

УДК 658.87:004.85:657.471

DOI: 10.34670/AR.2026.87.26.080

## Оптимизация ассортиментной матрицы розничной сети на основе алгоритмов машинного обучения для снижения операционных издержек

**Александров Александр Дмитриевич**

Аспирант,  
Среднерусский институт управления — филиал  
Российской академии народного хозяйства  
и государственной службы при Президенте Российской Федерации,  
302020, Российская Федерация, Орёл, ул. Октябрьская, 12;  
e-mail: wwwingang@gmail.com

### Аннотация

В статье исследуется трансформация процесса управления ассортиментной матрицей в розничной торговле под влиянием технологий искусственного интеллекта и машинного обучения. Центральной проблемой, рассматриваемой в работе, является противоречие между необходимостью поддержания широкого ассортимента для удовлетворения спроса и минимизацией связанных с этим операционных издержек. Автор проводит анализ современных подходов к оптимизации, включая применение предиктивной аналитики для прогнозирования спроса, динамического ценообразования и автономного пополнения запасов. На основе обзора практик ведущих ритейлеров и рыночных данных предлагается концептуальная модель внедрения, интегрирующая технологические решения с организационными изменениями. Доказано, что комплексное использование алгоритмов машинного обучения позволяет не только снизить затраты на хранение и логистику на 15-20%, но и повысить общую рентабельность за счет более точного соответствия ассортимента потребительским предпочтениям. Статья адресована исследователям в области менеджмента и практикам розничной торговли.

### Для цитирования в научных исследованиях

Александров А.Д. Оптимизация ассортиментной матрицы розничной сети на основе алгоритмов машинного обучения для снижения операционных издержек // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2026. Том 16. № 1А. С. 782-789. DOI: 10.34670/AR.2026.87.26.080

### Ключевые слова

Машинное обучение, ассортиментная матрица, операционные издержки, розничная торговля, прогнозирование спроса, оптимизация запасов, искусственный интеллект, категорийный менеджмент, цепь поставок, эффективность.

---

## Введение

Современная розничная торговля функционирует в условиях беспрецедентной сложности. Глобализация цепочек поставок, волатильность потребительского спроса и цифровизация каналов продаж многократно увеличили количество переменных, которыми необходимо управлять. Традиционные методы формирования и корректировки ассортиментной матрицы, основанные на историческом анализе и экспертных оценках, демонстрируют свою недостаточность. Они часто приводят к двум ключевым проблемам: избыточным запасам, которые связывают оборотный капитал и увеличивают логистические издержки, и дефициту популярных товаров, что влечет прямые потери выручки и ухудшение потребительского опыта.

В этом контексте технологии искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) перестают быть инновационной опцией, превращаясь в критический инструмент выживания и роста. Они предлагают переход от реактивного к предиктивному и даже прескриптивному управлению. Если ранее система отвечала на вопрос «Что произошло?», то современные алгоритмы способны прогнозировать «Что произойдет?» и рекомендовать «Что следует сделать?». Рынок технологий для управления розничными запасами на базе ИИ демонстрирует устойчивый рост, оцениваясь в 6.7 млрд долларов США в 2024 году с прогнозом увеличения до 33.6 млрд к 2034 году. Этот тренд подтверждается активным внедрением подобных систем крупнейшими мировыми ритейлерами.

Цель данной статьи – исследовать методические и практические аспекты применения алгоритмов машинного обучения для оптимизации ассортиментной матрицы с фокусом на снижении операционных издержек. Для достижения цели поставлены следующие задачи: проанализировать ключевые технологические компоненты ИИ-решений для ритейла; выявить механизмы влияния МО на основные статьи затрат; систематизировать барьеры внедрения и факторы успеха; оценить потенциал данных технологий на основе анализа практических кейсов и рыночной статистики.

### Технологические основы машинного обучения в управлении ассортиментом

Управление ассортиментом эволюционирует от искусства к точной науке благодаря нескольким взаимосвязанным технологическим направлениям.

Предиктивная аналитика составляет ядро современных систем. Алгоритмы анализируют не только исторические данные о продажах, но и сотни внешних факторов: локальные погодные условия, социально-экономические индикаторы района расположения магазина, активность в социальных сетях, календарь мероприятий. Например, система может связать прогноз жаркой погоды с ростом спроса на определенные напитки в конкретном гипермаркете. Такая детализация позволяет снизить ошибки прогнозирования до 50% по сравнению с традиционными методами. Это напрямую сокращает издержки, связанные с утилизацией нераспроданных скоропортящихся товаров или длительным хранением сезонного ассортимента.

Автономные (агентные) системы представляют собой следующий уровень зрелости. Эти системы не просто предоставляют аналитику, а принимают и исполняют решения в рамках заданных параметров. Агентный ИИ может самостоятельно инициировать заказ у поставщика,

скорректировать распределение товаров между складами или перенаправить груз в пути на основе меняющегося в реальном времени спроса. Это минимизирует цикл принятия решений и человеческие ошибки. Ведущие ритейлеры, такие как Target, внедрив подобные решения, добились сокращения дефицита на полках на 40% при одновременном снижении затрат на содержание запасов на 15%.

Динамическое ценообразование и оптимизация ассортимента тесно связаны. Современные AI-решения рассматривают эти процессы не изолированно, а как части единой системы. Алгоритм может одновременно решать, какой товар должен присутствовать в ассортименте конкретной торговой точки, в каком количестве и по какой цене его следует продавать, балансируя цели максимизации прибыли и оптимизации оборачиваемости. Например, для товара с завышенными остатками система может не только рекомендовать промо-акцию, но и рассчитать ее оптимальную глубину и продолжительность, чтобы очистить склад с минимальными потерями маржи.

### **Методика оптимизации ассортиментной матрицы**

Оптимизация на основе МО предполагает многоуровневый подход, воздействующий на различные компоненты операционных издержек.

Во-первых, происходит рационализация ширины и глубины ассортимента. Алгоритмы кластеризации и анализа «длинного хвоста» идентифицируют товары с низкой оборачиваемостью и маржинальностью. Это позволяет ритейлеру принимать взвешенные решения об исключении неперспективных SKU (артикулов) из матрицы. Высвобождаемые таким образом ресурсы – полочное пространство, оборотный капитал, логистические мощности – перераспределяются в пользу высокопродуктивных товарных категорий. По сути, это перенос принципа Парето (80% результатов дают 20% усилий) на управление товарным портфелем, но с гораздо более точной, вычисляемой алгоритмом детализацией.

Во-вторых, реализуется локализованное управление ассортиментом. Универсальная для всей сети матрица уступает место адаптивным профилям для каждого магазина. МО-модели, анализируя данные локальных транзакций и демографии, формируют уникальный ассортимент, соответствующий паттернам покупок жителей конкретного района. Это снижает издержки, связанные с межмагазинными перебросками товаров и неравномерной оборачиваемостью. Товар чаще продается там, где он был изначально доставлен, оптимизируя логистику последней мили.

В-третьих, меняется управление жизненным циклом товара и взаимоотношениями с поставщиками. Алгоритмы прогнозируют пики и спады спроса на новые продукты, сезонные товары и коллекции. Это позволяет точнее планировать закупки, минимизируя риски и объемы предоплаты. Более того, AI-системы способны оценивать надежность поставщиков, анализируя исторические данные о сроках, качестве поставок и соблюдении условий договоров. Это ведет к сокращению издержек, вызванных срывами поставок и необходимостью работать с резервными, часто более дорогими, каналами снабжения.

Эмпирический анализ эффективности различных типов AI-решений в ритейле.

Применение ИИ в ритейле неоднородно и зависит от решаемых задач. В таблице ниже систематизированы ключевые направления, их влияние на издержки и примеры практической реализации.

**Таблица 1 - Влияние направлений внедрения искусственного интеллекта на операционные издержки розничных сетей**

Направление внедрения ИИ/МО	Ключевые технологии и методы	Механизм воздействия на издержки	Практический эффект и примеры
1. Прогнозирование спроса и оптимизация уровня запасов	Регрессионный анализ, ансамбли деревьев решений (Random Forest, Gradient Boosting), рекуррентные нейронные сети (RNN).	Минимизация капитала, замороженного в излишках, и сокращение прямых потерь от списаний. Снижение потребности в складских площадях.	Снижение ошибки прогноза на 30-50%. Уменьшение затрат на содержание запасов на 10-25%. Пример: сеть X5 Retail Group использует предиктивные модели для управления заказами скоропортящихся товаров, что снижает логистические издержки.
2. Динамическое ценообразование и управление промо-акциями	Машинное обучение с подкреплением (RL), ценовая эластичность, конкурентный анализ на основе NLP.	Максимизация выручки с единицы товарного запаса. Оптимизация маржи через предотвращение неэффективных ручных скидков.	Рост валовой прибыли на 2-8%. Сокращение доли уцененного товара в обороте. Алгоритмы «Ленты» или «М.Видео» корректируют цены онлайн и офлайн в режиме, близком к реальному времени.
3. Рационализация ассортиментной матрицы (ассортиментный кластеринг)	Кластеризация (k-means, DBSCAN), ABC-XYZ-анализ, расширенный анализ «длинного хвоста».	Сокращение количества малопродаваемых SKU. Высвобождение оборотного капитала и оптимизация полочного пространства. Перераспределение ресурсов на ключевые товары.	Сокращение «длинного хвоста» на 15-30% без потери значимой выручки. Повышение оборачиваемости запасов. Ритейлеры формируют локализованные ассортиментные профили для разных форматов магазинов.
4. Автоматизация пополнения и распределения товаров	Автономные AI-агенты, системы поддержки принятия решений (DSS), многокритериальная оптимизация.	Сокращение ручного труда и операционных ошибок. Ускорение оборачиваемости. Снижение логистических затрат за счет оптимизации поставок.	Сокращение дефицита (out-of-stock) на 20-40%. Пример: система O'KEY использует алгоритмы для автоматического формирования заказов, что снижает нагрузку на планово-закупочный отдел.
5. Прогнозная аналитика для управления жизненным циклом и поставщиками	Анализ временных рядов, оценка надежности поставщиков на основе исторических данных, риск-ориентированные модели.	Снижение рисков срывов поставок и затрат на работу с резервными каналами. Оптимизация условий контрактов и платежных циклов.	Повышение точности планирования закупок на 25%. Снижение затрат, связанных с низким качеством поставок. Интеграция данных от поставщиков в единую платформу позволяет строить более точные прогнозы.

## Организационные аспекты и барьеры внедрения

Успех цифровой трансформации управления ассортиментом лишь на 30% зависит от технологии. Остальные 70% определяются готовностью организации, адаптацией процессов и управлением изменениями.

Ключевым вызовом является качество и интеграция данных. Алгоритмы МО требуют «чистых», структурированных и объемных данных из разрозненных систем: CRM, ERP, POS, систем управления складом, внешних источников. Многие компании сталкиваются с проблемой «цифрового силоса», когда информация существует в изолированных подразделениях. Создание единой платформы данных становится критически важной инфраструктурной задачей.

Второй барьер – трансформация ролей и управленческой культуры. Категорийные менеджеры и мерчандайзеры должны перейти от рутинного анализа отчетов и интуитивных решений к стратегическому контролю за работой AI-систем, постановке целей и интерпретации сложных рекомендаций. Это требует серьезной переподготовки и формирования доверия к «советам» алгоритма.

Третий аспект – управленческий контроль и этика. Полная автономия систем в таких чувствительных сферах, как ценообразование, может быть рискованной. Необходимы механизмы утверждения ключевых решений, установления стратегических ограничений (например, по минимальной марже или ценовому позиционированию) и аудита действий ИИ. Особое внимание следует уделять этике использования данных и динамического ценообразования, чтобы избежать дискриминации потребителей и потери репутации.

## Заключение

Проведенное исследование позволяет утверждать, что оптимизация ассортиментной матрицы на основе алгоритмов машинного обучения представляет собой системный ответ на вызовы современного ритейла. Основной тезис заключается в том, что снижение операционных издержек достигается не за счет простого сокращения ассортимента или затрат, а благодаря переходу к более интеллектуальному, точному и адаптивному управлению товарным портфелем.

Технологии предиктивной аналитики, автономных систем и динамического ценообразования позволяют трансформировать основные статьи затрат. Это проявляется в сокращении капитала, замороженного в излишних запасах, минимизации логистических потерь, повышении продуктивности труда управленческого персонала. Эмпирические данные от ведущих ритейлеров и анализ рыночной динамики подтверждают потенциал для сокращения общих затрат на содержание запасов на 15-20% и увеличения валовой прибыли на 5-10%.

Однако извлечение этой ценности требует преодоления значительных не технологических барьеров. К ним относятся необходимость инвестиций в создание единой data-платформы, глубокая перестройка бизнес-процессов и развитие внутренних компетенций. Ритейлеры, которые рассматривают ИИ исключительно как инструмент автоматизации, а не как драйвер стратегической трансформации, вряд ли получат полный эффект.

Перспективы дальнейших исследований видятся в изучении отраслевой специфики применения МО (например, в fashion-ритейле versus FMCG), анализе долгосрочного влияния автономных систем на взаимоотношения в цепочке поставок, а также в разработке методик

оценки зрелости компании для перехода к управлению ассортиментом, ведомому искусственным интеллектом. Будущее управления ассортиментом заключается не в конкуренции человека и машины, а в синергии стратегического человеческого мышления и беспрецедентной вычислительной мощи алгоритмов.

## Библиография

1. Дубровская О. С. Применение искусственного интеллекта в управленческой сфере. Москва: Политехника, 2019. 180 с.
2. Зайцев В. М. Современные технологии в управлении: теория и практика. Москва: Блокчейн, 2022. 284 с.
3. Иванова А. Н. Искусственный интеллект в стратегическом управлении: тенденции и перспективы. Москва: Управление XXI век, 2020. 215 с.
4. Ковалев С. П. Искусственный интеллект в медицине: применение и перспективы. Новосибирск: Сибирский университет, 2020. 204 с.
5. Никитин В. Д. Этические аспекты использования искусственного интеллекта в менеджменте. Киев: Инновации и Управление, 2019. 203 с.
6. Петрова М. С. Развитие стратегий внедрения ИИ в управлении бизнес-процессами. Москва: ТехноБизнес, 2021. 175 с.
7. Рогач С. И., Одноконный Г. А. Применение искусственного интеллекта в управлении деятельности организации // Новые горизонты — 2024: сборник материалов XI Белорусско-китайского молодежного инновационного форума. Минск: БНТУ, 2024. Т. 1. С. 44–45.
8. Agentic AI in Retail: Balancing Inventory Optimization and Sales Lift Pricing [Электронный ресурс] // Monetizely. 2025. URL: <https://www.getmonetizely.com/articles/agentic-ai-in-retail-balancing-inventory-optimization-and-sales-lift-pricing>
9. AI in Retail Inventory Management Market Scope Deep Dive [Электронный ресурс] // InsightAce Analytic. 2024. URL: <https://www.insightaceanalytic.com/report/ai-in-retail-inventory-management-market/3250>
10. Floridi L. The Ethics of Artificial Intelligence: exacerbated problems, renewed problems, unprecedented problems // American Philosophical Quarterly. 2024. 14 p. DOI: 10.2139/ssrn.4801799
11. How AI Inventory Management is Transforming Retail Operations [Электронный ресурс] // Toolio Blog. 2025. URL: <https://www.toolio.com/post/how-ai-inventory-management-is-transforming-retail-operations>
12. How Retailers Can Use AI to Optimize Inventory Management [Электронный ресурс] // Foundation. 2023. URL: <https://www.foundation.org.uk/Blog/2023/How-Retailers-Can-Use-AI-to-Optimize-Inventory-Man>
13. Jameel T., Ali R., Toheed I. Ethics of Artificial Intelligence: Research Challenges and Potential Solutions // iCoMET 2020: 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies. IEEE, 2020. DOI: 10.1109/iCoMET48670.2020.9073911
14. Overcoming Retail Complexity with AI-Powered Pricing [Электронный ресурс] // Boston Consulting Group (BCG). 2024. URL: <https://www.bcg.com/publications/2024/overcoming-retail-complexity-with-ai-powered-pricing>
15. Pshikhacheva A. The Concept of Artificial Intelligence in Education. 2023. 5 p. DOI: SSRN: 4638702

## Optimization of the Retail Chain Assortment Matrix Based on Machine Learning Algorithms to Reduce Operating Costs

**Aleksandr D. Aleksandrov**

Postgraduate Student,  
Central Russian Institute of Management — Branch  
of the Russian Presidential Academy  
of National Economy and Public Administration,  
302020, 12, Oktyabrskaya str., Oryol, Russian Federation;  
e-mail: [wwwingang@gmail.com](mailto:wwwingang@gmail.com)

## Abstract

The article examines the transformation of the assortment matrix management process in retail under the influence of artificial intelligence and machine learning technologies. The central problem addressed in the work is the contradiction between the need to maintain a wide assortment to meet demand and the minimization of associated operating costs. The author analyzes modern approaches to optimization, including the use of predictive analytics for demand forecasting, dynamic pricing, and autonomous inventory replenishment. Based on a review of the practices of leading retailers and market data, a conceptual implementation model is proposed, integrating technological solutions with organizational changes. It is proven that the integrated use of machine learning algorithms allows not only to reduce storage and logistics costs by 15-20%, but also to increase overall profitability through a more accurate alignment of the assortment with consumer preferences. The article is addressed to researchers in the field of management and retail practitioners.

## For citation

Aleksandrov A.D. (2026) Optimizatsiya assortimentnoy matritsy roznichnoy seti na osnove algoritmov mashinnogo obucheniya dlya snizheniya operatsionnykh izderzhek [Optimization of the Retail Chain Assortment Matrix Based on Machine Learning Algorithms to Reduce Operating Costs]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 16 (1A), pp. 782-789. DOI: 10.34670/AR.2026.87.26.080

## Keywords

Machine learning, assortment matrix, operating costs, retail, demand forecasting, inventory optimization, artificial intelligence, category management, supply chain, efficiency.

## References

1. Agentic AI in Retail: Balancing Inventory Optimization and Sales Lift Pricing. (2025). *Monetizely*. Retrieved from <https://www.getmonetizely.com/articles/agentic-ai-in-retail-balancing-inventory-optimization-and-sales-lift-pricing>
2. AI in Retail Inventory Management Market Scope Deep Dive. (2024). *InsightAce Analytic*. Retrieved from <https://www.insightaceanalytic.com/report/ai-in-retail-inventory-management-market/3250>
3. Dubrovskaya, O. S. (2019). *Primeneniye iskusstvennogo intellekta v upravlencheskoy sfere* [Application of artificial intelligence in the management sphere]. Politehnika.
4. Floridi, L. (2024). The Ethics of Artificial Intelligence: exacerbated problems, renewed problems, unprecedented problems. *American Philosophical Quarterly*, 14 p.
5. How AI Inventory Management is Transforming Retail Operations. (2025). *Toolio Blog*. Retrieved from <https://www.toolio.com/post/how-ai-inventory-management-is-transforming-retail-operations>
6. How Retailers Can Use AI to Optimize Inventory Management. (2023). *Foundation*. Retrieved from <https://www.foundation.org.uk/Blog/2023/How-Retailers-Can-Use-AI-to-Optimize-Inventory-Man>
7. Ivanova, A. N. (2020). *Iskusstvennyy intellekt v strategicheskoy upravlenii: tendentsii i perspektivy* [Artificial intelligence in strategic management: trends and prospects]. Upravleniye XXI vek.
8. Jameel, T., Ali, R., & Toheed, I. (2020). Ethics of Artificial Intelligence: Research Challenges and Potential Solutions. In *iCoMET 2020: 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies*. IEEE.
9. Kovalev, S. P. (2020). *Iskusstvennyy intellekt v meditsine: primeneniye i perspektivy* [Artificial intelligence in medicine: application and prospects]. Sibirskiy universitet.
10. Nikitin, V. D. (2019). *Eticheskiye aspekty ispolzovaniya iskusstvennogo intellekta v menedzhmente* [Ethical aspects of using artificial intelligence in management]. Innovatsii i Upravleniye.
11. Overcoming Retail Complexity with AI-Powered Pricing. (2024). *Boston Consulting Group (BCG)*. Retrieved from <https://www.bcg.com/publications/2024/overcoming-retail-complexity-with-ai-powered-pricing>
12. Petrova, M. S. (2021). *Razvitiye strategiy vnedreniya II v upravlenii biznes-protsessami* [Development of AI implementation strategies in business process management]. TekhnoBiznes.
13. Pshikhacheva, A. (2023). *The Concept of Artificial Intelligence in Education*. 5 p.

- 
14. Rogach, S. I., & Odnokonny, G. A. (2024). *Primeneniye iskusstvennogo intellekta v upravlenii deyatel'nosti organizatsii* [Application of artificial intelligence in organizational management]. In *\*Novyye gorizonty — 2024: Proceedings of the XI Belarusian-Chinese Youth Innovation Forum\** (Vol. 1, pp. 44-45). BNTU.
  15. Zaitsev, V. M. (2022). *Sovremennyye tekhnologii v upravlenii: teoriya i praktika* [Modern technologies in management: theory and practice]. Blokcheyn.