленных.

Описанные выше показатели находят широкое применение специалистами в области маркетинга на всех этапах воронки продаж. Они служат инструментами оценки эффективности коммуникационных мероприятий, позволяют выявлять узкие места в клиентском пути и принимать обоснованные решения по перераспределению ресурсов между каналами. Применение совокупности этих метрик обеспечивает комплексное понимание как поведения потребителя, так и экономической результативности маркетинговых активностей.

C. Результаты пилотного внедрения

Оценка эффективности проводилась в течение ограниченного периода (1 календарный месяц) на выборке данных о позициях из двух подкатегорий. Некоторые

данные приведены в условном виде (через X) по причине коммерческой конфиденциальности предприятия N. Результаты внедрения отображены в Таблице 1.

Следует отметить, что замеры и оптимизация информационных процессов производились преимущественно на первых двух этапах клиентского пути – Aware (узнавание) и Appeal (эмоциональное вовлечение), а также на этапе Act (целевое действие, покупка). Работа на последующих стадиях – Ask (поиск обратной связи) и Advocate (рекомендации другим пользователям) – оставалась в рамках базового функционала маркетплейса и не подвергалась изменениям в рамках данного эксперимента. В связи с этим вклад этих этапов в итоговые значения метрик можно считать неизменным и нейтральным по отношению к предложенной модели.

Следует отметить, что влияние визуального контента и информационной наполненности карточек товаров в рассматриваемый период оставалось минимальным. В течение эксперимента не проводилось значимых изменений в структуре, оформлении и визуальном сопровождении карточек, что позволяет исключить данный фактор как существенную переменную, способную повлиять на результаты. Таким образом, полученные изменения метрик можно в большей степени отнести к воздействию оптимизационной модели, а не к улучшению представления товара на витрине.

Таблица 1 – Полученные результаты

Table 1 – Results

Метрика	До внедрения модели	После внедрения модели	Δ
CTR	2,1%	4,7%	+2,6 п.п.
CR1	12%	32,5%	+20,5 п.п.
CR2	15,5%	24,2%	+8,7 п.п.
CPO	180 руб.	95 руб.	-52,7%
ROMI	112%	263%	+151 п.п.
ДРР	16%	6,5%	-9,5 п.п.
Кол-во заказов	~X тыс.	~2,3X тыс.	+230%
Кол-во выкупов	~0,53X тыс.	~1,52X тыс.	+286%
% выкупа	52–54%	65–67%	+13–15 п.п.

Результаты (Таблица 1) демонстрируют значимое улучшение как поведенческих, так и финансовых метрик, особенно по показателям выкупа и рентабельности. Это указывает на возросшую релевантность рекламного охвата и повышение точности в выборе каналов продвижения.

Несмотря на положительные результаты, необходимо отметить следующие ограничения:

1. Анализ проводился в ограниченных временных рамках (1 месяц).
2. Исследование охватывало только часть товарного ассортимента.
3. Сезонность спроса. Период проведения эксперимента приходился на фазу устойчивого сезонного спроса на товары исследуемой категории (летняя одежда), что могло внести положительное искажение в значения показателей, особенно по метрикам CTR и CR2. В дальнейших исследованиях предполагается сравнение эффективности модели в контрастных сезонных периодах.
4. Макроэкономические колебания. Изменения в потребительской активности на фоне внутреннего экономического роста также могли частично способствовать улучшению метрик, не напрямую связанному с воздействием предлагаемой модели.

5. Эффект накопленной лояльности. Устойчивый уровень повторных покупок в ряде подкатегорий мог быть обусловлен существующими отношениями с брендом (особенно на этапе Advocate), а не текущими коммуникациями, задействованными в рамках модели. Это ограничивает полноту оценки ее влияния на долгосрочную ценность клиента (LTV).

Апробация модели в реальных условиях, в рамках подразделения цифрового маркетинга производственного предприятия, показала ее применимость и результативность в задачах повышения эффективности управления омниканальными коммуникациями. В дальнейшем планируется расширение выборки, применение модели к другим товарным категориям, а также включение дополнительных факторов, таких как поведение пользователей после покупки, возвраты и репутационные показатели товаров бренда.

Точность предлагаемой модели зависит от качества исходных данных, что может быть вызовом для компаний с недостаточно развитой ИТ-инфраструктурой. Стоит отметить, что применение модели требует корректировки входных данных в зависимости от отраслевой специфики, так как не все маркетинговые каналы одинаково эффективны для разных целевых аудиторий. Также качество входных данных на начальных этапах зависит от уровня экспертизы специалистов выбранной предметной области, которые вовлечены в процесс сбора, обработки и ввода данных во время внедрения подобных решений. В связи с этим рекомендуется проводить дополнительную проверку качества вводимых данных, а также тестировании полученных результатов на каждом этапе воронки продаж.

D. Перспективы применения полученных результатов в дальнейших исследованиях

Интеграция технологий искусственного интеллекта и машинного обучения может дополнительно повысить адаптивность модели и ее способность обрабатывать потоки данных от большего числа источников, что откроет новые горизонты для разработки автоматизированных систем управления маркетинговыми кампаниями на различных электронных платформах.

Стоит отметить, что данное исследования является в продолжении серии работ авторов в рамках проекта разработки моделей оптимизации и методов обработки данных в СППР в области омниканального маркетинга. Описанная математическая модель многокритериальной оптимизации наряду с методом обработки и аннотирования маркетинговой информации послужат основой функционирования автоматизированной информационной СППР в области омниканального маркетинга. В дальнейшем авторами планируется провести отдельную экспертизу, посвященную применению данной модели с более детальной демонстрацией результатов ее тестирования в составе СППР и описанием перспектив дальнейшего применения предложенного комплекса в реальном секторе.

Заключение

Разработанная многокритериальная оптимизационная модель является универсальным инструментом, который позволяет более эффективно управлять ресурсами и повышать эффективность информационных процессов в вопросах выбора маркетинговых каналов, разработки маркетинговых планов и стратегий.

Новизна данного исследования заключается в реализации многокритериальной оптимизации информационных процессов, таких как выбор каналов продвижения, учитывая различные особенности портрета покупателя на различных этапах клиентского пути.

Стоит отметить, что цель данного исследования по созданию и формализации модели многокритериальной оптимизации информационных процессов для управления ресурсами маркетинговых кампаний в условиях омниканального продвижения была достигнута посредством успешного выполнения задач по:

- 1) разработке концептуальной модели многокритериальной оптимизации, учитывающей взаимодействие различных маркетинговых каналов и критерии;
- 2) определению математического обеспечения модели, включая основные ее функции;
- 3) оценке эффективности предложенной модели в реальных условиях;
- 4) разработке рекомендаций по внедрению предложенной модели в практическую деятельность предприятий, а именно в обеспечивающие информационные процессы.

В результате использования данной модели открываются возможности учитывать влияние каждого канала продвижения на протяжении всего пути клиента и выявлять синергетический эффект их взаимодействия, что значительно повышает точность прогнозирования и способствует улучшению таких KPI, как ROMI, CPA, LTV, CTR, CR1, CR2 и % выкупа. Помимо этого, модель также позволяет стимулировать уменьшение финансовых показателей ДРР и СРО на единицу реализуемого товара или услуги.

Применение описанной в данной работе модели в реальных маркетинговых кампаниях показало, что подход к распределению бюджета с учетом экономических, качественных и синергетических факторов позволяет достигать лучших результатов при оптимальных затратах. Это особенно важно в условиях ограниченных ресурсов и высокой конкуренции, когда требуется быстрая адаптация к изменениям рынка и предпочтениям целевой аудитории.

Также предложенная модель не только решает задачи многокритериальной оптимизации информационных процессов, но и служит основой для разработки автоматизированной системы поддержки управления маркетинговыми кампаниями, способствующим долгосрочному росту бизнеса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Мовсисян Л.К., Нижегородов К.С., Кузнецова К.А., Мовсисян Л.К. Модель интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в сфере интернет-маркетинга. *Вестник Воронежского института ФСИН России*. 2024;(1):101–108.
Movsisyan L.K., Nizhegorodov K.S., Kuznetsova K.A., Movsisyan L.K. The model of intellectual support for managerial decision-making in the field of internet marketing. *Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii*. 2024;(1):101–108. (In Russ.).
2. Мовсисян Л.К., Смоленцева Т.Е., Калач А.В. Поддержка принятия решений в процессах управления организационными системами. В сборнике: *Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов Международной научной конференции, 04–06 декабря 2023 года, Воронеж, Россия*. Воронеж: Научно-исследовательские публикации; 2024. С. 1583–1588.
3. Бронников М.А. Применение искусственного интеллекта в маркетинге. *Экономика и социум*. 2022;(6-1):449–453.
Bronnikov M.A. Application of artificial intelligence in marketing. *Ekonomika i sotsium*. 2022;(6-1):449–453. (In Russ.).
4. Иванченко О.В. Интеллектуальный анализ данных и бизнес-аналитика в управлении бизнесом и маркетинге. *Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ)*. 2022;(4):125–130. <https://doi.org/10.54220/v.rsue.1991-0533.2023.80.4.018>

- Ivanchenko O.V. Data mining and business analytics in business management and marketing. *Vestnik of Rostov State University of Economics (RINH)*. 2022;(4):125–130. (In Russ.). <https://doi.org/10.54220/v.rsue.1991-0533.2023.80.4.018>
5. Raisch S., Fomina K. Combining Human and Artificial Intelligence: Hybrid Problem-Solving in Organizations. *Academy of Management Review*. 2024;50(2). <https://doi.org/10.5465/amr.2021.0421>
6. Bala M., Verma D. A Critical Review of Digital Marketing. *International Journal of Management, IT & Engineering*. 2018;8(10):321–339.
7. Quinn L., Dibb S., Simkin L., Canhoto A.I., Analogbei M. Troubled waters: the transformation of marketing in a digital world. *European Journal of Marketing*. 2016;50(12):2103–2133.
8. Petit O., Velasco C., Spence Ch. Digital Sensory Marketing: Integrating New Technologies into Multisensory Online Experience. *Journal of Interactive Marketing*. 2019;45(C):42–61. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2018.07.004>
9. Movsisian L.K., Smolentseva T.E. Application of Intelligent Decision-Making Support Model in the Processes of Omnichannel Marketing. In: *2024 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon), 25–29 March 2024, Sochi, Russia*. IEEE; 2024. P. 676–681. <https://doi.org/10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10515670>
10. Kumar V. Evolution of Marketing as a Discipline: What Has Happened and What to Look Out For. *Journal of Marketing*. 2015;79(1):1–9. <https://doi.org/10.1509/jm.79.1.1>
11. Новиков Д.А. *Теория управления организационными системами*. Москва: Ленанд; 2022. 500 с.
12. Мовсисян Л.К., Калач А.В. Применение финансового механизма в системе поддержки принятия решений в организации для омниканального продвижения товаров и услуг. *Вестник Воронежского института ФСИН России*. 2023;(3):129–134.
- Movsisian L.K., Kalach A.V. Application of the financial mechanism in the decision support system in the organization for omni-channel promotion of goods and services. *Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii*. 2023;(3):129–134. (In Russ.).
13. Лукина О.В., Курочкина А.А., Назаров П.В. Омниканальный маркетинг как инструмент развития малого и среднего бизнеса в индустрии торговли. *Ученые записки Международного банковского института*. 2021;(1):75–84.
- Lukina O.V., Kurochkina A.A., Nazarov P.V. Omnicanal marketing as a tool for the development of small and medium businesses in the trade industry. *Proceedings of the International Banking Institute*. 2021;(1):75–84. (In Russ.).
14. Timoumi A., Gangwar M., Mantrala M.K. Cross-Channel Effects of Omnichannel Retail Marketing Strategies: A Review of Extant Data-Driven Research. *Journal of Retailing*. 2022;98(1). <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2022.02.008>
15. Wedel M., Kannan P.K. Marketing Analytics for Data-Rich Environments. *Journal of Marketing*. 2016;80(6):97–121. <https://doi.org/10.1509/jm.15.0413>
16. Trom L., Cronje J. Analysis of Data Governance Implications on Big Data. In: *Advances in Information and Communication: Proceedings of the 2019 Future of Information and Communication Conference (FICC): Volume 1, 14–15 March 2019, San Francisco, CA, USA*. Cham: Springer; 2020. P. 645–654. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12388-8_45
17. Mathes Ch.A. Big Data Has Unique Needs for Information Governance and Data Quality. *Journal of Management Science and Business Intelligence*. 2016;1(1):12–20. <https://doi.org/10.5281/zenodo.376753>
18. Chintagunta P., Hanssens D.M., Hauser J.R. Editorial-Marketing Science and Big Data. *Marketing Science*. 2016;35(3):341–342. <https://doi.org/10.1287/mksc.2016.0996>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Мовсисян Леон Каренович, аспирант института информационных технологий, МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация.

e-mail: movsisian.leon@gmail.com
ORCID: [0009-0004-4396-1431](https://orcid.org/0009-0004-4396-1431)

Смоленцева Татьяна Евгеньевна, доктор технических наук, профессор кафедры практической прикладной информатики, МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация.

e-mail: smoltan@bk.ru
ORCID: [0000-0002-8926-3151](https://orcid.org/0000-0002-8926-3151)

Мовсисян Лина Кареновна, студентка института управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, Российская Федерация.

e-mail: linmov.7@gmail.com
ORCID: [0009-0001-6343-6077](https://orcid.org/0009-0001-6343-6077)

Leon K. Movsisian, Postgraduate at the Institute of Information Technologies, MIREA – Russian Technological University, Moscow, the Russian Federation.

Tatyana E. Smolentseva, Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Department of Practical and Applied Informatics, MIREA – Russian Technological University, Moscow, the Russian Federation.

Lina K. Movsisian, Student at the Institute of Management of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Moscow, the Russian Federation.

*Статья поступила в редакцию 17.07.2025; одобрена после рецензирования 30.01.2026;
принята к публикации 03.02.2026.*

*The article was submitted 17.07.2025; approved after reviewing 30.01.2026;
accepted for publication 03.02.2026.*