

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2024, Том 16, № s2 / 2024, Vol. 16, Iss. s2 <https://esj.today/issue-s2-2024.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/17FAVN224.pdf>

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Привалов, К. Д. Роботизации логистики складирования: возможности и перспективы / К. Д. Привалов // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № s2. — URL: <https://esj.today/PDF/17FAVN224.pdf>

For citation:

Privalov K.D. Robotization of warehousing logistics: opportunities and prospects. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024;16(s2): 17FAVN224. Available at: <https://esj.today/PDF/17FAVN224.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 338

Привалов Кирилл Денисович

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Россия
E-mail: privkd@gmail.com

Научный руководитель: **Швандар Дарья Владимировна**

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Россия
Заместитель заведующего кафедры «Логистики»
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: DVSHvandar@fa.ru

Роботизации логистики складирования: возможности и перспективы

Аннотация. Складские роботы относятся к беспилотным транспортным средствам, которые способны выполнять определенные задачи на складе или в распределительном центре. Многие компании пытаются избавить работников от повторяющихся и опасных задач с помощью интеллектуальной автоматизации. Сочетая механизированное оборудование с современным программным обеспечением, получают роботы, которые более эффективны, чем ручной труд. Хотя существует множество различных типов роботов и систем автоматизации для обработки заказов, большинство из них запрограммированы на выполнение определенной складской функции. Это может включать задачи, связанные с приемом, сортировкой, транспортировкой материалов и пополнением заказов, а также комплектацией и упаковкой, утилизацией. Современные информационные технологии такие как искусственный интеллект (ИИ) и Интернет вещей (IoT) активно применяются в логистике. В данной статье исследуется роль роботизации складских помещений. Цифровизация в логистике представляет собой важный инструмент для улучшения всех бизнес-процессов на складе. Однако для ее реализации требуется большое кол-во получаемых данных и их систематизация, создание алгоритмов и их корректировка с учетом ошибок и отклонений от заданных параметров. В статье основное внимание уделяется вопросам исследования роботизации, в том числе преимуществ и недостатков при использовании, повышению степени их адаптивности к требованиям логистической системы. Примеры внедрения роботов в логистику складирования показывают сокращение издержек и снижение риска человеческой ошибки в бизнес-операциях. Поэтому исследование возможностей и перспектив использования роботизированного оборудования на складах актуально в современных условиях.

Ключевые слова: цифровизация в логистике; автоматизация бизнес-процессов; роботизированное оборудование; логистика складирования; логистика; роботизация; экономика

Введение

На сегодняшний день внедрение автоматизированных систем и роботов стало обыденностью, их использование в бизнес-процессах логистики складирования. Нацеленность на повышение эффективности складов является приоритетной задачей для многих компаний, что связано с требованиями к сервису и быстрому росту электронной коммерции.

Целью данной работы является изучение роли роботизации складских помещений.

Объект исследования — логистика складирования.

Предмет — роботизации складских помещений.

1. Методы и материалы

В данном исследовании были применены методы теоретического анализа, структурирования тематической информации, реферирования научной литературы, синтеза частичных результатов исследования в итоговый научный вывод.

Для достижения поставленной цели в работе были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать виды роботов, применяемых в логистике складирования.
2. Найти плюсы и минусы применения роботов в логистике складирования.
3. Примеры внедрения роботов в логистике складирования.

Теоретической базой исследования стали научные труды таких российских ученых, как: Д.О. Дронь, С.А. Евдовская [1]; Н.А. Андреев [2]; А.А. Арский, Г.П. Быкова, Ф.Д. Венде [и др.] [3]; М. Воронцова, Ф. Венде [4]; А.А. Арский, Г.П. Быкова, Ф.Д. Венде [и др.] [5]; И.А. Пузанова [6]; И.А. Реброва, Е.В. Бугаенко [7]; Д.А. Матвеева, Е.Н. Полешук [8]; А.В. Халын, В.Г. Халын [9]; Е.В. Неверова [10]; А.Н. Будяков, И.Л. Халеева [11] и т. д.

Информационной базой исследования стали официальные сайты компаний (X5 Retail Group, Amazon, Alibaba Group), данные открытых Интернет-ресурсов.

2. Результаты обсуждения

По данным McKinsey & Co, индустрия транспорта и логистики со временем увеличит свою стоимость на 89 % за счет внедрения искусственного интеллекта. Розничная торговля может со временем увеличить расходы на 87 %.¹ Независимо от того, как происходит анализ, бизнес может извлечь выгоду из внедрения искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект обычно относится к способности компьютера выполнять когнитивные функции, которые мы обычно ожидаем только от человеческого разума, такие как обучение, рассуждения и решение проблем.

Часто искусственный интеллект для приложений, связанных с цепью поставок, делится на две категории:

Дополнение: искусственный интеллект, который помогает людям справляться со своими повседневными задачами.

¹ McKinsey & Company. Digital logistics: Technology race gathers momentum — Режим доступа — <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-logistics-technology-race-gathers-momentum> (дата обращения: 02.05.2024).

Автоматизация: искусственный интеллект, способный функционировать без вмешательства человека.

Когда роботы впервые появились в цепи поставок, у них не было приборов, которые позволили бы им воспринимать свое окружение. Теперь складские роботы могут быть оснащены тепловыми и тактильными датчиками в дополнение к визуальным и слуховым датчикам.

Тепловые датчики измеряют температуру окружающей среды на поверхности. Тактильные датчики позволяют роботам воспринимать прикосновения. В сочетании с искусственным интеллектом и машинным обучением данные этих датчиков позволяют роботам принимать решения на основе информации из окружающей среды [12].

Интегрированное программное обеспечение для управления складом (WMS) или системы ZPL являются основой складской деятельности. Информация может беспрепятственно поступать из каналов сбыта в систему обработки заказов, а затем в упаковку. Точные данные позволяют перемещать все без каких-либо проблем.

Некоторые типы роботов, которые будут описаны позже в этой статье, поставляются с WMS как часть системы. Однако большинство типов роботов, которые мы собираемся изучить, могут быть интегрированы в работу склада независимо от их программного обеспечения для эксплуатации. Однако роботам по-прежнему требуются точные данные о запасах, чтобы гарантировать, что роботы получают максимальную отдачу от их использования.

Как уже было упомянуто ранее, искусственный интеллект позволяет роботам принимать решения на основе данных. Следовательно, неверные данные могут привести к неправильным решениям [12].

Современная складская робототехника включает в себя как стационарных, так и мобильных роботов, каждый из которых обладает своими уникальными преимуществами. Выбор идеального решения для робототехники зависит не только от текущего размера и масштабов бизнеса, но и от долгосрочных целей. Вот наиболее распространенные категории складской робототехники, то, как она работает, и преимущества их использования.

Автоматизированные управляемые транспортные средства (AGV) и их более мелкие аналоги, автоматизированные управляемые транспортные средства (AGC), доставляют инвентарь на склад. Обычно они следуют по магнитной полосе или дорожке, проложенной на полу склада. Для AGV, которые не следуют по шоссе, они оснащены дополнительными сканерами безопасности, которые позволяют использовать их с механическими транспортными средствами. Они также включают карту склада и расположение всех принадлежностей. Бельгийская логистическая компания 2XL использовала автоматизированные транспортные средства с системой управления, чтобы значительно повысить эффективность своего склада. Они изменили свою модель, включив в нее робототехнику, чтобы повысить безопасность и стабильность. Большие размеры склада означали, что рабочие проводили большую часть своего времени, просто переезжая из одного района в другой, поэтому имело смысл переключить эту работу на робототехнику. В дополнение к экономии времени использование роботизированных технологий связано с круглосуточной работой без выходных. AGV повышает эффективность складирования и снижает затраты. Аккумуляторам AGV требуется всего 8 минут для зарядки. Благодаря высокой производительности и экономичным возможностям AGVs новая система окупилась всего через год после установки.

Автономные мобильные роботы (AMR) похожи на AGV в том, что они используют сенсорную технологию для доставки товаров на склад [12]. Однако, в отличие от AGV, они не требуют заранее определенного маршрута. AMR исследует окружающую среду с помощью компьютеров, бортовых датчиков и карт. Эти маленькие и проворные роботы могут

идентифицировать и точно сортировать информацию на каждой упаковке. Данные роботы имеют возможность двигаться по всему складу, поскольку они умеют создавать свои маршруты в зависимости от заданной операции. Также большим их плюсом является возможность корректировки маршрута, например, объезд препятствий. Роботы могут сократить большое количество процессов, таких как сортировка и снизить количество ошибок от человеческого фактора, и даже не имеет значения длинный это процесс или короткий, роботы позволяют обеспечить высокую точность и стабильность выполнения работ. Благодаря чему компании смогут добиться более высокого уровня точности инвентаризации на своих складах. Помимо помощи в сборе и сортировке, AMR можно использовать для ежедневного подсчета запасов.

Счетные роботы, такие как TagSurveyor, могут сканировать инвентарь на расстоянии до 25 футов благодаря радиочастотным датчикам и сканерам. Вместо того, чтобы подсчитывать запасы каждые несколько месяцев, склад может ежедневно их контролировать, что повышает точность и предотвращает кражу инвентаря. На данный момент именно китайские склады являются лидерами, так как они на них приходится 40 % от всех поставок в мире. А это около 300 миллионов посылок в день, это всё стало возможно благодаря скорости и точности роботов. Робот AMRS может сортировать около 18 000 посылок в час, снижая затраты для сотрудников до 70 %. Примером реализации таких роботов в России является X5 Retail Group, которые уже с 2019 года используют модель Geek +s20 на своих распределительных центрах.²

Воздушные беспилотники привлекают внимание с 2013 года, когда Джефф Безос представил концепцию беспилотника Amazon «Octocopter», который доставлял посылки прямо к дверям своих клиентов. Хотя идея доставки с помощью дронов еще не совершенна, дроны по-прежнему обладают огромным потенциалом для логистики. Дроны могут помочь рационализировать бизнес-процессы инвентаризации, быстро сканируя автоматизированные складские помещения. Воздушным беспилотникам не нужны маркеры или лазеры для наведения на цель. Они используют оптические системы, а также технологии глубокого обучения и компьютерного зрения для навигации по складам. Кроме того, они не занимают много места на складе и вряд ли будут мешать людям или другим роботизированным устройствам. Дроны могут быстро перемещаться в труднодоступные и опасные места. Они могут сканировать информацию намного быстрее, чем обычный человек, и сохранять наиболее точные данные, которые мгновенно загружаются в программное обеспечение для управления запасами на складе. Большинство беспилотников, используемых сегодня, представляют собой роботизированные устройства, управляемые оператором с мобильных устройств. Однако конечной целью технологии беспилотных летательных аппаратов будет повышение автономности, которая практически не требует помощи человека. Одним из примеров использования воздушных беспилотников для инвентаризации склада стала компания «UVL-Robotics». Компания провела инвентаризацию складов на заводе «PepsiCo» для 6 000 паллет-мест. Дроны были оборудованы системой сканирования кодов, камерой высокого разрешения, датчиками предупреждения столкновения и системой позиционирования.²

Складская робототехника: автоматизированные системы хранения и поиска информации AS/RS представляет собой технологию, благодаря которой можно перемещать запасы по хранилищу или складу. В большинстве случаев данная система интегрируется в сочетании с программным обеспечением для управления запасами, которое занимается управлением операциями. Они существуют в различных формах в зависимости от типа задач, требуемой системы или продуктов, с которыми требуется работать. Они могут функционировать либо как шаттл по стационарному пути, либо как кран, перемещающий грузы

² ИБС Экспертиза. «Умный склад»: реальные примеры реализации технологии — Режим доступа — <https://ibs.ru/media/umnyy-sklad-realnye-primery-realizatsii-tekhnologii/?ysclid=lvp1octe2s76245075> (дата обращения: 02.05.2024).

между проходами. Правда, в настоящее время существуют роботы-скалолазы, такие как Skypod, которые также могут выполнять заказы клиентов. Одним из ярких примеров в мире стала компания «Alibaba», одна из самых крупных розничных торговцев. Они смогли продемонстрировать полезность систем AS/RS на складе в Китае. Только благодаря 60 роботам они смогли сократить затраты на рабочую силу на 70 %.³ Их роботы работают в сочетании с Wi-Fi, подвозя товары рабочим, которые потом нужно упаковать или отправить по почте. В результате их эффективность резко возросла, а объем производства утроился. Однако нужно учитывать, что сокращение рабочей силы на такие значения может являться и минусом, так как это приведёт к повышению уровня безработицы в мире.

В России ярким примером внедрения автоматизированной системы хранения и поиска информации является компания «СИТЕК», которая занималась автоматизацией для компании «X-Com». Они произвели переход с системы «1C: Управление торговлей» на «1C: WMS Логистика. Управление складом», благодаря чему повысили скорость работы и снизили ошибки в работе от человеческого фактора. Статистика показала повышение средней скорости сборки и комплектации заказов в 3 раза, а объем бумажной сократился на 98 %.²

Компании, инвестирующие в робототехнику, видят множество ощутимых и очевидных преимуществ для своего бизнеса. Снижение затрат, таких как стоимость упаковки и повышение эффективности, является очевидным результатом для большинства компаний, но есть и менее очевидные преимущества использования роботизированных технологий. Человеческая ошибка может дорого обойтись бизнесу и значительно снизить прибыль. Роботы значительно снижают затраты на хранение, каждый раз выполняя работу правильно с первого раза, если верно поставлена задача. Реальность розничной торговли такова, что здесь бывают напряженные и неспешные сезоны. Робототехника позволяет складам быстро справляться с возросшими требованиями к пропускной способности. Например, во время курортного сезона может быть трудно нанять и обучить новых сотрудников достаточно быстро, чтобы не отставать от результатов прогнозирования спроса. Робототехника упрощает работу с этим увеличением, поскольку позволяет ему работать круглосуточно без снижения производительности. Робототехника складов помогает повысить безопасность работников. Они выполняют опасную работу, которая подвергает опасности рабочих. Теперь, когда роботы могут эффективно работать бок о бок с людьми, они могут выполнять более опасные задачи, такие как спуск инвентаря с высоты или переноска тяжелых грузов. Помимо обеспечения безопасности на складах, сотрудники становятся более уверенными. Многие работники избавляются от беспокойства и стресса, когда роботы выполняют рутинную или рискованную часть работы. Увеличение скорости доставки и уменьшение количества человеческих ошибок неизбежно повысят удовлетворенность клиентов. Обслуживание клиентов имеет решающее значение для поддержания и развития любого бизнеса. Чем быстрее бизнес сможет безупречно выполнять свою деятельность, тем больше клиентов к вам вернется. Помимо улучшения обработки заказов, робототехника может дать сотрудникам больше времени, чтобы сосредоточиться на работе с клиентами. Вместо ручных упаковочных листов роботы автоматизируют упаковку, коммуникации и последующие меры контроля, чтобы улучшить взаимодействие клиентов с бизнесом. Помимо повышения удовлетворенности клиентов, робототехника может улучшить имидж компании как прогрессивной и инновационной.

Робототехника на основе краткосрочной или долгосрочной аренды, также известная как робототехника как услуга (RaaS), позволяет клиентам платить ежемесячную или годовую плату вместо прямой покупки роботов, таких как вилочные погрузчики или другое оборудование.

³ MailOnline. Wifi-equipped robots triple work efficiency at the warehouse of the world's largest online retailer — Режим доступа — <https://www.dailymail.co.uk/news/article-4754078/China-s-largest-smart-warehouse-manned-60-robots.html> (дата обращения: 02.05.2024).

RaaS позволяет интегрировать роботов на склад без необходимости брать на себя чрезмерные финансовые обязательства и избегать проблем, связанных с развертыванием, интеграцией и текущим обслуживанием. Аренда представляет собой операционные расходы, превышающие капитальные затраты, поэтому любой крупный бизнес сможет получить доступ к «Robotics» в ближайшие дни.

Заключение

Таким образом, можно сказать, что покупка хотя бы одного робота — это уже капитальное вложение в будущее. Это позволит компании снизить затраты в будущем. В сочетании с прогрессивными WMS-системами роботизация совершенствует логистику на складе. Важно учитывать, что роботизация требует полного переоборудования всей инфраструктуры склада, так как не все старые системы могут работать в паре с новыми. Именно поэтому преимущественно крупные компании проводят роботизацию своих складов, а для малого и среднего бизнеса это пока что не эффективно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дронь, Д.О. Цифровизация в складской логистике: робототехника / Д.О. Дронь, С.А. Евдовская // Цифровые технологии: настоящее и будущее: Сборник статей Национальной научно-практической конференции с международным участием, Тольятти, 16 ноября 2022 года. — Тольятти: Частное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинская академия управления», 2022. — С. 180–186. — EDN LQWFMJ.
2. Андреев, Н.А. Перспективы применения беспилотного транспорта в России / Н.А. Андреев — DOI 10.15862/42ECOR123 // Отходы и ресурсы. — 2023. — Т. 10, № 1. — EDN QIUGFB.
3. Логистика в цифровой экономике: тенденции и векторы развития / А.А. Арский, Г.П. Быкова, Ф.Д. Венде [и др.]. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2023. — 212 с. — ISBN 978-5-406-10533-7. — EDN WUXDCC.
4. Воронцова, М. Возможности использования управления мастер-данными в логистике складирования / М. Воронцова, Ф. Венде // Логистика. — 2021. — № 1(170). — С. 18–22. — EDN EGVUBH.
5. Логистика: теория и практика / А.А. Арский, Г.П. Быкова, Ф. Д. Венде [и др.]. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2023. — 242 с. — ISBN 978-5-406-11809-2. — EDN ATVEGU.
6. Пузанова, И.А. Современные тенденции логистики складирования / И.А. Пузанова // Актуальные проблемы управления — 2021: Материалы 26-й Международной научно-практической конференции, Москва, 23–24 ноября 2021 года / Редколлегия: М.Н. Белоусова, О.И. Ларина, А.С. Лобачева [и др.]. — Москва: Государственный университет управления, 2022. — С. 228–232. — EDN NVOPOB.

7. Реброва, И.А. Автоматизация и роботизация систем складирования / И.А. Реброва, Е.В. Бугаенко // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство: Сборник материалов IV Национальной научно-практической конференции, Омск, 22–23 апреля 2021 года. — Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2021. — С. 139–144. — EDN KFHDUX.
8. Матвеева, Д.А. Инновационные технологии в складской логистике / Д.А. Матвеева, Е.Н. Полешук // Экономика. наука. инноватика: Материалы II международной научно-практической конференции приуроченной 100-летию ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», Донецк, 19 марта 2021 года. — Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2021. — С. 303–305. — EDN GNDLEP.
9. Халын, А.В. Автоматизация систем складирования на основе внедрения логистических роботов / А.В. Халын, В.Г. Халын — DOI 10.17513/vaael.2775. // Вестник Алтайской академии экономики и права. — 2023. — № 4-1. — С. 133–136. — EDN JKPВON.
10. Неверова, Е.В. Цифровизация и автоматизация систем складирования: тренды и проблемы / Е.В. Неверова — DOI 10.38161/978-5-7823-0753-0-2022-156-162 // Новые бизнес-модели цифровой экономики в субъектах РФ: сборник статей по материалам всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 ч., Хабаровск, 21 марта 2022 года. Том ЧАСТЬ 1. — Хабаровск: Хабаровский государственный университет экономики и права, 2022. — С. 156–162. — EDN MGTKLD.
11. Будяков, А.Н. Роботизация логистических процессов в нефтегазовых компаниях / А.Н. Будяков, И.Л. Халеева — DOI 10.54220/V.RSUE.1991-0533.2022.79.3.008. // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). — 2022. — № 3(79). — С. 63–69. — EDN REVIEH.
12. Пузанова, Е.А. Информационные технологии, цифровизация и роботизация как средства повышения стратегических возможностей логистических систем предприятий / Е.А. Пузанова // Стратегические приоритеты развития социально-экономических систем в условиях цифровизации: монография. — Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2020. — С. 85–103. — EDN WZSBNQ.

Privalov Kirill Denisovich

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia
E-mail: privkd@gmail.com

Academic adviser: **Shvandar Daria Vladimirovna**

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia
E-mail: DVSHvandar@fa.ru

Robotization of warehousing logistics: opportunities and prospects

Abstract. Warehouse robots refer to unmanned vehicles that are capable of performing certain tasks in a warehouse or distribution center. Many companies are trying to save workers from repetitive and dangerous tasks through intelligent automation. Combining mechanized equipment with modern software, robots are obtained that are more efficient than manual labor. Although there are many different types of robots and automation systems for order processing, most of them are programmed to perform a specific warehouse function. This may include tasks related to receiving, sorting, transporting materials and replenishing orders, as well as picking and packing, and disposal. Modern information technologies such as artificial intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) are actively used in logistics. This article explores the role of warehouse robotics. Digitalization in logistics is an important tool for improving all business processes in a warehouse. However, its implementation requires a large number of received data and their systematization, creation of algorithms and their correction taking into account errors and deviations from the specified parameters. The article focuses on the issues of robotics research, including the advantages and disadvantages of using them, increasing their adaptability to the requirements of the logistics system. Examples of the introduction of robots into warehousing logistics show cost reduction and reduction of the risk of human error in business operations. Therefore, the study of the possibilities and prospects of using robotic equipment in warehouses is relevant in modern conditions.

Keywords: digitalization in logistics; automation of business processes; robotic equipment; warehousing logistics; logistics; robotics; economics