Научная статья

https://doi.org/10.54220/v.rsue.1991-0533.2025.89.1.015
УДК 658.78.06+164+ 001.895

***Третьяченко Т. В.*[1]*, *Позднухов Д. С.*[1]**
[1] *Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), Ростов-на-Дону, Россия*
** tat050161@yandex.ru*

СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННУЮ СКЛАДСКУЮ ЛОГИСТИКУ

Аннотация. *Введение.* Статья посвящена вопросам инновационного развития складской логистики, применения умных технологий в указанной сфере. Появление новых технологий, рост электронного бизнеса, повышение уровня обслуживания клиентов – вот лишь некоторые из факторов, свидетельствующих об изменениях, произошедших в секторе складской логистики за последние годы. В свете этих изменений качественная инфраструктурная составляющая складской логистики, и особенно ее терминально-складская подсистема, необходимы для успеха любой компании. Поэтому внедряемые в деятельность складов и их инфраструктуру современные технологии должны быть не только направлены на удовлетворение запросов клиентов, но и учитывать сложившуюся конкурентную среду, чтобы создавать, доставлять и сохранять ценности. *Материалы и методы.* В основу исследования легли работы отечественных и зарубежных ученых, занимающихся научными изысканиями в сфере складской логистики и ее цифровой трансформации. Использованы положения системной парадигмы, общенаучные методы исследования, такие как как сравнительный, структурный и логический анализ. *Результаты исследования.* Авторы размышляют о настоящем и будущем складского хозяйства в контексте складской логистики и ее инфраструктурной составляющей, а также о применении новых технологий в ответ на запросы клиентов. С этой целью представляется концепция цифрового преобразования, новые технологии рассматриваются как ценный актив в современном складском хозяйстве; дается определение концепции складской логистики, прослеживаются различные этапы ее эволюции, подчеркивается важность интеграции всех участников складского процесса; описываются некоторые из наиболее значимых технологий, используемых в мировой и отечественной практике в настоящее время. Представлено описание использования в складской логистике таких инновационных продуктов, как робототехника, Big Data, технологии электронного обмена данными, аддитивные технологии. *Обсуждение и заключение.* Несмотря на то что на этапе внедрения инновационных технологий в складскую логистику предприятия несут дополнительные расходы, этот процесс стал для них неотъемлемой составляющей, поскольку впоследствии модернизированные складские процессы берут на себя значительную часть расходов, сокращая время и ресурсы на их организацию и управление, повышая качество обслуживания клиентов, что в конечном итоге создает дополнительную ценность их бизнесу.

Ключевые слова: автоматизация, инновационные разработки, искусственный интеллект, складская логистика, цифровые технологии.

Для цитирования: Третьяченко Т. В., Позднухов Д. С. Современные инновационные технологии и перспективы их внедрения в отечественную складскую логистику. *Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ).* 2025;1(32):151-165. doi: 10.54220/v.rsue.1991-0533.2025.89.1.015

Research article

JEL L95 R42 M11

MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND THE PROSPECTS FOR THEIR IMPLEMENTATION IN DOMESTIC WAREHOUSE LOGISTICS

***Tretyachenko T.*[1]*, *Pozdnukhov D.*[1]**
[1] *Rostov State University of Economics, Rostov-on-Don, Russia*
** tat050161@yandex.ru*

Abstract. *Introduction.* The article is devoted to the issues of innovative development of warehouse logistics, the use of smart technologies in this area. The emergence of new technologies, the growth of e-business, and increased customer service are just some of the factors that indicate the changes that have taken place in the warehouse logistics sector in recent years. In the light of these changes, a high-quality infrastructural component of warehouse logistics and especially its terminal and warehouse subsystems are essential for the success of any company. Therefore, modern technologies implemented in warehouses and their infrastructure should be aimed at not only meeting customer needs, but also take into account the current competitive environment in order to create, deliver and preserve value. *Materials and methods.* The research is based on the work of domestic and foreign scientists engaged in scientific research in the field of warehouse logistics and its digital transformation. During the work on the article, the authors used the provisions of the system paradigm, general scientific research methods such as comparative, structural and logical analysis. *Research results.* In this article, the authors reflect on the present and future of warehousing in the context of warehouse logistics and its infrastructural component, as well as the application of new technologies in response to customer requests. To this end, firstly, the concept of digital transformation is presented, new technologies are considered as a valuable asset in the modern warehouse industry. Secondly, the concept of warehouse logistics is defined, the various stages of its evolution are traced, and the importance of integrating all participants in the warehouse process is emphasized. Thirdly, it describes some of the most significant technologies currently used in world and domestic practice. The article concludes with a description of the use of innovative products such as robotics, Big Data, electronic data exchange technologies, and additive technologies in warehouse logistics. *Discussion and conclusion.* Despite the fact that enterprises incur additional costs at the stage of introducing innovative technologies into warehouse logistics, this process has become an integral component for them, since subsequently modernized warehouse processes take on a significant part of the costs, reducing the time and resources for their organization and management, improving the quality of customer service, which ultimately. Creates additional value for their business.

Keywords: automation; innovative developments; artificial intelligence; warehouse logistics; digital technologies.

For citation: Tretyachenko T., Pozdnukhov D. Modern innovative technologies and the prospects for their implementation in domestic warehouse logistics. *Vestnik of Rostov State University of Economics (RINH).* 2025;1(32):151-165. doi: 10.54220/v.rsue.1991-0533.2025.89.1.015.

Введение

Глобальная экосистема в последние десятилетия характеризуется стремительным развитием цифровых технологий, которые наряду с использованием искусственного интеллекта позволяют компаниям не только сохранить свои позиции на рынке, но и получить конку-

рентное преимущество и дополнительную прибыль, поскольку анализ больших данных и машинное обучение позволяют оптимизировать и улучшать операционные процессы. Цифровые технологии дают компаниям возможность быстро реагировать на изменения внешней среды и на ее вызовы либо изменением методов ведения бизнеса, либо выводом на рынок нового продукта с характеристиками, востребованными покупателем.

Логистика, и особенно ее складская составляющая, входящая в состав таких экосистем, требует проведения цифровой трансформации и внедрения инновационных продуктов в первую очередь, поскольку именно они накапливают, обрабатывают, распределяют между конечными потребителями произведенную предприятиями народнохозяйственного комплекса страны продукцию.

Цифровая трансформация складских процессов позволяет повысить уровень рентабельности всей логистической цепочки, поскольку только модернизированные процессы складирования и переработки продукции поглощают до 40% логистических затрат.

Складская логистика в настоящий период имеет наибольшее влияние в онлайн-торговле, но и онлайн-торговля оказывает значительное влияние на развитие складской логистики, являясь дополнительным стимулом ее развития, поскольку именно в этом секторе торговли товарооборот растет наибольшими темпами. Динамика объема онлайн-продаж представлена на рисунке 1.

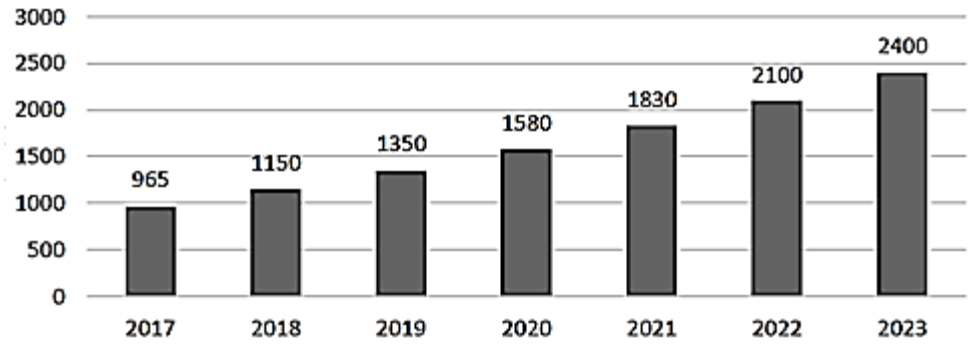


Рисунок 1 – **Динамика объема онлайн-продаж в России за 2017-2023 гг., млрд руб.** [31]

Figure 1 – **Dynamics of online sales in Russia in 2017-2023, billion rubles** [31]

Востребованность проведения цифровой трансформации складских и логистических процессов, с одной стороны, выступает драйвером для разработки и вывода на рынок новых инновационных продуктов, технологических инструментов, обладающих принципиально новыми свойствами, позволяющими управлять складскими и логистическими процессами в новом формате. С другой стороны, появление новых технологий в складской логистике стало возможным благодаря использованию их разработчиками искусственного интеллекта, облачных вычислений и других современных инструментов. Таким образом складская логистика, инициируя создание перспективных технических систем, выступает активным компонентом такой системы [2]. Компании, которые игнорируют процесс цифровой трансформации, модернизации всех протекающих в них бизнес-процессов, не смогут интегрироваться в современную рыночную среду, содержащую совершенно новые требования к обмену информацией и управлению цепочками поставок, а значит, потеряют возможность создавать добавленную стоимость в своих продуктах и услугах [3].

Внедрение современных технологий в складскую логистику требует проведения инвентаризации накопившихся в организации складских операций проблем, которые, прежде всего, связаны с обработкой заказов и моделированием логистических цепочек, а также изменения общего технологического подхода к организации процессов складирования и распределения, который должен основываться как на базовых ценностях складской логистики, так и на сформированных принципах онлайн-продаж, которые сочетают в себе баланс между высокой прибылью и низким уровнем издержек. С этой целью владельцы и инвесторы данного бизнеса разрабатывают уникальные стандарты работы, которые сочетают в себе высокую эффективность работников и точную систему контроля за затратами.

Развитие складской логистики сегодня невозможно представить без использования современных инновационных технологий и решений. Это связано с активным развитием как внутреннего, так и мирового рынков, а также стремительным развитием складской инфраструктуры (терминальные склады, логистические центры). Инновационные технологии направлены на автоматизацию внутреннего складирования, интеграцию логистических бизнес-процессов, обеспечивающих взаимодействие всех участников логистической цепочки при поставке и распространении готовой продукции.

Последние достижения в области искусственного интеллекта и автоматизации, а также постоянно растущие возможности интеллектуальных устройств создали совершенно новые условия для революционных изменений в разработке и применении в складской логистике перспективных глобальных тенденций, основанных на инновационном характере. Данные разработки имеют точечный характер и внедряются в деятельность лишь одной сферы работы склада.

Материалы и методы

Методологическую основу работы составили исследования отечественных ученых в области складской логистики, рассматривающих теоретико-методологический инструментарий развития логистических систем, их поэлементного состава и выработки инновационных стратегий развития логистических систем распределения складских и грузоперерабатывающих комплексов, среди которых работы А. У. Альбекова [5-7], В. В. Волгина [9], Н. Б. Гаджинского [10-11], В. В. Дыбской [12-14], Н. А. Майзнер [18], О. Б. Маликова [19]. Инновационные разработки, информационное и технико-технологическое обеспечение логистических процессов в складской и транспортной логистике представлены в работах Т. С. Тасуевой [21-22], В. Г. Халына [28-31], О. М. Юсуфовой [32].

Современная складская логистика переживает значительные изменения, обусловленные глобализацией рынков и развитием новых технологий. В работах зарубежных ученых, таких как M. J. E. Serrano, акцентируется внимание на важности интеграции автоматизации в процесс управления складом [4]. Кроме того, исследования Marta Estrada показывают, что применение аналитики больших данных может значительно повысить эффективность складских операций и снизить затраты [3].

Анализ таких факторов, как продление цепочки поставок и растущие ожидания клиентов, также имеет ключевое значение. Направления, описанные в работах Р. Х. Баллу, подчеркивают необходимость гибкости и адаптивности складских систем к изменениям на рынке [8].

Таким образом, на основе зарубежных исследований можно сделать вывод о том, что внедрение инновационных технологий и методов управления в складскую логистику является основополагающим для повышения конкурентоспособности предприятий в условиях современных вызовов.

При написании статьи использовались положения теории систем, складской логистики, имитационного моделирования и статистического анализа.

Результаты исследования

Хотя логистика оказывала влияние на определенные виды деятельности с первых лет развития коммерческих отношений, последствия недавнего глобального экономического кризиса, выход на мировые рынки Азии и высокая конкурентоспособность бизнеса – все это усилило потребность в улучшении планирования процессов и ускорении принятия решений. В глобализированном мире, характеризующемся технологическими изменениями и потрясениями, взаимодействие между экономическими и социальными субъектами в настоящее время имеет решающее значение для использования рыночных возможностей и максимального использования ресурсов. В этом контексте компаниям, которые не в состоянии быстро адаптироваться к скорости обмена информацией и управления процессами, будет сложнее создавать добавленную стоимость в своих продуктах и услугах. Несмотря на эту ситуацию, исследование SAP Digital Transformation Executive Study [17] показало, что более пятой части (21%) опрошенных МСП называют нехватку финансовых ресурсов в качестве основного препятствия для перехода на полностью цифровой бизнес, за которой следуют нехватка времени (15%) и сложность технологий. Отсутствие знаний и опыта у персонала компании не является причиной медленного продвижения к цифровизации в организациях среднего размера, поскольку только 8% из них назвали эти факторы серьезной проблемой. Напротив, крупные корпорации считают нехватку опыта и знаний у персонала своей самой большой проблемой (25%).

Несмотря на трудности и сдержанность в некоторых секторах бизнеса, не подлежит сомнению, что использование новых технологий в настоящее время стало устоявшейся реальностью, которая изменила привычки в области закупок и потребления, производственные стратегии и взаимоотношения в бизнес-среде. В результате около 92% цифровых лидеров (исследование SAP Digital Transformation Executive Study [17]) внедрили комплексные цифровые процессы для улучшения качества обслуживания клиентов. Эти лидеры считают расширение прав и возможностей клиентов необходимым фактором трансформации, а не целью или результатом. Для 39% руководителей наиболее важной тенденцией в ближайшие годы станут инициативы, которые дают потребителям больше возможностей и более непосредственно вовлекают их в разработку продуктов и услуг. На данный момент результаты опроса, похоже, подтверждают это, поскольку 70% руководителей отметили трансформационное или значительное значение цифровой трансформации для удовлетворенности клиентов и вовлеченности (исследование SAP Digital Transformation Executive Study) [17]. Эти обстоятельства оказывают значительное давление на логистическую цепочку, поскольку она вынуждена активизировать свои усилия для достижения более высоких стандартов эффективности, обслуживания и прибыльности.

Производители, дистрибьюторы и логистические операторы быстро внедряют наиболее подходящие технологии в свои процессы, чтобы адаптироваться к новой конкурентной среде. Достижение этой амбициозной цели неразрывно связано с разработкой систем, которые обеспечивают мгновенный доступ к базовой информации о компании и рынке для поиска эффективных решений проблем управления бизнесом. Применение новых технологий в логистике является новейшей бизнес-парадигмой. По сути, это предполагает замену моделей, основанных на низких затратах на энергию и сырье, на модели, основанные на низких затратах на производство и распространение информации. Эти технологии, по-видимому, обладают неограниченными

возможностями как на уровне бизнеса, так и на уровне отдельных пользователей, поскольку они позволяют получать, обрабатывать, хранить, анализировать, визуализировать, передавать и совместно использовать полезную массовую информацию при очень низких затратах. В этом отношении полезность новых технологий определяется следующими аспектами: влияют на эффективность компании, улучшая способность решать проблемы и сокращая время, затрачиваемое на реагирование на них; повышают производительность бизнеса, особенно в высокотехнологичных секторах; помогают логистическим системам в процессе рационализации затрат (теория пяти нулей: ноль дефектов, ноль простоев, ноль задержек, ноль запасов, ноль бумажной волокиты) и в оптимизации существующих ресурсов; способствуют повышению эффективности организации, выделяя ключевые элементы общей бизнес-стратегии, такие как конкурентные преимущества и взаимоотношения организации с остальными участниками канала сбыта и ее клиентами; способны создать будущее для компании и изменить методы ведения бизнеса.

Доступность этих мощностей практически без дополнительных затрат открывает множество направлений для изменений, которые затрагивают практически все элементы складской логистики.

В этом контексте создание единой информационной системы будет являться одной из главных областей развития экономики в мире. Внедрение в нее инноваций, связанных как с автоматизацией процессов, так и с интеграцией информационных потоков с искусственным интеллектом в настоящее время имеет популярность у крупных компаний с высокой капитализацией.

Информационная логистическая система выступает ключевым элементом логистической архитектуры, обеспечивая ее целостность и согласованность между поставками, производством и реализацией продукции. Суть координирования поставок заключается, прежде всего, в разделении движения материальных потоков на отдельные этапы, включающие транспортировку и складирование. Кроме того, это представление актуальной информации о текущем состоянии и фазе потока в режиме реального времени. Формирование и внедрение процедур сбора данных о характерных особенностях внутренних логистических процессов, опирающихся на стандарты ISO, дает возможность детально описывать как текущие, так и разрабатываемые логистические услуги. Такой сбор и последующая обработка информации об этих особенностях важны для обеих категорий услуг.

Стандартизирование информационных потоков также способствует внедрению инновационных технологий и расширению спектра клиентских сервисов [23, с. 121].

За последний год расходы на строительство складов выросли на 14,1-18,3%. В реальном выражении этот показатель достиг 80-85 тыс. руб. за кв. м, чем и обосновывается средний тариф на уровне 10 тыс. руб. за кв. м triple net.

Крупные девелоперы, в числе которых компании, которые ранее занимались преимущественно строительством жилой недвижимости, уже запустили новые складские площадки, что поможет восполнить дефицит в течение нескольких лет. Развитие новых складских объектов тормозит резкий рост расходов на строительство: по данным аналитиков IBC Real Estate, за последний год показатель увеличился на 14,1-18,3%. Некоторые арендодатели повышают тарифы на 40-100%, а если компания отказалась, могут расторгнуть договор в одностороннем порядке.

Острая нехватка складов и резкий рост тарифов становятся преградами для развития логистики. Наряду с вопросами высокой стоимости аренды складской площади как в России, так и за рубежом задумываются о преимуществах и недостатках использования подземного пространства в логистике.

Преимущества подземного пространства в складской логистике:

– экологичность. Подземная логистика позволяет сократить выбросы углерода, так как капсулы электрифицированы и не производят вредных выбросов;

– сокращение трафика. В условиях загруженности дорог подземная логистика существенно уменьшает количество пробок.

Недостатки: большие финансовые затраты. Строительство сети подземных туннелей требует значительных финансовых ресурсов. Например, в Швейцарии планируется построить автоматизированную сеть грузовых туннелей Sous Terrain (CST) на глубине от 50 до 80 метров, по которым в специальных капсулах будут перевозиться грузы. Подземное пространство нужно сочетать с наземным при постройке складов, чтобы площадь хранения была больше.

Таким образом, выбор между преимуществами и недостатками подземного пространства в складской логистике зависит от конкретных условий и требований к организации процесса, а также площади территории, на которой это внедрение будет осуществляться.

Основные тенденции в складской логистике в РФ связаны с развитием новых технологий, интеграцией новых бизнес-моделей на основе новых платформ, повышением прозрачности в цепочках поставок и бизнеса на основе ценностей ESG. Компании РФ уже начинают постепенно внедрять данные технологии с целью сохранения своей клиентской базы и наработанного имиджа.

Согласно стратегическим тенденциям и экспертным мнениям, в РФ будут развиваться и оптимизироваться платформы для внутреннего и внешнего взаимодействия в крупных организациях, которые будут сочетать в себе преимущества перед прошлыми поколениями инноваций как в объеме обработки информации, так и в скорости ее передачи.

В процессе изучения интеграции искусственного интеллекта в логистическую деятельность необходимо его отличать от такой технологии, как роботизация автоматизации процессов (RPA или РАП).

Автоматизация повторяющихся операций с использованием программных роботов, действующих по заранее определенному алгоритму, реализуется посредством технологии роботизированной автоматизации процессов (RPA).

Искусственный интеллект может использовать RPA для анализа и улучшения рабочих процессов, например, при исследовании данных о поступлении товаров на склад и их последующем распределении на другие склады или розничные сети для продажи конечным потребителям. В отличие от RPA, искусственный интеллект, основанный на машинном обучении, обладает способностью анализировать информацию, самостоятельно обучаться на основе полученных данных, адаптироваться к изменяющимся условиям, решать задачи, традиционно требующие человеческого интеллекта [15], например, интеллектуальное управление товарными запасами. Используя прошлые показатели, актуальные объемы поставки и данные о логистике, искусственный интеллект (ИИ) прогнозирует нужды компании и предлагает обоснованные решения (заказ, распределение и др.), выявляет наиболее востребованные позиции, товары с умеренным спросом и те, что не пользуются популярностью. Это дает возможность оптимизировать запасы, предотвращая нехватку или минимизируя излишки, что в свою очередь способствует созданию более оптимальных объемов запасов [27].

При строительстве и эксплуатации складов в Российской Федерации необходимо учитывать ряд законодательных актов и норм, среди которых:

– Градостроительный кодекс РФ (Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ): определяет порядок получения разрешений на строительство, включая проектирование и согласование [1];

– Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и со-

оружений»: устанавливает требования к проектированию и строительству объектов, включая склады [26];

– Федеральный закон «О техническом регулировании»: регулирует стандарты и требования к безопасности зданий и сооружений [25];

– Санитарные правила и нормы (СанПиН): устанавливают требования к условиям труда и охране здоровья работников на складах;

– правила пожарной безопасности: определяют требования к противопожарной безопасности, которые необходимо соблюдать при эксплуатации складов [24];

– законодательство о земле: необходимо учитывать правила использования земельных участков, включая их целевое назначение;

– экологическое законодательство: включает требования по охране окружающей среды, которые могут быть актуальны при строительстве и эксплуатации складов.

Ко времени повсеместного внедрения искусственного интеллекта в складскую логистику указанные выше нормативно-правовые акты должны быть уточнены и скорректированы, поскольку цифровая трансформация, затрагивающая большинство направлений деятельности, предполагает наряду с человеческими ресурсами использование ресурсов ИИ. Следовательно, ответственность и наказание за неисполнение обязательств по данным законам должны быть подвергнуты изменениям.

В настоящее время популярно применение low-code-платформ, которые позволяют на 90% сократить срок разработки IT-решений.

Использование low-code-платформ в складской деятельности может значительно повысить эффективность и гибкость бизнес-процессов. Вот несколько ключевых аспектов применения low-code в этой области:

– автоматизация процессов: low-code-платформы позволяют быстро разрабатывать приложения для автоматизации рутинных задач, таких как управление запасами, обработка заказов и отслеживание грузов;

– интеграция систем: с помощью low-code-решений можно легко интегрировать различные системы, такие как ERP, WMS (Warehouse Management System) и CRM, что позволяет улучшить обмен данными и повысить прозрачность процессов.

Адаптация под бизнес-потребности: low-code-платформы позволяют быстро вносить изменения в приложения в ответ на изменяющиеся бизнес-требования, что особенно важно в динамичной среде складской логистики.

Снижение затрат на разработку: использование low-code-решений может сократить время и затраты на разработку программного обеспечения, так как не требуется глубоких знаний программирования.

Аналитика и отчетность: low-code-решения могут включать инструменты для сбора и анализа данных, что помогает в принятии обоснованных решений на основе реальных данных о работе склада.

Мобильные приложения: с помощью low-code-платформ можно быстро разрабатывать мобильные приложения для сотрудников склада, что позволяет им получать доступ к информации и выполнять задачи на месте.

Внедрение low-code-технологий в складскую деятельность может привести к значительным улучшениям в управлении процессами, повышению эффективности и снижению затрат [16].

Эффективные tech-решения для оптимизации операционных процессов в фулфилменте на примере международного холдинга. Компании все чаще внедряют инновационные инструменты, чтобы оптимизировать свою работу. Путем проб и ошибок из многочисленных попыток выстреливает часть технологий, способных это сделать. О наиболее эффективных решениях «логистики без границ» рассказал холдинг Emex, который доставляет автотовары в 40+ стран

мира и выстраивает фулфилмент на 45 тысяч кв. м в России и ОАЭ.

Прогнозная модель весогабаритных характеристик (ВГХ). ВГХ становятся серьезной проблемой в сфере логистики автозапчастей из-за большого числа SKU – для сравнения, в хранении Emex более 100 тысяч SKU, когда в крупном продуктовом ретейле их, как правило, около 50 тысяч. Проблема в том, что большому количеству товаров на входе даются ошибочные данные – например, в практике некоторых отечественных предприятий было так, что некоторые болтики по информации заказчиков весили 120 кг.

Сколько кубов собирать, чтобы фуры уезжали укомплектованными и росла утилизация? Здесь на помощь пришло машинное обучение – в Emex спроектировали модель, в которую загрузили данные: описание товара, название, стоимость и сколько единиц уже хранились в ячейке. А дальше научили модель прогнозировать объем ВГХ на отгрузку по списку деталей, которые нужно упаковать. В результате на тестовых заказах утилизация выросла на 12%.

Терминалы – это, как правило, большие расстояния. Например, площадь склада хранения Emex в Москве – 12 тысяч кв. м, и большую часть времени сотрудники при подборе заказов тратят на поездки между стеллажами. Это время можно сократить. В частности, размещать товары на нижних полках и поближе к зоне отгрузки. Кажется, что это очевидно и логично. Собственно, в каждом терминале есть система, которая и советует сотрудникам, в каких ячейках хранить заказы. Но из-за некоторого уровня свободы точного соблюдения этих рекомендацией нет. Поэтому возникают ситуации, когда на сборку и отгрузку тратится гораздо больше времени, чем нужно. Новые склады часто являются распределительными центрами – места для хранения становится меньше, а площадь для приемки и погрузки становится больше.

Как понять, насколько эффективным является размещение на складе? С помощью 3D-heatmap – он подсветит проблемные места. Это та же самая схема терминала, но на нее нанесены данные о загруженности стеллажей (рис. 2).

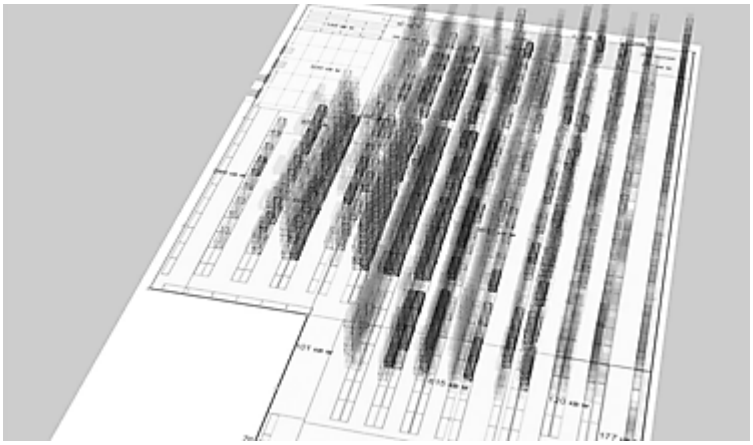


Рисунок 2 – **Визуальное представление о работе 3D-heatmap**
Figure 2 – **Visual representation of the 3D heatmap's operation**

Как следует из визуализированного представления 3D-heatmap, чем зеленее стеллаж, тем чаще к нему обращаются сотрудники. В идеале должен быть горизонтальный градиент – от серого до зеленого из зоны приемки до зоны отгрузки, и вертикальный – сверху вниз от серого до зеленого по каждому стеллажу. Ну а если все зеленое, то терминалу будет не хватать мощностей.

Проводить эксперименты и внедрять новые решения дорого и долго.

Кроме того, во-первых, нужно прописать технологические процессы, информационную систему и обучающие материалы. Во-вторых, подождать, пока сотрудники адаптируются и будут стабильно работать с новым процессом. Это может длиться до полугода. Вместо этого можно создать цифрового двойника, который будет не только в каждый момент времени близок к физическому миру, но и сможет реагировать на изменения. Благодаря этому проводить эксперименты получится дешевле и быстрее.

Такой подход использовали сотрудники на сортировочном центре в Дубае, где нужно было понять, какую стратегию размещения заказов использовать, и оптимизировать скорость сборки. Был написан скрипт на JS и проведена симуляция, в которой тестировались разные стратегии размещения. Этот процесс занял чуть меньше недели, в результате определили наиболее оптимальную стратегию размещения и в 2 раза снизили долю случаев, когда место для груза не подбиралось вовремя.

Таким образом, использование искусственного интеллекта и автоматизированных систем в складской логистике может значительно повысить эффективность работы склада, сократить затраты и улучшить обслуживание клиентов [20].

В современных условиях ведения бизнеса приоритетное внимание уделяется эффективному сокращению внутренних административных расходов, минимизации затрат на комплектующие, упрощению процедур согласования закупок, ускорению производственных циклов и совершенствованию управления процессами.

Складская логистика играет фундаментальную роль в этой сфере. Ее важность в основном обусловлена двумя факторами: затратами, связанными с логистической деятельностью, и ролью, которую складская логистика играет в содействии продаже товаров и услуг в целом. Что касается первого фактора, то затраты на логистику напрямую влияют на другие виды экономической деятельности, поэтому повышение эффективности логистики может привести к снижению цен для потребителей и/или увеличению прибыли для компании. Во-вторых, логистическая сфера поддерживает движение и поток множества экономических операций; товары должны поступать вовремя в нужное место и с необходимым качеством, чтобы гарантировать успешную продажу и продуктивность всей цепочки поставок.

В настоящее время значительное число компаний одновременно используют различные информационные и компьютерные системы, разработанные в соответствии с их потребностями.

Можно выделить четыре крупные информационные системы, каждая из которых входит в состав информационной системы компании в качестве специального компонента: EDP-системы, MIS-системы, DSS-системы и офисные компьютерные системы. Это различие проводится в зависимости от их специализации в следующих трех основных видах деятельности.

Системы, предназначенные для сбора и обработки подробной информации о текущих трансакциях или действиях, известные как системы электронной обработки данных (EDP) или системы обработки трансакций:

– системы, предназначенные для обеспечения или облегчения принятия решений и/или совместного использования ресурсов для обработки, бывают двух типов: информационные системы управления (MIS); системы поддержки принятия решений (DSS);

– системы, которые обеспечивают обмен информацией между людьми, подразделениями, населенными пунктами, агентами цепочки поставок и т.д.

Так или иначе, все эти системы помогают эффективному развитию ИКТ в управлении цепочками поставок. Наиболее часто используемой технологией в складской логистике является WMS – система управления складом.

Управление перемещением и хранением товаров на складе, приемом и сохранением запасов, обработкой заказов и выставлением счетов, а также подготовкой заказов к отправке. WMS обеспечивает эффективное управление цепочкой поставок благодаря своей способности оптимизировать ресурсы, снижать затраты и улучшать качество обслуживания за счет радикального сокращения операций по комплектации. Таким образом, потенциальными преимуществами WMS являются: а) получение информации об использовании ресурсов на складе в режиме реального времени; б) снижение затрат за счет оптимизации операций (разработка оптимальных маршрутов комплектации и программирование оборудования); в) повышение качества обслуживания за счет надлежащего обеспечения прослеживаемости, точного соответствия спецификациям отгружаемых товаров и надежных сроков доставки.

Недостатками WMS являются высокая стоимость внедрения из-за больших вычислительных мощностей программного обеспечения и необходимость реструктуризации складского процесса.

Развиваются не только оптовые склады, но и розничные, в последние несколько лет стали популярными такие виды складов как даркстори. Это складские помещения, которые оборудованы таким образом, что в них удобно хранить, собирать, расставлять продукцию для дальнейшей розничной сборки и доставки напрямую к покупателю. Они набирают высокую популярность, поэтому конкуренция в этой сфере деятельности неизбежна, вследствие чего требуется внедрение оптимальной WMS, которая будет иметь преимущества в сфере данных магазинов. Как правило, в одном городе находятся сразу несколько подобных складов, поэтому необходимо оперативно решать такую задачу, как распределение запасов. Нужно ввести такое понятие, как архитектура каналов распределения, которая позволит сначала с помощью WMS, а после ИИ распределять продукцию таким образом, чтобы между данными предприятиями был баланс, а если по каким-либо непредсказуемым обстоятельствам данный баланс нарушится, а следующая поставка еще не скоро, то ИИ выберет самый оптимальный с точки зрения как дальности, маршрута, так и наличия товара в нем с целью восстановить баланс между данными пунктами. Эта технология призвана изменить взаимоотношения между объектами и людьми с помощью подключения к интернету. При применении к цепочке поставок она приводит к значительному улучшению функционирования, скорости и эффективности каждого этапа цепочки. Например, при управлении складом это улучшает управление запасами и улучшает контроль за затратами, временем и используемым пространством.

Необходима устойчивость развития интернета в складах онлайн-торговли крупных компаний, которые имеют устойчивую финансово поддерживаемую стратегию развития и только строятся, потому что финансово более выгодно в большинстве случаев построить инновационный склад с нуля, вместо того чтобы преобразовать уже имеющийся.

Обсуждение и заключение

Цифровая трансформация складской логистики, в ходе которой в практику деятельности складов внедряются ее различные инструменты, создает широкий спектр возможностей, позволяя снизить временные и финансовые издержки в рамках процесса, наиболее выгодного с точки зрения потребностей конечного пользователя.

Улучшение качества обслуживания и повышение ценности, предлагаемой клиентам, – это один из аспектов, который необходимо развивать в складской логистике, поэтому цифровые технологии и интернет вещей являются ее лучшим союзником в этом начинании.

Основной массив инноваций приходится на склады, компании которых занимаются онлайн-торговлей, так как

это компании с большим оборотом по отношению к другим, и так как данные организации построены с нуля, то им уже проще внедрить данные технологии. Сейчас основной объем складов строится по формате АА+. Основная доля таких складов находится вблизи городов федерального назначения, возле крупных транспортных развязок.

К представленному списку можно добавить множество других технологий, которые достигли значительного прогресса.

Однако помимо факторов, способствующих развитию новых технологий, существуют еще сдерживающие факторы, такие как недостаточный объем инвестиций, дефицит квалифицированных кадров в области информационных технологий. К главному препятствующему фактору относится консерватизм компаний, не готовых менять бизнес-модели в сторону инноваций и не имеющих стратегии цифрового развития в общем системном подходе.

Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 08.08.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024).

2. Approach to the evaluation of manufacturing and economic feasibility of technical systems based on real options modeling / P. Drogovoz, O. Yusufova, A. Gutenev // MATEC Web Conf. – 2020. – № 311.

3. The digitalisation of logistics / M. Estrada, M.-À. Moliner, D. Monferrer // Advances in Business and Management. – 2019. – Vol. 17. – Chapter 2.

4. *Serrano, M. J. E.* Logística de Almacenamiento. – Madrid : Ediciones Paraninfo S.A., 2014.

5. *Альбеков, А. У., Грибов, Е. М.* Закономерности развития транспортно-складской логистики на региональном уровне (на примере Ростовской области). – Ростов-на-Дону, 1999. – 159 с.

6. *Альбеков, А. У., Эльдарханов, Х. М. Ю.* Логистика : учебное пособие. – Ростов-на-Дону, 2009. – 387 с.

7. *Альбеков, А. У.* Терминально-логистическая инфраструктура транспортного комплекса ростовской области // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2011. – Т. 7, № 36 (129). – С. 10-15.

8. *Баллу, Р. Х.* Эволюция и будущее логистики и управления цепочками поставок // European Business Review. – 2007. – № 19 (4). – P. 332-348.

9. *Волгин, В. В.* Склад. Логистика, управление, анализ. – М. : Дашков и Ко, 2013. – 724 с.

10. *Гаджинский, А. М.* Современный склад. Организация, технологии, управление и логистика : учеб.-практ. пособие. – М. : Проспект, 2005. – 173 с.

11. *Гаджинский, А. М.* Логистика : учебник для бакалавров. – 21-е изд. – М. : Дашков и Ко, 2017. – 420 с.

12. *Дыбская, В. В., Сергеев, В. И.* Искусственный интеллект в управлении цепями поставок и логистике // Логистика – Евразийский мост : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2024. – С. 76-80.

13. *Дыбская, В. В.* Управление складированием в цепях поставок. – М. : Альфа-Пресс, 2009. – 715 с.

14. *Дыбская, В. В.* Проектирование складской сети как составной части логистической инфраструктуры системы распределения // Логистика. – 2016. – № 8 (117). – С. 16-21.

15. *Иванов, Ф. Д.* Возможности использования искусственного интеллекта при управлении цепями поставок // Экономика и управление. – 2024. – № 9.

16. Инструментальная цифровая платформа: особенности и назначение [Электронный ресурс]. – URL: https://goodt.me/blog_info/imstrumentalnaya_cifrovaya_platforma_osobennosti_i_prednaznachenie (дата обращения: 23.12.2024).

17. Digital Transformation Executive Study [Электронный ресурс]. – URL: https://sapland.ru/p-events/news/o-sap-se-

sap-cis-press-tsentrorganizatsiya-issledovanie-oxford-economics-i-sap-8.html (дата обращения: 23.12.2024).

18. *Майзнер, Н. А.* Складская логистика : учебное пособие. – Владивосток, 2009. – 200 с.

19. *Маликов, О. Б.* Складская и транспортная логистика в цепях поставок : учеб. пособие. – СПб. : Питер, 2021. – 400 с. – Стандарт третьего поколения.

20. Применение искусственного интеллекта в логистике: Примеры, данные, выгоды [Электронный ресурс]. – URL: https://itob.ru/blog/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-logistike (дата обращения: 23.12.2024).

21. *Тасуева, Т. С.* Цифровая трансформация складской логистики региона // Глобальные вызовы, новые риски и приоритеты экономических систем : монография : в 2-х т. / под ред. С. В. Бердникова, Н. Г. Кузнецова. – Ростов-на-Дону, 2019. – Т. 2. – С. 105-115.

22. *Тасуева, Т. С., Исраилов, М. В.* Роль складской логистики в устойчивом развитии региона // Устойчивое развитие: Проблемы, концепции, модели : материалы междунар. симпозиума. – Нальчик, 2013. – Т. 1. – С. 279-281.

23. *Тебекин, А. В.* Логистика : учебник. – 5-е изд., стер. – М. : Дашков и Ко, 2024. – 354 с.

24. О пожарной безопасности : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (послед. ред.).

25. О техническом регулировании : Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (послед. ред.).

26. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (послед. ред.).

27. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (послед. ред.).

28. *Халын, В. Г.* Инновационное развитие складской логистики в условиях цифровизации экономики // Цифровая революция в логистике: эффекты, конгломераты и точки роста : материалы междунар. науч.-практ. конф. XIV Южно-Российский логистический форум. – Ростов-на-Дону, 2018. – С. 110-114.

29. *Халын, В. Г.* Инновационное управление складским хозяйством на принципах логистики в системе товародвижения // Вестник РГЭУ (РИНХ). – 2011. – № 2 (34). – С. 74-82.

30. *Халын, В. Г.* Развитие транзитного потенциала логистических систем распределения. – Ростов на Дону, 2018. – 235 с.

31. *Халын, В. Г.* Роль информационно-процессного подхода в развитии региональной логистической системы складирования и грузопереработки // Вестник РГЭУ (РИНХ). – 2015. – № 3 (51). – С. 45-49.

32. Анализ технологий цифровой логистики для автоматизации и сервисной интеграции складских процессов организации / О. М. Юсуфова, В. А. Шиболденков, А. А. Андреева // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 1759-1772.

References

1. Town-planning Code of Russian Federation from 29.12.2004 № 190-FZ (ed. from 08.08.2024) (with amendments and additions, in force since 01.09.2024).

2. Approach to the evaluation of manufacturing and economic feasibility of technical systems based on real options modeling / P. Drogovoz, O. Yusufova, A. Gutenev // MATEC Web Conf. – 2020. – № 311.

3. The digitalisation of logistics / M. Estrada, M.-Á. Moliner, D. Monferrer // Advances in Business and Management. – 2019. – Vol. 17. – Chapter 2.

4. *Serrano, M. J. E.* Logística de Almacenamiento. – Madrid : Ediciones Paraninfo S. A., 2014.

5. *Albekov, A., Gribov, E.* Laws of transport and warehouse logistics development at regional level (on example of Rostov region). – Rostov-on-Don, 1999. – 159 p.

6. *Albekov, A., Eldarkhanov, H.-M.* Logistic s: textbook. – Rostov-on-Don, 2009. – 387 p.

7. *Albekov, A.* Terminal and logistics infrastructure of the transport complex of Rostov region // National interests: priorities and security. – 2011. – Vol. 7, № 36 (129). – P. 10-15.

8. *Ballou, R. H.* The evolution and future of logistics and supply chain management // European Business Review. – 2007. – № 19 (4). – P. 332-348.

9. *Volgin, V.* Logistics, management, analysis. – M. : Dashkov and Co, 2013. – 724 p.

10. *Gadzhinsky, A.* Modern warehouse. Organization, technologies, management and logistics : textbook. – M. : Prospect, 2005. – 173 p.

11. *Gadzhinsky, A.* Logistics : textbook. – 21st ed. – M. : Dashkov and Co, 2017. – 420 p.

12. *Dybskaya, V., Sergeev, V.* Artificial intelligence in supply chain management and logistics // Logistics – Eurasian Bridge : Proceedings of XIX International scient.-pract. conf. – Krasnoyarsk, 2024. – P. 76-80.

13. *Dybskaya, V.* Managing warehousing in supply chains. – M. : Alfa-Press, 2009. – 715 p.

14. *Dybskaya, V.* Designing a warehouse network as an integral part of the logistics infrastructure of the distribution system // Logistics. – 2016. – № 8 (117). – P. 16-21.

15. *Ivanov, F.* Possibilities of using artificial intelligence in supply chain management // Economics and Management. – 2024. – № 9.

16. Instrumental digital platform: features and purpose [Electronic resource]. – URL: https://goodt.me/blog_info/imstrumentalnaya_cifrovaya_platforma_osobennosti_i_prednaznachenie (date of access: 23.12.2024).

17. Digital Transformation Executive Study [Electronic resource]. – URL: https://sapland.ru/p-events/news/o-sap-se-sap-cis-press-tsentrorganizatsiya-issledovanie-oxford-economics-i-sap-8.html (date of access: 23.12.2024).

18. *Mayzner, N.* Warehouse logistics: textbook. – Vladivostok, 2009. – 200 p.

19. *Malikov, O.* Warehouse and transportation logistics in supply chains : textbook. – SPb. : Peter, 2021. – 400 p. – Standard of the third generation.

20. Application of Artificial Intelligence in Logistics: Examples, Data, Benefits [Electronic resource]. – URL: https://itob.ru/blog/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-logistike (date of access: 23.12.2024).

21. *Tasueva, T.* Digital transformation of warehouse logistics in the region // Global challenges, new risks and priorities of economic systems : monograph : in 2 vol. / ed. by S. Berdnikov, N. Kuznetsov. – Rostov-on-Don, 2019. – Vol. 2. – P. 105-115.

22. *Tasueva, T., Israilov, M.* Role of warehouse logistics in sustainable development of the region // Sustainable development: Problems, concepts, models : proceedings of the international symposium. – Nalchik, 2013. – Vol. 1. – P. 279-281.

23. *Tebekin, A.* Logistics : textbook. – 5th ed. – M. : Dashkov and Co, 2024. – 354 p.

24. On Fire Safety : Federal Law from 21.12.1994 № 69-FZ (latest edition).

25. On Technical Regulation : Federal Law from 27.12.2002 № 184-FZ (latest edition).

26. Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures : Federal Law from 30.12.2009 № 384-FZ (latest edition).

27. Technical Regulations on Safety of Buildings and Structures : Federal Law from 30.12.2009 № 384-FZ (latest edition).

28. *Khalyn, V.* Innovative development of warehouse logistics in the conditions of digitalization of the economy // Digital revolution in logistics: effects, conglomerates and points of growth : proceedings of international scient.-pract. conf. XIV South-Russian Logistics Forum. – Rostov-on-Don, 2018. – P. 110-114.

29. *Khalyn, V.* Innovative management of warehousing on the principles of logistics in the goods movement system // Vestnik of RSUE (RINH). – 2011. – № 2 (34). – P. 74-82.

30. *Khalyn, V.* Development of transit potential of logistics distribution systems. – Rostov-on-Don, 2018. – 235 p.

31. *Khalyn, V.* The role of information-process approach in development of regional logistics system of warehousing and cargo processing // Vestnik of RSUE (RINH). – 2015. – № 3 (51). – P. 45-49.

32. Analysis of digital logistics technologies for automation and service integration of warehouse processes of the organization / O. Yusufova, V. Shiboldenkov, A. Andreeva // Issues of Innovative Economics. – 2020. – Vol. 10, № 3. – P. 1759-1772.

Об авторах:

Третьяченко Татьяна Валентиновна, *кандидат экономических наук, доцент кафедры коммерции и логистики Ростовского государственного экономического университета (РИНХ), Ростов-на-Дону, Россия, tat050161@yandex.ru*

Позднухов Денис Сергеевич, *аспирант Ростовского государственного экономического университета (РИНХ), Ростов-на-Дону, Россия, dan.16pozd@gmail.com*

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

About the Authors:

Tatiana Tretyachenko, *Cand. (Sci.) Econ., Associate Professor of the Department of Commerce and Logistics of Rostov State University of Economics, Rostov-on-Don, Russia, tat050161@yandex.ru*

Denis Pozdnukhov, *Postgraduate student of Rostov State University of Economics, Rostov-on-Don, Russia, dan.16pozd@gmail.com*

Conflict of Interest: The authors declare no conflicts of interest.