УДК 658.7:004.89

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УПРАВЛЕНИИ СКЛАДСКИМИ ЗАПАСАМИ: МЕТОДЫ И ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ

♦♦♦♦♦

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR WAREHOUSE INVENTORY MANAGEMENT: METHODS AND CASE STUDIES

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Котенкова И.Н.
Кубанский государственный технологический университет

Камнев М.О.
Кубанский государственный технологический университет

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Kotenkova I.N.
Kuban State Technological University

Kamnev M.O.
Kuban State Technological University

Аннотация. В статье представлены варианты использования ИИ для управления складскими запасами, ключевые технологии и примеры их внедрения в России и за рубежом. Проведён сравнительный анализ подходов, выявлены общие тренды и различия. Обоснованы перспективы развития отечественных ИИ-решений в складской логистике.

Ключевые слова: искусственный интеллект, управление запасами, складская логистика, машинное обучение, прогнозирование спроса, роботизация, импортозамещение, цифровизация склада.

Annotation. The article presents methods of using AI for warehouse inventory management, key technologies, and examples of their implementation in Russia and abroad. A comparative analysis of approaches is conducted, common trends and differences are identified. The prospects for the development of domestic AI solutions in warehouse logistics are substantiated.

Keywords: artificial intelligence, inventory management, warehouse logistics, machine learning, demand forecasting, robotization, import substitution, warehouse digitalization.

Склады являются ключевым звеном цепей поставок. От эффективности управления складскими запасами напрямую зависят общие логистические издержки компании, скорость выполнения заказов и, в конечном счёте, удовлетворённость клиентов. По оценкам экспертов, затраты на хранение и управление запасами могут составлять до 30–50 % всех логистических расходов предприятия.

Традиционные методы управления запасами – ручной учёт, Excel-таблицы, простые формулы расчёта страхового запаса – перестают справляться с современными вызовами. Рост объёмов данных, ускорение рыночных изменений, сезонные колебания спроса, необходимость учитывать десятки внешних факторов – всё это требует более интеллектуальных подходов.

Искусственный интеллект предлагает новые возможности для решения задач управления складскими запасами. Алгоритмы машинного обучения способны анализировать огромные массивы исторических данных, выявлять скрытые закономерности и строить точные прогнозы. Нейросети учитывают не только внутренние, но и внешние факторы – погоду, праздники, локальные события. Роботизированные системы с компьютерным зрением автоматизируют инвентаризацию и перемещение грузов.

Цель настоящей статьи – проанализировать современные методы применения искусственного интеллекта в управлении складскими запасами и показать конкретные примеры внедрения в России и за рубежом. Для начала проведём краткий обзор ключевых технологий и подходов.

Искусственный интеллект в управлении складскими запасами опирается на несколько базовых технологических направлений. Каждое из них решает свой круг задач. Машинное обучение – это основа большинства ИИ-решений в управлении запасами. Алгоритмы ML анализируют исторические данные о продажах, поставках и движении товаров, выявляют закономерности и строят прогнозы. Чем больше данных - тем точ-

нее прогноз. Применение на складе: прогнозирование спроса, выявление сезонных колебаний, определение оптимального уровня страховых запасов [1].

Нейросети – это более сложная форма машинного обучения, способная обрабатывать неструктурированные данные и учитывать сотни факторов одновременно. В отличие от классических моделей, нейросети могут «обучаться» на неполных или зашумлённых данных. Применение на складе: учёт внешних факторов (погода, праздники, экономическая ситуация, активность в соцсетях) при прогнозировании спроса [1].

Компьютерное зрение (Computer Vision) – технология распознавания объектов по изображениям. Роботы с камерами и ИИ-алгоритмами могут сканировать склады, считывать штрих-коды, проверять целостность упаковки и актуальность маркировки без участия человека. Применение на складе: роботизированная инвентаризация, контроль качества, автоматическая сортировка. [1]

Агентный ИИ (Agentic AI) – это системы, способные автономно принимать решения и выполнять действия без вмешательства человека. Агентный ИИ не просто анализирует данные, но и предпринимает шаги – например, формирует заказ поставщику или перенаправляет транспортный поток. Применение на складе: автоматическое пополнение запасов, управление складским двором, координация роботов [2].

Оптимизационные алгоритмы – математические методы поиска оптимальных решений в условиях ограничений. Часто сочетаются с машинным обучением для повышения эффективности. Применение на складе: расчёт оптимального уровня запасов, маршрутизация перемещения товаров, распределение задач между сотрудниками и роботами [1].

Amazon внедряет новые ИИ-решения – систему Wellspring, модель прогнозирования спроса и агентный ИИ – для оптимизации складской логистики и ускорения обработки заказов. Разработанная модель DeepFleet координирует роботов в реальном времени, а внедрение системы Sequoia повышает скорость размещения товаров на 75 % и сокращает время обработки заказов на 25 % [3].

Крупнейший в мире ритейлер Walmart использует ИИ для точного прогнозирования спроса и оптимизации размещения запасов. Система анализирует миллионы сигналов: историю продаж, сезонность, локальный спрос, погодные условия, загруженность магазинов и даже мощность водителей. Модели машинного обучения обрабатывают данные о продажах, поведении онлайн-покупателей, проводимых акциях и погодных факторах. Система способна выявлять разрыв между ожидаемым и реальным спросом и предлагать корректировки до того, как проблемы обнаружатся. Результат: сокращение случаев отсутствия товаров на полках более чем на 30 %, оптимизация складских запасов, раннее выявление рисков [4].

GXO Logistics – крупнейший в мире контрактный логистический провайдер. Компания провела успешный пилот с ИИ-роботом от Dexory для автоматической инвентаризации на складе в Нидерландах и расширяет его на США и Европу. Робот оснащён интеллектуальными камерами и датчиками, которые позволяют ему автономно перемещаться по складу и сканировать зоны высотой до 13 метров со скоростью 10000 паллет в час. На основе собранных данных робот создаёт цифровые модели состояния запасов в реальном времени [5]. Кроме того, GXO разработала платформу GXO IQ – ИИ-операционную систему, которая оркестрирует работу склада. В её основе – агентный ИИ, который оценивает свыше 7,8 миллиарда решений за один прогон для оптимизации маршрутов сборки и учитывает более 120 миллионов переменных для проактивного пополнения запасов. Результат: автоматизация инвентаризации, повышение точности учёта и безопасность сотрудников. Результат внедрения GXO IQ: рост производительности труда на 22 % на тестовых участках [6].

Китайский гигант Alibaba разработал ИИ-платформу DeepStock, которая управляет запасами более чем для миллиона комбинаций «товар-склад». Система использует гибридный подход, сочетающий несколько моделей машинного обучения, для прогнозирования спроса и оптимизации размещения товаров. ИИ сам прогнозирует спрос для каждого товара на каждом складе, автоматически перераспределяет запасы между складами, сокращает время хранения товаров без увеличения числа дефици-

тов. Результат: снижение издержек на хранение, повышение оборачиваемости запасов, улучшение доступности товаров для покупателей [7].

В России внедрение ИИ в управление складскими запасами активно набирает обороты. Ключевым драйвером этого процесса стало импортозамещение – после ухода западных вендоров (SAP, Oracle, F&R) российские компании вынуждены создавать собственные решения или адаптировать отечественные аналоги [1].

X5 Group (управляет сетями «Пятёрочка», «Перекрёсток» и «Чижик») разработала и внедрила собственную ИИ-платформу для управления поставками, полностью отказавшись от зарубежного ПО. Система использует ИИ, оптимизационные алгоритмы и модели машинного обучения для работы с большими объёмами данных. ИИ полностью автоматизирует управление поставками, определяет оптимальное количество товара на полках с учётом спроса, сезонности и логистических условий, мгновенно реагирует на изменения спроса [2]. Результат: к концу первого квартала 2026 года система развёрнута во всех 25 тысячах магазинов двух сетей. В 2025 году X5 перешла к масштабированию ИИ во все ключевые процессы, что принесло около 5 млрд рублей дополнительной операционной прибыли [8].

После ухода иностранного поставщика F&R «Лента» выбрала российскую платформу Napoleon AI-Driven Replenishment для автоматизации пополнения запасов. Платформа прогнозирует спрос и автоматизирует процессы пополнения, которые раньше требовали множества ручных корректировок. ИИ сам прогнозирует спрос с учётом множества факторов, автоматизирует процессы пополнения запасов, заменяет ушедшее западное решение F&R. Результат: на первом этапе система покрывает около 60 % операционных потребностей сети. Проект рассчитан на два года с поэтапным масштабированием на все форматы магазинов [9].

«Магнит» приступил к масштабному внедрению собственной ИИ-системы Forecasting & Replenishment (F&R) для управления товарными запасами. Алгоритмы машинного обучения анализируют большие массивы данных: историю продаж, погодные условия, локальные события и даже активность в соцсетях. ИИ прогнозирует спрос с точностью до 90 %, оптимизирует пополнение на всей цепочке поставок, анализирует внешние факторы, включая погоду и соцсети. Результат: первая в России ИИ-система такого масштаба для офлайн-ритейла на полностью отечественном ПО. Проект уже прошел этап MVP (апрель 2025 года) и сейчас находится на стадии активного развертывания, которое завершится к 2027 году [10].

Анализ приведённых примеров позволяет выделить как общие черты, так и существенные различия в подходах России и зарубежных стран к внедрению ИИ в управление складскими запасами (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнение российского и зарубежного рынка

Критерий	Россия	Зарубежье
Драйвер внедрения	Импортозамещение. Уход западных вендеров	Рыночная конкуренция, стремление к технологическому лидерству
Основной фокус ИИ	Прогнозирование спроса, автоматизация пополнения запасов	Сквозная оптимизация, агентный ИИ, роботизация, цифровые двойники
Уровень зрелости	Активное внедрение, поиск собственных решений	Устоявшиеся экосистемы
Главные игроки	Крупные ритейлеры (X5, «Магнит», «Лента»), IT-разработчики (Napoleon IT)	Глобальные корпорации (Amazon, Walmart, GXO) и технологические стартапы
Технологии	Машинное обучение, ML-прогнозы	Интеграция с роботами, IoT, генеративный ИИ, агентный ИИ
Масштаб	До 25.000 точек (X5 Group)	Более 1 млн роботов (Amazon)

Разные драйверы – похожие технологии. И в России, и за рубежом используются схожие технологические подходы – машинное обучение, нейросети, агентный ИИ. Однако мотивы внедрения принципиально разные: на Западе это стремление к лидер-

ству и конкурентное преимущество, в России – необходимость заместить ушедшие иностранные решения.

Россия – на стадии активного догоняющего развития. Если в США и Европе ИИ-решения уже стали промышленным стандартом, то в России многие проекты находятся на этапе пилотного внедрения или масштабирования. Однако темпы роста впечатляют: X5 Group уже получила 5 млрд рублей эффекта, а «Магнит» создаёт первую полностью отечественную систему F&R.

Разный фокус применения. Зарубежные компании делают упор на сквозную оптимизацию всей цепи поставок, интеграцию ИИ с робототехникой и создание цифровых двойников. Российские компании пока сфокусированы на прогнозировании спроса и автоматизации пополнения - базовых, но критически важных задачах.

Общий тренд – движение к автономным складам. И в России, и в мире наблюдается переход от отдельных ИИ-инструментов к комплексным интеллектуальным системам, способным управлять складом с минимальным участием человека.

Проведённый анализ показывает, что искусственный интеллект действительно помогает решать ключевые задачи управления складскими запасами. Основные направления применения ИИ включают:

Прогнозирование спроса – алгоритмы машинного обучения и нейросети позволяют строить точные прогнозы с учётом десятков внешних факторов.

Автоматическое пополнение запасов – системы самостоятельно формируют заказы поставщикам, избегая дефицита и перепроизводства.

Роботизированная инвентаризация – роботы с компьютерным зрением полностью исключают ручной труд при проверке остатков.

Агентное управление – ИИ-агенты автономно принимают решения и координируют работу склада.

Примеры из России и мира показывают, что технологии схожие, но мотивы и контекст внедрения разные. За рубежом ИИ в управлении запасами – это про «как стать ещё лучше»: технологическое лидерство, сквозная оптимизация, агентный ИИ. В России – про «как не потерять управление»: ключевой драйвер – импортозамещение после ухода западных вендоров.

Практическая значимость проведённого исследования состоит в систематизации опыта внедрения ИИ в управление складскими запасами, что может быть полезно для компаний, рассматривающих цифровую трансформацию своих складских процессов.

Литература

1. Искусственный интеллект в складской логистике: глобальные тренды и российская реальность // Intekey. – 2024. – URL: intekey.ru
2. «Пятёрочка» и «Перекрёсток» переходят на систему пополнения запасов разработки X5 // ComNews. – 2025. – URL: comnews.ru
3. Amazon announces 3 AI-powered innovations to simplify and accelerate fulfillment // About Amazon. – 2024. – URL : aboutamazon.com
4. Inside the AI network orchestrating Walmart's fastest holiday deliveries yet // Walmart Corporate. – 2024. – URL : public.walmart.com
5. GXO optimizes inventory management with AI-powered robotics // GXO Logistics. – 2024. – URL : gxo.com
6. GXO IQ: The intelligent logistics platform // GXO Logistics. – 2024. – URL : gxo.com
7. Alibaba's DeepStock: AI-powered inventory management system // Alibaba Group. – 2023. – URL : alibabagroup.com
8. X5 Group generates RUB 5 bln in additional operating profit through AI solutions // X5 Group. – 2025. – URL: x5.ru
9. «Группа Лента» внедряет автоматизированную систему пополнения запасов от Napoleon IT // Retail Cnews. – 2025. – URL: retail.cnews.ru
10. «Магнит» разрабатывает собственную систему прогнозирования спроса и планирования заказов // ComNews. – 2025. – URL : comnews.ru
11. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров : для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М., Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX

12. Грузовые перевозки: учеб. пособие / А.А. Изюмский, И.С. Сенин, С.В. Коцурба. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2025. – 303 с.
13. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
14. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров: для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М., Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
15. Коновалова Т.В. Анализ и прогнозирование транспортных потоков с использованием Big Data и искусственного интеллекта в условиях городского трафика / Т.В. Коновалова, В.С. Ивина // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы: материалы IV Международной научно-практической конференции, Москва, 25 сентября 2024 года. – М. : Российский университет транспорта, 2024. – С. 27–30. EDN HHROXO
16. Концепция развития транспортной стратегии России / Т.В. Коновалова [и др.]. // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 1. – С. 66–67. EDN NLGTMC
17. Оценка проектных решений на транспорте / Т.В. Коновалова [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2020. – 357 с. ISBN 978-5-8333-0991-9 EDN ZHXYPM

References

1. Artificial Intelligence in Warehouse Logistics: Global Trends and the Russian Reality // Intekey. – 2024. – URL : intekey.ru
2. Pyaterochka and Perekrestok Transition to an Inventory Replenishment System Developed by X5 // ComNews. – 2025. – URL : comnews.ru
3. Amazon announces 3 AI-powered innovations to simplify and accelerate fulfillment // About Amazon. – 2024. – URL : aboutamazon.com
4. Inside the AI network orchestrating Walmart's fastest holiday deliveries yet // Walmart Corporate. – 2024. – URL : public.walmart.com
5. GXO optimizes inventory management with AI-powered robotics // GXO Logistics. – 2024. – URL : gxo.com
6. GXO IQ: The intelligent logistics platform // GXO Logistics. – 2024. – URL : gxo.com
7. Alibaba's DeepStock: AI-powered inventory management system // Alibaba Group. – 2023. – URL : alibabagroup.com
8. X5 Group generates RUB 5 bln in additional operating profit through AI solutions // X5 Group. – 2025. – URL : x5.ru
9. Lenta Group implements an automated inventory replenishment system from Napoleon IT // Retail Cnews. – 2025. – URL : retail.cnews.ru
10. Magnit develops its own demand forecasting and order planning system // ComNews. – 2025. – URL : comnews.ru
11. Transport Logistics: Technological Features and Personnel Competencies : for university postgraduate students, researchers in the transport sector, and practitioners / D.A. Dryuchin [et al.]. – M., Vologda : Infra-Inzheneriya, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
12. Freight Transportation : textbook / A.A. Izyumsky, I.S. Senin, S.V. Kotsurba. – Krasnodar : Kuban State University of Technology (KubSTU), 2025. – 303 p.
13. Konovalova T.V. Organization of Transport Services and Safety of the Transportation Process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Kuban State University of Technology, 2024. – 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
14. Transport Logistics: Technological Features and Personnel Competencies: For Postgraduate Students, Researchers in the Transport Sector, and Practitioners / D.A. Dryuchin [et al.]. – M., Vologda : Infra-Inzheneriya, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
15. Konovalova T.V. Analysis and Forecasting of Transport Flows Using Big Data and Artificial Intelligence in Urban Traffic Conditions / T.V. Konovalova, V.S. Ivina // Digital Transformation of Transport: Challenges and Prospects: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, Moscow, September 25, 2024. – M. : Russian University of Transport, 2024. – P. 27–30. EDN HHROXO
16. Concept for the Development of Russia’s Transport Strategy / T.V. Konovalova [et al.]. // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2024. – № 1. – P. 66–67. EDN NLGTMC
17. Evaluation of Design Solutions in Transport / T.V. Konovalova [et al.]. – Krasnodar : Kuban State University of Technology, 2020. – 357 p. ISBN 978-5-8333-0991-9 EDN ZHXYPM