

УДК 004.8:658.78

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СКЛАДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЛОГИСТИКЕ

Е.Д. МАЦЕВИЧ, Д. М. ЯКОВЛЕВА, А.Ф. ФИЛИМОНОВА

*Белорусский национальный технический университет
(г. Минск, Беларусь)*

E-mail: macevich0620@mail.ru; dasaa2304@gmail.com; annafilimonovaf@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема низкой эффективности традиционных систем управления складом (WMS) в условиях растущей волатильности спроса и расширения ассортимента. Обосновывается необходимость перехода к прогнозной и автономной логистике путем интеграции технологий искусственного интеллекта (ИИ): машинного обучения, компьютерного зрения и робототехники.

Abstract. This article examines the low efficiency of traditional warehouse management systems (WMS) in the face of increasing fashion volatility and product range expansion. It also argues for the need to transition to predictive and autonomous logistics using artificial intelligence (AI) technologies: machine learning, computer vision, and robotics.

Введение

Современные складские комплексы сталкиваются с постоянно растущим разнообразием ассортимента продукции, повышенными требованиями к скорости обработки заказов и волатильностью спроса, что делает традиционные системы управления складом (WMS), основанные на детерминированных правилах, неэффективными. Интеграция подходов искусственного интеллекта (ИИ) – включая машинное обучение, компьютерное зрение и роботизированные системы с агентами ИИ – делает возможным переход к прогнозной и автономной логистике.

Области применения искусственного интеллекта в складском хозяйстве и логистике

Ключевые области интеграции включают прогнозирование спроса и оптимизацию запасов, которые могут использовать рекуррентные нейронные сети (LSTM), алгоритмы градиентного бустинга (XGBoost, LightGBM) и гибридные модели, учитывающие сезонность и рекламные акции. Исследования показали, что внедрение прогнозирования с помощью ИИ может снизить уровень дефицита на 20% [1].

Вторая область – робототехника с элементами искусственного интеллекта: автономные мобильные роботы (AMR) используют одновременную локализацию и картографирование (SLAM) и глубокое обучение для идентификации объектов, а промышленные роботизированные манипуляторы, оснащенные компьютерным зрением (например, система Sereact), могут достигать точности захвата более 99,9%, тем самым сокращая время комплектации заказов до 60%.

Третья область – компьютерное зрение на складах: камеры с искусственным интеллектом контролируют погрузку и разгрузку, идентифицируют поврежденные товары, автоматически считывают штрих-коды и RFID-метки и интегрируются с системами управления складом (YMS).

Четвертая область – цифровые двойники и имитационное обучение: платформы на базе NVIDIA Omniverse или Siemens Tecnomatix могут создавать виртуальные копии складов и обучать агентов ИИ без воздействия на реальные объекты, что, как показали исследования, сокращает время простоя на 11–20%.

Для количественной оценки эффективности интеграции ИИ обычно используются такие показатели, как средняя точность (MAPE, s MAPE), цикл обработки заказа, пропускная способность (единиц в час) и рентабельность инвестиций. При полной реализации эти показатели могут обеспечить рентабельность инвестиций в размере 20-35% в течение 12-18 месяцев. Примеры из реальной жизни включают Amazon, чей робот Kiva в сочетании с планированием маршрутов на основе ИИ снизил затраты на обработку единиц продукции на 20%; российскую компанию X5 Group, которая достигла 95% автоматизации доставки благодаря управлению запасами с помощью ИИ; и KORUS Consulting, чья система YMS, использующая пять агентов ИИ, увеличила скорость входящих и исходящих поставок на 30% [2]. Однако остаются значительные проблемы: более 30% российских складов по-прежнему частично используют бумажные

Секция 3 «Цифровая обработка сигналов и машинное обучение»

книги учета (Data Mining Survey, 2024), существует нехватка специалистов по машинному обучению в промышленности, а внедрение даже базовой системы компьютерного зрения стоит до 5 миллионов рублей, что делает ее недоступной для малых и средних предприятий. Перспективные направления исследований включают: федеративное обучение для прогнозирования запасов без централизации данных, объяснимый искусственный интеллект (XAI) для управления складом с целью обеспечения соответствия нормативным требованиям, а также гибридные человеко-машинные системы, распределяющие задачи между операторами и автономными агентами.

Заключение

Интеграция ИИ в складскую логистику – не просто технологический тренд, а стратегическая необходимость для сохранения конкурентоспособности. Но массовое, а не только «чемпионское» (как у Amazon) внедрение возможно только при условии преодоления существующих барьеров – финансовых, инфраструктурных и кадровых барьеров. Перспективным направлением здесь выступают гибридные человеко-машинные системы, распределяющие задачи между операторами и автономными агентами, а также федеративное обучение, позволяющее прогнозировать запасы без централизации данных. Без решения этих вопросов экономический разрыв между лидерами автоматизации и остальным рынком будет только увеличиваться.

Список использованных источников

1. X5 introduces solutions for automated demand and replenishment planning [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.x5.ru/en/news/x5-introduces-solutions-for-automated-demand-and-replenishment-planning/>
2. Road Surface Analysis Through Prognostic Model Using Image Processing and Deep Learning Techniques [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10871755>