

DOI: 10.58168/STR2026_201-207

УДК 658.78

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

IMPROVEMENT OF SYSTEMS AND MEANS OF MECHANIZATION OF MODERN WAREHOUSES

Спицын А.А., к.т.н., доцент ВУНЦ BBC «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия. **Spitsyn A.A.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the VUNTS Air Force "VVA named after. prof. N.T. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Voronezh, Russia.

Чичков А.А., курсант ВУНЦ BBC «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия. **Chichkov A.A.**, cadet of the VUNTS Air Force "VVA named after. prof. N.T. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Voronezh, Russia.

Аннотация: В статье рассмотрены современные и перспективные средства механизации, применяемые в складских помещениях различных типов и масштабов. Проанализированы действующие системы, такие как погрузчики, конвейеры и краны-штабелёры, а также новые автоматизированные и роботизированные комплексы (AS/RS, AGV, AMR). Приведены преимущества и недостатки традиционных и инновационных решений, рассмотрены возможности интеграции механизированных систем с цифровыми платформами управления складами. В заключении обозначены тенденции развития технологий механизации, включая внедрение искусственного интеллекта, Интернета вещей и автономных решений, обеспечивающих эффективность и устойчивость логистических процессов.

Abstract: The article examines modern and advanced mechanization systems used in warehouses of different scales and functional purposes. It analyzes existing equipment such as forklifts, conveyors, and stacker cranes, as well as emerging automated and robotic solutions (AS/RS, AGV, AMR). The paper highlights the advantages and disadvantages of traditional and innovative approaches and explores the integration of mechanized systems with digital warehouse management platforms.

Perspectives for the future include the adoption of artificial intelligence, the Internet of Things, and autonomous systems to enhance operational efficiency and ensure sustainable logistics performance.

Ключевые слова: механизация, склад, автоматизация, роботизация, логистика, системы хранения, средства транспортировки, цифровизация

Keywords: mechanization, warehouse, automation, robotics, logistics, storage systems, transport equipment, digitalization

Складская логистика является одним из ключевых элементов цепочки поставок, определяющим скорость оборачиваемости товаров, точность выполнения заказов и общие операционные затраты предприятия. В условиях роста объемов интернет-торговли, ужесточения требований к срокам доставки и дефицита квалифицированных кадров, совершенствование средств механизации складских помещений выходит на первый план.

Эволюция складской техники прошла путь от простых ручных тележек до автоматизированных и роботизированных комплексов, управляемых искусственным интеллектом. Современный этап характеризуется не просто увеличением грузоподъемности или скорости, а интеграцией оборудования с информационными системами, внедрением автономных транспортных средств и применением технологий «Индустрии 4.0». В данной статье рассматриваются традиционные средства механизации, их преимущества и ограничения, а также перспективные технологические решения, определяющие облик складов будущего.

1. Традиционные средства механизации: возможности и ограничения

На протяжении десятилетий основу парка складской техники составляли универсальные машины, выполняющие широкий спектр операций. К ним относятся вилочные погрузчики (электрические и с двигателями внутреннего сгорания), штабелеры, ричтраки, а также конвейерные системы и мостовые краны.

Вилочные погрузчики и штабелеры являются наиболее распространенным видом оборудования. Их преимущества — высокая грузоподъемность (до 10 тонн и более), возможность работы с различными типами грузов (паллеты, длинномеры,

сыпучие материалы), относительная простота обслуживания и невысокая стоимость входа по сравнению с автоматизированными системами. Ричтраки, в свою очередь, позволяют эффективно использовать высоту склада и работать в узких проходах, увеличивая плотность хранения.

Однако у этой техники есть существенные недостатки. Во-первых, это зависимость от квалификации и физического состояния оператора: ошибки водителя приводят к повреждению товара, поломке стеллажей и травматизму. Во-вторых, погрузчики с двигателями внутреннего сгорания ограниченно применимы в закрытых помещениях из-за выхлопных газов, а электрические модели требуют организации зарядных станций и регулярной замены аккумуляторов. В-третьих, эксплуатация такого парка сопряжена с высокими затратами на техническое обслуживание и страхование.

Конвейерные системы (ленточные, роликовые, цепные) широко применяются для линейного перемещения грузов между зонами приемки, хранения и отгрузки. Их достоинства — высокая пропускная способность, непрерывность потока и низкая себестоимость транспортировки единицы продукции при стабильном ассортименте. Однако конвейеры имеют низкую гибкость: изменение маршрута или расширение мощностей требует остановки производства и значительных капитальных вложений. Кроме того, они занимают много полезной площади и плохо адаптируются к сезонным колебаниям объемов.

Стеллажные системы с механизированным доступом (глубинные, передвижные стеллажи) позволяют максимально уплотнить хранение, но требуют точного позиционирования техники. Их недостатком является сложность доступа к «глубоким» ячейкам, что замедляет операции отбора и повышает риск повреждения конструкций.

Таким образом, традиционная механизация, при всех ее достоинствах, обладает рядом ограничений: она требует постоянного участия человека, не позволяет оперативно перестраивать логистические потоки и часто становится «узким местом» при масштабировании бизнеса.

2. Новые средства механизации: от автоматизации к интеллекту

Современное совершенствование средств механизации направлено на устранение недостатков классической техники за счет внедрения роботизированных систем, искусственного интеллекта и интернета вещей (IoT). Ниже рассмотрены ключевые инновации.

2.1. Автономные мобильные роботы (AMR) и автоматические транспортные средства (AGV)

AGV (Automatic Guided Vehicle) и AMR (Autonomous Mobile Robot) приходят на смену традиционным погрузчикам. Если AGV движутся по фиксированным маршрутам (магнитная лента, QR-коды), то AMR используют технологию SLAM (одновременное построение карты и локализация) для динамической навигации в пространстве. Они оснащены лидарами, камерами и ультразвуковыми датчиками, позволяющими объезжать препятствия и людей.

Преимущества:

- Полная автономность: роботы выполняют транспортные задачи без участия оператора.
- Масштабируемость: увеличение флота не требует перестройки инфраструктуры.
- Интеграция с WMS (Warehouse Management System) для оптимизации маршрутов в реальном времени.

Ограничения: высокая стоимость внедрения, необходимость в устойчивом Wi-Fi-покрытии, ограниченная грузоподъемность (до 2–3 тонн у большинства моделей), сложность работы в неструктурированных внешних зонах.

2.2. Роботизированные системы «товар к человеку» (Goods-to-Person) (Goods-to-Person)

В отличие от традиционной схемы, где сборщик заказа перемещается по складу, системы Goods-to-Person доставляют стеллажи или контейнеры с товаром к стационарной станции комплектации. Наиболее известные реализации — роботы-кариеры, которые перемещают модульные стойки (как в системах Amazon Robotics).

Преимущества:

- Рост производительности сборщиков в 2–4 раза за счет устранения холостых переходов.

- Экономия на освещении и климат-контроле (активные зоны локальны).
- Гибкость: изменение ассортимента требует только перенастройки ПО.

Ограничения: высокая стоимость реализации, необходимость использования стандартизированной тары, ограничения по весу и габаритам перемещаемых грузов.

2.3. Интеллектуальные конвейеры и сортировочные системы

Современные конвейеры оснащаются датчиками, RFID-считывателями и управляются с помощью алгоритмов машинного обучения. Они способны автоматически распределять грузы по направлениям, распознавать дефекты упаковки и перенаправлять потоки в зависимости от загруженности участков. Применяются также роботизированные манипуляторы для паллетирования и депаллетирования.

Преимущества:

- Адаптивность к изменению ассортимента и объемов.
- Сокращение времени обработки заказов.
- Снижение повреждений товара за счет точного позиционирования.

Ограничения: значительные первоначальные инвестиции, сложность интеграции с существующими зданиями, необходимость в квалифицированном обслуживающем персонале.

Совершенствование средств механизации в складских помещениях сегодня осуществляется по пути замены традиционной техники, управляемой человеком, на интеллектуальные роботизированные системы, интегрированные в единое цифровое пространство. Новые технологии — AGV/AMR, системы «товар к человеку», интеллектуальные конвейеры, экзоскелеты и дроны — позволяют не только повысить производительность и точность операций, но и значительно сократить зависимость от дефицитных трудовых ресурсов, а также улучшить условия труда.

Сроки массового внедрения этих решений зависят от отрасли и масштаба бизнеса. В сегменте электронной коммерции и крупных распределительных центров роботизированные системы становятся стандартом уже в ближайшие 2–3 года. Для небольших складов более актуальны поэтапная автоматизация и использование экзоскелетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникин, Б. А. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика / Б. А. Аникин, Т. А. Родкина. — М. : Проспект, 2022. — 608 с.
2. Волгин, В. В. Склад: организация, управление, автоматизация / В. В. Волгин. — М. : Дашков и К°, 2023. — 736 с.
3. Григорьев, М. Н. Логистика. Продвинутый курс / М. Н. Григорьев, А. П. Долгов, С. А. Уваров. — М. : Юрайт, 2023. — 472 с.
4. Международная федерация робототехники (IFR). World Robotics 2024 – Industrial Robots. — Франкфурт-на-Майне: IFR Statistical Department, 2024. — 220 с.
5. Сергеев, В. И. Цифровая трансформация логистики: технологии, платформы, экосистемы / В. И. Сергеев, В. В. Дыбская. — М. : ИНФРА-М, 2023. — 384 с.
6. Технический отчет: «Применение автономных мобильных роботов (AMR) в складской логистике» / Национальная ассоциация участников рынка робототехники (НАУРР). — М., 2024. — 92 с.
7. Шульженко, Т. Г. Инновационные технологии складской логистики: от автоматизации к интеллектуализации / Т. Г. Шульженко // Логистика сегодня. — 2024. — № 2. — С. 24–31.

REFERENCES

1. Anikin, B. A. Logistics and supply chain management. Theory and practice / B. A. Anikin, T. A. Rodkina. — M.: Prospekt, 2022. — 608 p.
2. Volgin, V. V. Warehouse: organization, management, automation / V. V. Volgin. — M.: Dashkov and Co., 2023. — 736 p.
3. Grigoriev, M. N. Logistics. Advanced course / M. N. Grigoriev, A. P. Dolgov, S. A. Uvarov. — M.: Yurait, 2023. — 472 p.
4. International Federation of Robotics (IFR). World Robotics 2024 – Industrial Robots. — Frankfurt am Main: IFR Statistical Department, 2024. — 220 p.
5. Sergeev, V. I. Digital transformation of logistics: technologies, platforms, ecosystems / V. I. Sergeev, V. V. Dybskaya. - Moscow: INFRA—M, 2023. - 384 p.

6. Technical report: "Application of autonomous mobile robots (AMR) in warehouse logistics" / National Association of Robotics Market Participants (NAURR), Moscow, 2024, 92 p.

7. Shulzhenko, T. G. Innovative technologies of warehouse logistics: from automation to intellectualization // Logistics today. - 2024. — No. 2. — pp. 24-31.