

Обзорная статья

УДК 658.7

doi: 10.46684/2687-1033.2024.4.404-410

Внутренняя логистика за рубежом: склады, новые системы и технологии, роботизация

В.И. Тиверовский

Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН); г. Москва, Россия;
Tiverovsky@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4114-9525>

АННОТАЦИЯ

На реальных примерах рассмотрены общие вопросы развития внутренней логистики за рубежом на современном этапе. Представлены лучшие проекты складов и логистических центров в Германии, Швейцарии, Италии и др. Отмечены новые транспортно-складские системы с высоким уровнем автоматизации. Показаны возможности развития роботизации в складской логистике, особенно с использованием автономных мобильных роботов.

Ключевые слова: логистика внутренняя; склады; проекты; автоматизация; роботы мобильные; строительство, управление

Для цитирования: Тиверовский В.И. Внутренняя логистика за рубежом: склады, новые системы и технологии, роботизация // Техник транспорта: образование и практика. 2024. Т. 5. Вып. 4. С. 404–410. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.4.404-410>.

Review article

Intralogistics abroad: warehouses, new systems and technologies, robotization

Vladimir I. Tiverovsky

All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences; Moscow, Russian Federation;
Tiverovsky@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4114-9525>

ABSTRACT

The general issues of development of intralogistics abroad at the present stage are discussed based on real examples. The best projects of warehouses and logistics centres in Germany, Switzerland, Italy, etc. are presented. New transportation and storage systems with a high level of automation are highlighted. The possibilities of robotization development in warehouse logistics are shown, especially using standalone mobile robots.

Keywords: intralogistics; warehouses; projects; automation; mobile robots; construction; control

For citation: Tiverovsky V.I. Intralogistics abroad: warehouses, new systems and technologies, robotization. *Transport technician: education and practice*. 2024;5(4):404-410. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.4.404-410>.

ВВЕДЕНИЕ

Внутренняя логистика за рубежом продолжает свое развитие, хотя наблюдается ряд трудностей в связи с геополитическими событиями, затратностью внедрения так называемых зеленых технологий на транспорте и в складской логистике и об-

щими трудностями в экономике стран-членов ЕС. Основные тенденции развития хорошо известны. Это цифровизация, автоматизация и роботизация. В последнее время отмечается большое внимание к использованию искусственного интеллекта, который позволяет значительно повысить эффективность всех логистических процессов.

© В.И. Тиверовский, 2024

Развитие внутренней логистики имеет комплексный характер, т.е. в проектах строительства новых и модернизации действующих объектов логистики реализуются комплексно современные тренды развития. Это сказывается на некоторой условности структуризации текста статьи, которая состоит из введения, трех разделов и заключения. Первый раздел посвящен проектированию и строительству складов и логистических центров с примерами уже реализованных проектов, во втором разделе представлены некоторые новые системы и технологии в складской логистике, основанные на развитии автоматизации, и в третьей части рассматриваются примеры интересных решений по роботизации складов.

СКЛАДЫ И ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ

Новый современный автоматизированный логистический центр построен в Германии для компании-производителя сенсорной техники Elobau GmbH & Co.KG. Еще в середине 2010-х годов компания Elobau начала ориентироваться на дальнейший рост путем комплексной реструктуризации внутренней логистики с помощью перспективных системных технологий и последовательных процессов. В логистическом центре (ЛЦ) создан индивидуальный графический интерфейс пользователя (GUI) с помощью системы PSI Click Design. Без специального программирования возможно оптимизировать поверхности, создавать групповые проекты и иметь индивидуальный обзор всей необходимой информации. Несмотря на сложные процессы и функциональные возможности, это обеспечивает высокий уровень прозрачности, позволяющий в любое время быстро оценить использование ресурсов и текущий статус обработки. Для складирования мелких деталей компания-производитель сенсорной техники стала одной из первых промышленных компаний, внедривших в 2015 г. систему автоматизации складирования мелких деталей.

Основа автоматизации — беспроходной, высокодинамичный компактный склад для автоматического хранения мелких деталей (AKL) вместимостью около 30 тыс. мест для системных контейнеров. Это дает возможность складировать примерно 16 тыс. различных необработанных и обработанных деталей и сборок. Кроме того, в ЛЦ предусмотрено 1400 мест для поддонов с грузом и возможность аренды на 600 мест для поддонов. Автоматизированное управление в ЛЦ, включая управление материальными потоками, обеспечивает система PSIlwms от фирмы Fiege (Германия). Проект ЛЦ отмечен в Германии как один из лучших проектов года [1].

Интересный проект строительства нового ЛЦ реализован в Швейцарии. Чтобы гарантировать своевременные поставки для своего ультрасовременного производства, для одного из ведущих мировых производителей мехатронных систем — швейцарской группы Sonceboz, построен ЛЦ в составе нового полностью автоматизированного высокостеллажного склада для грузов на поддонах (HRL) и автоматического склада для мелких деталей в системной таре (AKL) по проекту компании Stocklin Logistik AG. Фирма Sonceboz работает по всему миру, разрабатывает и производит мехатронные решения для автомобильной и других отраслей промышленности, а также для медицинских технологий и промышленной автоматизации. Обладая хорошим уровнем качества и большим уважением к окружающей среде, предлагаемая мехатроника и приводные системы предназначены для высоких требований заказчиков. В промышленности группа опирается на современный уровень автоматизации и сильную вертикальную интеграцию, что позволяет ей эффективно производить более 50 млн приводов ежегодно.

Для дальнейшего роста офис в Бонкуре (Швейцария) расширен с целью удвоения объема и потоков производства. При значительном расширении материальных и производственных потоков процессы внутренней логистики продолжают оставаться в центре внимания. Чтобы обеспечить бесперебойную работу были вложены средства в строительство нового автоматизированного многоярусного склада с двухрядным и автоматического склада для мелких деталей с трехрядным складированием, включая автоматизированную систему управления (WMS) от компании Stocklin, выполнявшей функции генерального подрядчика.

Все это предназначено для ускорения товарооборота, своевременного снабжения производственных линий достаточным количеством материала, считывания заказов на аутсорсинге при необходимости и транспортировки продукции в пункт назначения в нужное время. Новый автоматический склад мелких деталей (AKL) обслуживается двумя кранами-штабелерами типа V0Xer и обеспечивает более 250 сдвоенных операций в час. Всего в Бонкуре доступно почти 32 тыс. мест для складирования деталей в таре формата 300 × 400 мм или 400 × 600 мм. При полной мощности на высокостеллажном складе можно складировать от 200 до 250 поддонов от разных поставщиков в день и от 240 до 300 поддонов с заказами можно отправлять клиентам грузовыми автомобилями.

Новый многоярусный склад поддонов (HRL), рассчитанный на дальнейшее расширение, имеет 8 тыс. мест для поддонов, а благодаря двум автоматизированным кранам-штабелерам типа MASTER 32 DT можно складировать и извлекать более

50 поддонов в час. HRL подключен к производству на двух этажах, к входу и выходу товаров, а также к перевалочному пункту на автоматический склад мелких деталей [2].

С помощью комплексного решения по автоматизации, состоящего из аппаратного, программного обеспечения (ПО) и IT, системный интегратор — фирма Element Logic разработала проект расширения существующей складской логистики на основе складской системы Autostore, включив в него хранение, комплектацию и отгрузку продукции в европейском ЛЦ международной группы Plaion. На площади 530 м² компания Element Logic создала алюминиевую решетку, так называемую сетку Grid, с вертикальными шахтами хранения на 21,5 тыс. системных контейнеров. Транспортно-складские работы выполняют 68 мобильных автономных роботов. Контейнеры с грузами складываются в своеобразных башнях, перемещаются роботами и доставляются на рабочие станции для комплектации. Порты в составе рабочих станций являются компонентами общей системы Autostore и обычно интегрируются в установку. Особенность проекта для компании Plaion: четыре рабочих станции, установленные в ЛЦ медиакомпании, реализованы в виде башни. Это означает, что порты полностью установлены под системой автоматического складирования, реализованной в виде сценической конструкции, с которой ими управляют роботы, обеспечивая в общей сложности 1100 доставок системных контейнеров в час. Такая конструкция позволила оптимально интегрировать технологию входящего и исходящего конвейера. Кроме того, порты рассчитаны на высокую пропускную способность при комплектации нескольких заказов. На всех четырех рабочих станциях системы Autostore система конвейеров лотков и коробок оснащена четырьмя позициями, так что операторы могут загружать до четырех целевых коробок из исходного контейнера в системе Autostore [3].

В связи с ростом производства и необходимостью совершенствования складской логистики было принято решение о строительстве высокостеллажного склада для специализированной фирмы Spaichinger Nudelmacht GmbH (Германия), которая ежедневно производит до 70 т макаронных изделий, что составляет годовой объем производства 22 тыс. т. Компания Wesfalia Tehnologies (Германия) в 2022 г. построила на условиях «под ключ» автоматизированный высокостеллажный склад площадью 1800 м² для складирования грузов на поддонах вместимостью 9030 мест. Высокостеллажный склад с двумя межстеллажными проездами длиной 73 м, шириной 25 м и высотой 27 м обслуживают межстеллажные краны-штабелеры высотой 25 м, работающие на основе энергосберегающей технологии.

Склад может работать в две или три смены с производительностью до 80 грузовых ед./ч.

Автоматизированное управление работой склада и материальными потоками обеспечивает АСУ Sawanna-Net. Общая протяженность конвейерных линий на складе составляет 295 м. Температура среды на складе поддерживается на уровне 5–20 °С. По условиям застройки склад заглублен в землю на 4,6 м. Ввод в действие современного автоматизированного высокостеллажного склада позволит фирме вывести из эксплуатации старый склад с блочной технологией складирования [4].

В Италии для компании Luxottica, известного поставщика очковой оптики, австрийской фирмой Knapp AG запроектирован и построен новый распределительный центр с современной технологией автоматизации с возможностью отображения очень сложной бизнес-модели заказчика. Особенностью программного решения является то, что Luxottica может адаптировать ПО к своим потребностям, индивидуально изменяя или добавляя отдельные модули и, таким образом, независимо контролировать все процессы.

Основу распределительного центра составляет фирменная транспортно-складская система OSR Shuttle Evo вместимостью более 485 тыс. системных носителей и с 16 рабочими станциями серии Pick-it-Easy. Для сортировки предметов складирования установлена система OSR Shuttle Sorter. Технологией комплектования заказов по световым указателям Pick-to-Light оборудованы 30 рабочих мест. В распределительном центре работают роботы двух типов: для комплектования заказов — типа INDU-Store и на участке отправления заказов для пакетирования — специальные роботы-пакетировщики. Процессами складирования, материальными потоками и подготовкой заказов управляет АСУ типа KiSoft. Идентификация всех грузов выполняется с помощью радиочастотной системы RFID [5].

Компания Wernsing Feincost GmbH с годовым оборотом 1,65 млрд евро, известная как поставщик скоропортящихся продуктов, располагает в Эссене (Германия) ЛЦ общей вместимостью 61 тыс. мест складирования. В связи с развитием бизнеса компания подписала контракт с фирмой Westfalia Technologies GmbH & Co. KG (Германия) на расширение ЛЦ со строительством двух складов-холодильников и склада-холодильника глубокого замораживания общей вместимостью 23 060 мест. Построены три склада на основе спутниковой технологии, что обеспечивает динамичное, стабильное и компактное складирование скоропортящихся продуктов на поддонах разного типа, включая европейские и промышленные. Два склада-холодильника длиной по 56,5 м, высотой 30 м и шириной 62,2–41,6 м имеют общую вместимость 17 360 европейских поддонов. Склад-холодильник глубокого заморажива-

ния длиной 61 м, высотой 30 м и шириной 9,2 м вмещает 2988 промышленных поддонов с грузом с массой грузовых единиц до 1050 кг. На этом складе размещена стеллажная система с возможностью установки в канале 24 поддонов с однородным грузом. На всех трех складах-холодильниках работает по одному крану-штабелеру, функционирующему на основе цепной спутниковой технологии, что позволяет в час выполнить 184 операции складирования или взятия грузов со складов. Автоматизированное управление обеспечивает общая АСУ. Склады работают по графику 24/7, т.е. в непрерывном режиме. Проект отмечен, как один из лучших проектов года [6].

НОВЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Наличие и использование ряда транспортно-складских систем обеспечивает широкий выбор для строительства автоматизированных и автоматических складов. Между тем работы в этом направлении продолжают. Так, фирмой Volume Lagersystemen GmbH (Германия) создан роботизированный склад нового типа Volume Dive для складирования разных грузов. Склад спроектирован по модульному принципу и может расти вместе с развитием компании. Сверхкомпактное решение подходит в качестве склада пополнения запасов, склада комплектации и системы подготовки заказов в логистике и производстве и является альтернативой статичным, энергоемким складам мелких деталей (AKL) с кранами-штабелерами или тележками-челноками. В то же время Volume Dive может быть использован для внедрения микрохабов на интерфейсе «до последней мили».

Мобильный робот Snapper на этом складе оснащен вращающимися колесами, универсальным захватом и устройством вращения на 360 градусов, и может захватывать системные контейнеры и ящики с напитками со всех четырех сторон стеллажа и передавать их непосредственно мобильным роботам, беспилотным транспортным средствам или конвейерной технике. В отличие от обычных компактных систем хранения, которые имеют определенные ограничения по вертикали, высота конструкции может достигать 14 м. Пользователям также не придется инвестировать в новые системные контейнеры, поскольку существующие запасы могут продолжать использоваться как внутри, так и вне системы. Самая маленькая версия Volume Dive занимает площадь всего 16 м². Отличие заключается в конструкции и принципе функционирования. Основными компонентами являются, как отмечено ранее, мобильный робот (снаппер), специально разработанная полка типа «скоростной стойки». При прямом сравнении с другими

системами можно отметить чрезвычайно короткие сроки выполнения и реализации. Отдельные модули поставляются предварительно собранными и проходят через любую стандартную дверь коридора. После установки система выравнивается и сразу запускается в производство. Склад Volume Dive полностью масштабируем по размеру и производительности и поэтому идеально подходит для компаний, которые хотят оставаться гибкими и перспективными для роста. Например, уже в настоящее время на складе нового типа можно хранить около 19 тыс. системных контейнеров высотой 320 мм на удобной площади около 250 м² [7].

Автоматизация в складской логистике требует совершенных систем компьютерного зрения и систем измерения. С учетом этого интересно, что Deutsche Industrie Video System, технологическая компания, специализирующаяся на визуальном отслеживании поставок (Divis), заключила стратегическое партнерство с фирмой Metrilus. Являясь лидером рынка систем измерения грузов на базе компьютерного зрения, Metrilus разрабатывает ПО для 3D-камер, которые используются для улучшения качества данных в логистической отрасли во всем мире. Цель партнерства — интеграция технологии измерения объема Metrix Freight в программные системы управления видео Divis.

Стратегическое партнерство позволяет уникально объединить два решения на простой в использовании платформе Divis. Пользователи решений Divis для управления видео могут интегрировать автоматическое измерение объема в ПО с помощью дополнительного модуля Dimensiont, таким образом, автоматически определять размеры своих грузов несложно и быстро. Технология измерения объема Metrix Freight требует менее секунды для фактического измерения груза, тары или упаковки. Это дает возможность логистическим компаниям выполнять до 600 измерений в час [8].

В последнее время все более активно в проектах транспорта и логистики используется имитационное моделирование. Имитационные модели позволяют тестировать новые системы или расширение внутренней логистики до их ввода в эксплуатацию, чтобы оптимизировать размеры и время работы системы или отдельных ее частей. Новое ПО для моделирования от системного интегратора — компании Klinkhammer IntraLogistics специально оценивает, например, критические пределы производительности или влияние измененных стратегий хранения грузов и их извлечения. В настоящее время оно по-прежнему является внутренним инструментом, позволяющим сократить время ввода в эксплуатацию, протестировать оптимальные потоки материалов и проверить программирование. В будущем современный инструмент моделирования Klinkhammer будет дополнительно

расширен, чтобы его можно было использовать при проектировании или при вмешательстве в существующие системы. Необходимо всю систему в нестандартных условиях уметь моделировать и оптимизировать. Компания Klinkhammer создала новое поколение своего ПО для моделирования в виде облачного веб-приложения. Веб-приложения просты в использовании, требуют только наличия браузера, не зависят от операционной системы и надежно работают на всех конечных устройствах. Визуальные представления и новый графический интерфейс облегчают понимание сложных технологических процессов [9].

Развитие автоматизации управления и внедрение цифровых технологий требует применения самого современного ПО. Компания Coglas GmbH (Германия), специалист по стандартизированному и современному ПО для контроля и оптимального управления внутренней логистикой, предложила на выставке Logimat 2024 последнюю версию своей облачной автоматизированной системы управления складом Coglas Web WMS. Улучшения, оптимизирующие эту систему управления складом, включают среди прочего тот факт, что теперь сравнение запасов может происходить в нескольких местах, а единый вход повышает удобство использования функции Scan, Label & Ship, которая обеспечивает еще более быструю отправку посылок, а новые интерфейсы, такие как DSV-Spedition, делают Web WMS еще более интегрируемой. Кроме того, промышленными погрузчиками и транспортными средствами можно управлять непосредственно с терминала вилочного погрузчика, обходя серверную часть и не требуя сервера. Coglas Web WMS имеет модульную структуру — компании получают именно те процессы и функции, которые им нужны. При необходимости система может размещаться в облаке или локально и предлагает множество вариантов обмена данными с другими системами для обеспечения бесперебойной работы. Интеграция в ИТ-среду системы Coglas Web WMS охватывает все стандартные функции [10].

Интенсивное применение автоматических транспортно-складских систем Autostore побудило фирму S&P GmbH, производителя ПО для управления компьютерными системами, дочерней компании дистрибьютора Autostore Element Logic с 2022 г., создать собственный технический электронный компонент для автоматических складов Autostore. Коннектор Autostore обеспечивает плавное соединение Autostore с системой управления складом S&P SuPCIS-L8 и позволяет решать самые сложные задачи. Autostore Connector полностью и легко интегрирован в ПО для управления складом SuPCIS-L8. Благодаря прямому соединению данные автоматически синхронизируются между ПО управления складом и системой Autostore.

Даже несколько объектов разных размеров можно соединить в единую систему. Соединитель авто-сохранения разделяет задачи с автосохранением. Например, если необходимо осуществить комплектование, ПО управления складом сообщает автоматическому складу, какой системный контейнер необходим. Затем автоматический склад позаботится обо всех перевозках и предварительно оптимизированной поставке, и сообщает автоматическому складу, какой контейнер необходим в порту, чтобы избежать ожидания контейнеров для комплектования заказов [11].

РОБОТИЗАЦИЯ

Беспилотные транспортные системы (AGV, FTS) являются неотъемлемой частью устойчивой, оптимизированной для процессов внутренней логистики. Автоматизированные мобильные транспортные роботы (AMR) используются для оптимизации внутренних материальных потоков и разных процессов в производственных, складских и распределительных центрах. Помимо прозрачной и оптимизированной внутренней логистики, пользователи AGV также получают выгоду от большей безопасности: замена обычных вилочных погрузчиков автоматизированными управляемыми транспортными средствами (AGV) снижает количество несчастных случаев по вине человека. Транспортные роботы (AMR) следуют по оптимизированному, заранее запрограммированному маршрутам и оснащены новейшими технологиями безопасности и трехмерным обнаружением препятствий для защиты людей и объектов. Использование AGV и AMR становится все более важным из-за продолжающейся нехватки квалифицированных рабочих. Автоматизация и роботизация позволяют эффективно использовать имеющихся квалифицированных работников. Кроме того, транспортные роботы могут выполнять сложные, опасные и монотонные задачи [12].

Компания Robotize APS объявила о выходе на рынок автономных мобильных роботов (AMR) платформенного типа GoPal P35, сделав стратегический шаг в сегмент платформы AMR. Имея компактные размеры всего 960 × 660 мм, GoPal P35 становится самой маленькой моделью в семействе GoPal AMR, которая охватывает широкий спектр AMR для транспортировки грузов на европейских, промышленных и американских/британских поддонах. Платформа GoPal P35 AMR оснащена механическими и электрическими интерфейсами, которые позволяют легко интегрировать различные топовые модули, оборудование и аксессуары от различных производителей мобильной робототехники. Особые характеристики GoPal P35: грузоподъемность

до 250 кг, беспроводная зарядка, долговечная батарея LFP, высокая маневренность, характерные механические бамперы GoPal для дополнительной безопасности в труднодоступных местах, простая интеграция в существующие парки GoPal AMR с помощью системы управления автопарком GoControl и визуально привлекательный дизайн [13].

В роботизации большое значение, если не решающее, принадлежит управлению. Компания Synapticon GmbH (Германия) хочет изменить мир управления движением для робототехники и автоматизации в точке движения. Для этого фирма представляет новый подход к осям движения в роботах и транспортных средствах путем интеграции ранее дискретных компонентов и оцифровки показателей производительности и качества. На международной выставке внутренней логистики Logimat 2023 в Штутгарте (Германия) компания, известная как специалист по интегрированному управлению движением, представила новые решения по управлению движением для автоматизированных управляемых транспортных средств без водителей (AGV) и автономных мобильных роботов (AMR).

Компании Synapticon удалось достичь важной вехи в виде тонкого, комфортного для пользователя устройства с удобной системой управления по одному кабелю. С помощью системы FSoE теперь можно реализовать более компактные и энергоэффективные системы AGV второго поколения и мобильные роботы. Двигатель, коробка передач, энкодер, сервопривод, лазерный сканер и система управления оптимально согласованы друг с другом, обеспечивая интеллектуальное управление движением [14].

Fronius International GmbH (Германия), мировой технологический лидер в области технологий зарядки аккумуляторов и систем использования солнечной энергии, установила новую веху в области роботизации и автоматизированной транспортировки поддонов. В рамках проекта развития партнерства с фирмой Knapp на промышленном предприятии в Саттлехте были введены в эксплуатацию первые автономные мобильные роботы AMR типа Open Shuttle Forks для транспортировки поддонов. Новое решение по автоматизации поддерживает Fronius в обеспечении производства и внутренней транспортировке. В общей сложности 16 автономных мобильных роботов с вилочными захватами реализуют транспортные связи между поступающими товарами, производством и исходящими товарами. Роботы перевозят такие грузы, как европоддоны, пластиковые поддоны и контейнеры с отходами с максимальной массой до 1000 кг [15].

Предприятие Movu Robotics (Бельгия), дочерняя структура группы stow Group, удостоено престижной премии за лучший проект в области логистики Supply Chain Excellence Award 2023 в номинации

«Лучший продукт в роботизации» (The Best Use of Robotics). Эту награду предприятие получило за совместный проект с логистической фирмой Dematra (Бельгия) автоматизированного высокостеллажного склада высотой 46 м в силосном варианте, вместимостью 80 тыс. поддонов с грузом. Склад работает круглосуточно и с челночной роботизированной системой Movu-Atlas-Palleten-Shuttle реализует 12 тыс. перемещений носителей в сутки [16].

Компания Exotec предлагает свои инновационные решения для автоматизации и роботизации складов. Exotec автоматизирует логистические процессы с помощью своих технологий и тем самым оптимизирует складирование и комплектацию заказов. В центре внимания находится система Skypod с высокой степенью автоматизации и роботизации, которая достигается за счет использования мобильных роботов на складах с высокой плотностью складирования и позволяет эффективно и точно собирать заказы. Благодаря модульной конструкции систему можно индивидуально адаптировать к каждому помещению и месту хранения. В основе технологии «груз — к человеку» люди остаются наиболее важной частью цепочки создания стоимости. Для обеспечения поддержки применяются мобильные роботы Skypod, которые могут передвигаться со скоростью до 4 м/с с грузами массой до 30 кг и подниматься на 12 м по стеллажным полкам. Компания Exotec также предлагает свои конвейерную технологию Skypath, программные решения и услуги, давая заинтересованным сторонам общее представление о будущем автоматизации и роботизации складов [17, 18].

Современные технологии B2B или B2C (электронная коммерция): автоматизация складов — метод выбора, отвечающий темпам разных отраслей производства и торговли, например, индустрии моды. Специалист по недвижимости, туризму и спецодежде — компания Ariat реализовала заключительный этап своей автоматизации с помощью системы Skypod от фирмы Exotec Deutschland GmbH (Германия). Выбор системы основан на том, что ее можно быстро интегрировать в существующую инфраструктуру, а также легко масштабировать.

Основой системы Exotec являются автономные складские роботы Skypod. По принципу «товар — к человеку» они транспортируют системные контейнеры массой до 30 кг по межстеллажным проходам на станцию комплектации и обратно. Роботы Skypod не нужны межстеллажные штабелеры. Робот залезает на стеллажную полку высотой до 12 м, используя свои силы, чтобы снять или поставить системный контейнер. Специалисты по логистике американского модного бренда Ariat убедились в этой концепции транспортно-складской системы,

когда приступили к заключительному этапу автоматизации своего склада в штате Техас (США). Площадь склада составляет почти 100 тыс. м². Скорость движения автономного мобильного робота — 4 м/с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время для логистики в нашей стране характерны глобальные изменения цепей поставок, что связано с СВО и многочисленными акциями недружественных стран. Между тем понятно, что изменение цепей поставок требует существенного развития внутренней логистики, строительства новых складов, терминалов и ЛЦ. С учетом этого целесообразно изучать зарубежный опыт развития внутренней логистики, так как некоторые инновации и положительный опыт могут

быть использованы в наших условиях. Кроме того, с учетом высокой капиталоемкости объектов внутренней логистики важно учитывать некоторые возможности снижения затрат за счет уже известных решений в зарубежных странах.

Современные проекты строительства складов в зарубежных странах и инновации, представляемые на регулярных международных выставках в Германии и других странах, показывают широкие возможности цифровизации, автоматизации и роботизации в складской логистике. Большое внимание уделяется современным инструментам и технологиям: облачной компьютеризации, имитационному моделированию, искусственному интеллекту, цифровым двойникам и другим в сочетании с совершенствованием подъемно-транспортного и складского оборудования, технических и программных средств автоматизации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Eigenkonfigurator für mehr Flexibilität. *Technische Logistik*. 2024. Saplimit "Best Projekt". 2024;16-18.
2. Just in Time: Immer gut bevorratet. *Technische Logistik*. 2024. Saplimit "Best Projekt". 2024;20-21.
3. Starkes Wachstum im Games-Segment. *Technische Logistik*. 2023;7-8:48-51.
4. Maximale Kapazität — minimale Raum. *Technische Logistik*. 2023;63:11-12.
5. Automatisiert mit Weitblick. *Technische Logistik*. 2024. Saplimit "Best Projekt". 2024;40-43.
6. Nachhaltig wachsen. *Technische Logistik*. 2024. Saplimit "Best Projekt". 2024;54-57.
7. Volume Dive — Verwerchslung ausgeschlossen! *DHF Intralogistik*. 2023;8:48.
8. Automatische Volumenvermessung. *DHF Intralogistik*. 2024;3:57.
9. Neue Generation der Simulationssoftware. *Technische Logistik*. 2024;64(1-2):54.
10. Neustes Update von cloudbasiertem LVS. *Technische Logistik*. 2024;64(1-2):50.
11. Nahtlose Integration und maximale Effizienz. *Technische Logistik*. 2024;64(1-2):56.
12. Effiziente Intralogistik: Automatisierung von Regalsystemen. *VDI-Z*. 2024;166(04):L6-L8. DOI: 10.37544/0042-1766-2024-04-68
13. Erster Plattform-AMR. *DHF Intralogistik*. 2024;3:65.
14. "Integrated Motion" für extrem effiziente Antriebe. *Maschinenmarkt*. 2023;129(12):17.
15. Entwicklungspartnerschaft auf höchstem Niveau. *Maschinenmarkt*. 2023;129(12):6-9.
16. Dematra-Projekt: Ein Beispiel für die Zukunft der Lagerhaltung. *F+H*. 2024;74(1-2):20.
17. Mit "Skypod" hoch hinaus. *Technische Logistik*. 2024;64(1-2):52.
18. Marathon unter drei Stunden. *DHF Intralogistik*. 2024;4(4):38-39.

Об авторе

ВладимирIZEКИЛЬЕВИЧ Тиверовский — кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела научной информации по транспорту; **Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН)**; 125190, г. Москва, А-190, ул. Усиевича, д. 20; РИНЦ ID: 5685-3036, ORCID: 0000-0003-4114-9525; Logistic@viniti.ru.

Bionotes

Vladimir I. Tiverovsky — Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher of the Department of Scientific Transport Information; **All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences**; 20 Usievich st., A-190, Moscow, 125190, Russian Federation; ID RSCI: 5685-3036, ORCID: 0000-0003-4114-9525; Logistic@viniti.ru.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.08.2024; одобрена после рецензирования 10.09.2024; принята к публикации 28.10.2024.
The article was submitted 19.08.2024; approved after reviewing 10.09.2024; accepted for publication 28.10.2024.