

НОВЫЕ ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРОЕКТЫ СКЛАДОВ И ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВКандидат техн. наук **Тиверовский В.И.**

(Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук. ВИНТИ РАН)

NEW OVERSEAS PROJECTS OF WAREHOUSES AND LOGISTIC CENTERS**V.I. Tiverovsky, Ph.D. (Tech.)**

(All-Russian Institute for Scientific and Technical Information. VINITI RAS)

Аннотация. Представлены наиболее интересные проекты складов и логистических центров, реализованные за рубежом в последние годы. Все проекты следуют генеральной линии развития складской логистики – цифровизации и автоматизации. Актуальность этой линии еще раз подтверждена опытом пандемии, все возрастающими трудностями комплектования персонала из-за обострения демографической ситуации и интенсивным развитием торговли через сеть Интернет.

Abstract. The article presents the most interesting projects of warehouses and logistic centers constructed abroad in recent years. All projects follow the general trend of development of warehouse logistics, i.e. digitalization and automation. The relevance of this trend is reconfirmed by the pandemic experience, the ever-increasing difficulties in recruiting due to the aggravation of the demographic situation and the intensive development of Internet trade.

Ключевые слова: складская логистика, склады, строительство, модернизация, автоматизация, цифровизация, роботы, программное обеспечение

Keywords: warehouse logistics, warehouses

Введение

Логистика в целом, и складская логистика в частности, интенсивно развивается в направлении цифровизации и автоматизации, как это предусмотрено концепцией 4-й промышленной революции (Industrie 4.0). Охватившая мир пандемия коронавируса и борьба за сохранение климата в определенной мере повлияли на развитие складской логистики, причем больше в сторону интенсивного развития.

В настоящей статье представлены наиболее интересные зарубежные проекты строительства новых и модернизации действующих складов и логистических центров, которые реализованы в последнее время. В реальности число таких проектов существенно больше, но представленные в статье дают достаточно полное представление о путях и тенденциях развития.

Строительство новых складов и логистических центров

Фирма Dematic (Германия) объявила о завершении строительства нового автоматизированного распределительного центра для крупной торговой компании Landmark Group в Дубае (ОАЭ), что позволит многонациональному ритейлеру консолидировать логистические операции для своих пяти действующих ручных распределительных площадок. Отличительной чертой проекта распределительного центра с площадкой 265 тыс. кв. м является автоматизированный высокостеллажный склад для грузов на поддонах. Здание склада высотой 43 м с силосной конструкцией рассчитано на вместимость 36 тыс. мест хранения для складирования различных товаров. Запасы, которые не нужны немедленно для распределения, укладываются на поддоны, затем складываются и извлекаются при необходимости с помощью четырех кранов-штабелеров высо-

той 41 м модели SR-U1500/1 с двумя телескопическими вилами. Технология складирования – двухрядная.

Многоярусный склад с регулируемым климатом хранит товары, чувствительные к температуре. Склад оснащен противопожарной системой с пониженным содержанием кислорода, что позволяет хранить даже легковоспламеняющиеся грузы. Система Dematic Multishuttle® обеспечивает более быстрое перемещение товаров с помощью запатентованной технологии перемещения между проходами склада. Это позволяет максимально использовать пространство за счет смены проходов и двухрядного складирования. С несколькими лифтами на один проход, управляемыми тележками и высокими скоростями одна челночная тележка (Shuttle) может обслуживать от 700 до 800 складских мест. В результате к станциям комплектования можно транспортировать до 15 тыс. носителей в час, что делает его самым большим и быстрым из когда-либо установленных компаний Dematic систем.

Распределительный центр также предлагает огромные возможности для складирования в подвешенном состоянии текстильных изделий: система Dematic GON может вместить до 2 млн предметов одежды и может достигать высокой производительности до 250 тыс. изделий в день.

Программное обеспечение Dematic iQ автоматизированной системы управления обеспечивает плавный и оптимальный поток материалов для выполнения обязательств по доставке, которые фирма Landmark дает своим розничным продавцам. Программное обеспечение работает как система управления складом (WMS) для управления запасами и включает в себя систему управления складом (WCS) и контроллер потока материалов (MFC). Товары динамически перемещаются по четырем автоматическим складским секциям склада с

регулируемой температурой в зависимости от текущего и прогнозируемого спроса. Программное обеспечение Dematic iQ также эффективно обрабатывает всякие и плоские товары в рамках одной системы, чтобы соответствовать требованиям клиентов и желаемой последовательности [1].

Представляет интерес проект логистического центра для специализированной оптовой торговой фирмы Richter + Frenzel (Германия), которая уже более 125 лет специализируется на санитарно-технических изделиях и строительных технологиях. Более 4200 сотрудников в 180 офисах в Германии предоставляют компетентные консультации и планирование с продуктами от более чем 1800 производителей. В Райхертсхофене (Германия) для фирмы построен новый центральный логистический центр, из которого фирма R+F снабжает филиалы и магазины по всей стране. По заданию заказчика центральным элементом нового здания должно быть полностью автоматизированное складское решение для хранения и комплектования мелких деталей. На основе концепции внутренней логистики, которая включает в себя склад мелких деталей AutoStore® с подключенной конвейерной техникой для комплектования заказов и укладкой на поддоны компания Hörmann Logistik (Германия) получила заказ на внедрение всей системы в целом [2].

Для индивидуального проектирования системы AutoStore® для Richter + Frenzel компания Hörmann Logistik провела несколько системных моделирований с использованием исходных данных в режиме реального времени на этапе проектирования. Это повлекло за собой рекомендацию по формированию партий при отпуске/отборе товаров. Требования заказчика вместе с результатами моделирования привели к конфигурации системы с 45 транспортными роботами, 50 тыс. носителей на 16 уровнях и соответствующими модулями рабочих станций.

Транспортно-складская система Autostore® состоит из алюминиевых решеток, облицованных со всех сторон. В сетке штабеля по 16 носителей стоят прямо на полу зала. Рельсовая система в виде решетки, по которой передвигаются автономные транспортные роботы с бортовым батарейным питанием, установлена над штабелями носителей. Роботы совместно подбирают контейнеры, сортируют их и являются ответственными за доставку в назначенный пункт. Максимальная общая масса носителя размером 649 мм x 449 мм x 330 мм составляет 35 кг, а масса нетто составляет до 30 кг. Для обеспечения максимальной массы и исключения перевеса при загрузке проводится проверка на перевес. Для оптимального наполнения носителей (контейнеров) компания Hörmann Logistik внедрила самообучающуюся систему для контроля данных массы и объема. В одном носителе могут храниться только одинаковые предметы с одинаковыми характеристиками.

Компанией Gebhardt Logistics Group для фирмы KW automotive GmbH (обе - Германия) построен современный логистический центр общей площадью 45 тыс. кв. м. Логистический центр состоит из нескольких складов, объединенных в единую логистическую систему. На основе концепции Roaming-Concept построен склад с тремя межстеллажными проездами, работающий с 15 челночными тележками типа Storebiter OLS. Далее предусмотрен автоматический высокостеллажный склад с краном-штабелером типа Cheetan heavy для

складирования грузов на поддонах. Для складирования мелких штучных грузов построен автоматический склад с тремя кранами-штабелерами типа 716. Общая протяженность транспортных устройств составляет 1156 м. Работой логистического центра и материальными потоками управляет автоматизированная система на основе программного обеспечения Gebhardt Storeware, цифровизацию поддерживает система Gebhardt Galileo IoT.

Для всемирно известной фирмы-поставщика чая и прохладительных напитков Martin Bauer Group фирмой Klinkhammer Intralogistics GmbH (обе фирмы - Германия) в качестве генерального подрядчика построен автоматический высокостеллажный склад для складирования грузов на поддонах. Здание склада в силосном варианте высотой 31 м с пятью межстеллажными проездами вмещает более 10 тыс. поддонов. На складе реализована атмосфера с пониженным содержанием кислорода, что обеспечивает пожарную безопасность в сочетании с отличным использованием объема здания склада. Важным отличием проекта являются автоматические краны-штабелеры, оборудованные видеокameraми, что обеспечивает точное позиционирование на основе данных, получаемых от видеокамер. В функции генерального подрядчика входила вся автоматизация, система управления складом и визуализация транспортно-складских работ.

Для фирмы Kunert Welpappe Bad Neustadt GmbH & Co. KG фирмой HÖRMANN Logistik в качестве генерального подрядчика при участии фирмы-консультанта KOCH Consultants GmbH (все фирмы - Германия) построен автоматический высокостеллажный склад со стеллажной системой канального типа в здании высотой 42 м. Фирма Kunert специализируется на поставках гофрированного картона, упаковочных материалов и другой продукции для упаковочного производства. Производство соединено со складом распределительными тележками. Специальные световые решетки контролируют загрузку грузов в каналы и их точное позиционирование в каналах. Краны-штабелеры поставки фирмы Dambach оснащены канальными транспортными средствами с электрическим приводом от бортовой аккумуляторной батареи. Всей работой склада управляет автоматизированная система HiLIS, взаимодействующая через интерфейсы с HOST. В качестве особенности склада необходимо отметить использование поддонов разного типа и складирование грузов в поперечном направлении. Противопожарная система склада поставлена фирмой Multimon.

Фирмой Stöcklin Logistik AG в качестве генерального подрядчика для крупной торговой компании по торговле электротоварами в Швейцарии Winterhalter + Fenner AG построен с функциями логистического центра новый центральный склад из деревянных конструкций с общим объемом инвестиций 50 млн швейцарских франков. Высокостеллажный склад высотой 22 м с площадью 10 тыс. кв. м может принять 50 тыс. видов продукции. Вместимость склада составляет 6 тыс. поддонов и 1500 кассет. Транспортно-складские работы выполняют 4 автоматических межстеллажных кранов-штабелеров типа MASTer.

Вторым компонентом логистического центра является автоматический склад для мелких штучных грузов с системой Autostore, где работают 70 транспортных роботов. Вместимость этого склада составляет 55 тыс. носителей. В подвальной части здания размещены

станции комплектования и упаковки заказов. Работой всего складского комплекса и материальными потоками управляет автоматизированная система управления StöcklinWCS [3].

Компания WITRON Logistik + Informatik GmbH (Германия) в качестве генерального подрядчика реализовала проект современного автоматизированного распределительного центра для всех каналов продаж продовольственного ритейлера Hoogvliet в Блейсвейке (Нидерланды). Стратегическая цель голландской компании — стать «самым привлекательным многоканальным ритейлером на рынке». Из нового распределительного центра площадью 72 тыс. кв. м компания будет снабжать более 100 торговых филиалов продуктами питания почти 12 тыс. наименований.

Распределительный центр может работать с суточной производительностью 385 тыс. шт. Для этого Hoogvliet использует проверенные системы WITRON. В области сухих и скоропортящихся продуктов для полностью автоматической комплектации торговых единиц на рулонные контейнеры используется система комплектования заказов (OPM) с 13 машинами для заказов ящиков (COM), а также система комплектования автомобилей (CPS) и полуавтоматическая система комплектования для оптимизированных по маршруту комплектования торговых единиц. Автоматический склад продукции в лотках подключается перед OPM.

В качестве генерального подрядчика фирма WITRON отвечала за полное планирование и внедрение всех IT-систем, систем управления и механических компонентов. Кроме того, обслуживание и техническое обслуживание системы также являются частью портфеля услуг экспертов по логистике WITRON, которые будут обеспечивать постоянное техническое обслуживание и техническую поддержку на месте с помощью выездной команды. Для отбора продуктов и комплектования заказов в распределительном центре используются две технологии Pick-by-Voice и Pick-by-Light (по командам голосом и по световым указателям) в разных зонах склада. Всего в распределительном центре работают 60 межстеллажных автоматических кранов-штабелеров, которые обслуживают 222 тыс. мест складирования. Все краны-штабелеры работают по энергоберегающей технологии [4].

Фирма KW automotive (Германия) располагает производственным комплексом по производству шасси и других узлов транспортных средств. Общая площадь комплекса составляет 45 тыс. кв. м. Для обеспечения сборочного производства предусмотрен автоматический склад для мелких штучных грузов (AKL) с тремя межстеллажными проездами вместимостью 19760 мест с возможностью складирования на 23 уровнях. Транспортно-складская система построена на основе челночной технологии (Shuttle). В каждом проезде работает по 5 челночных тележек типа Gebhardt-StoreBiter-OLS. Предусмотрено складирование грузов массой в пределах 2-30 кг, производительность склада составляет 630 двоярных операций в час.

Для складирования грузов на поддонах и в решетчатых ящиках на фирме работает склад с одним межстеллажным проездом, в котором все операции с грузами массой до 1000 кг выполняет кран-штабелер типа StoreBiter-One-Pallet-Shuttle с производительностью 28 двоярных операций/ч. Вместимость этого склада составляет 4266 мест.

Для оперативного запаса перед сборочным производством предусмотрен относительно небольшой буферный склад вместимостью 589 мест с челночными тележками типа StoreBiter-Multi-Level-Shuttle для грузов массой до 30 кг. Производительность этого склада - 146 двоярных операций/ч. Все три склада оснащены самым современным подъемно-транспортным оборудованием. Комплектование заказов - на основе технологии Pick-to-Light с использованием световых указателей [5].

Модернизация складов

Рассмотрим теперь несколько проектов модернизации действующих складов с одновременным их расширением.

Фирма Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG (Германия) располагает в Вальденбурге современным распределительным центром, в котором завершен очередной этап модернизации с целью дальнейшего развития автоматизации и цифровизации. Распределительный центр состоит из двух складов: высокостеллажного склада вместимостью 4400 поддона с грузом, который обслуживается вилочными штабелерами, и автоматического склада с девятью межстеллажными проездами и с челночной транспортно-складской системой для мелких штучных грузов вместимостью 200 тыс. носителей.

Ежедневно в распределительном центре комплектуется 2 тыс. заказов примерно на 4,5 тыс. позиций для торговли по принципу B2B и B2C. Всего в распределительном центре складировается порядка 20 тыс. видов грузов. На 20 станциях комплектуются заказы на основе световых технологий Pick-by-Light и Pick-to-Light. Для упаковки скомплектованных заказов предусмотрены 21 упаковочная станция. Автоматизированное управление распределительным центром обеспечивает система PSIwms, в которую встроена система управления штабелерами Staplerleitsystem Transport Control. Система PSIwms поставлена и внедрена фирмой PSI Logistics (также Германия) [6].

Фирма psb intralogistics GmbH завершила проект модернизации склада с расширением торговой фирмы api Computerhandels GmbH (обе фирмы - Германия). Фирма api работает в сфере торговли компьютерами и комплектующими к ним. Склад с челночной транспортно-складской системой работает по принципу Multi Access Warehouse с увеличенным числом подъемников для тележек (Shuttle). По завершении проекта в здании размерами длиной 145 м и высотой 24 м с четырьмя проездами складирование мелких штучных грузов предусмотрено на 50 уровнях. В каждом межстеллажном проезде работает по 6 подъемников. Всего на складе работают 222 челночные тележки типа vario.sprinter и vario.sprinter flex. Вместимость склада составляет 125 тыс. носителей при двухрядном складировании, производительность - 8 тыс. носителей/ч.

Логистические процессы становятся все более и более сложными, постоянно растут требования к эффективному и экономичному программному обеспечению для управления складом. Складские и распределительные центры как при новом строительстве, так и при модернизации, нуждаются в высокопроизводительной системе управления складом (WMS), чтобы постоянно держать под контролем динамический процесс хранения, поиска и перемещения.

Например, в комплекте со складом типа pL-Store® предлагается интеллектуальное программное обеспече-

ние для управления складом, позволяющее оптимизировать всю производственную цепочку складской логистики. Программное решение обеспечивает эффективный поток товаров благодаря онлайн-контролируемому управлению запасами и оптимизированному управлению материальными потоками и носителями (коробки, ящики и др.). В числе последних реализованных проектов фирма proLogistik GmbH & Co. KG успешно установила автоматизированную систему управления rL-Store® в складском комплексе фирмы Hammer GmbH & Co. KG (обе фирмы - Германия) с автоматическим складом для мелких штучных грузов (AKL) вместимостью 24720 носителей. Фирма с новой системой управления успешно справляется с функциями провайдера 3PL при 100-процентном качестве комплектующих заказов. Встроенный в программу модуль rL-SIM позволяет использовать искусственный интеллект (KI) для дальнейшего совершенствования всей системы логистики [7].

Общие вопросы автоматизации складов

Автоматизированные управляемые транспортные средства (AGV, FTS), работающие без водителя не новы, но во времена растущей сложности и неопределенности они меняют правила игры и пользуются все большим спросом, чтобы сделать процессы более гибкими, уменьшить зависимости и снизить затраты на основе оптимизированных процессов и повышенная эффективность. SSI SCHAEFER удовлетворяет этот повышенный спрос в своей линейке продуктов Driverless Solution ("Решения без драйверов") с оптимально интегрированными решениями, которые можно быстро внедрить и в то же время учитывать индивидуальные требования заказчика. Ноу-хау для этих решений исходит от специализированной фирмы DS Automotion (также Германия). Производительность транспортных систем AGV зависит от интегрированной технологии связи, навигации и безопасности и программного обеспечения.

Другим решающим фактором является ноу-хау для разумной и эффективной интеграции транспортных средств в существующую или вновь созданную общую логистическую систему. Например, компания SSI SCHAEFER (Германия) объединяет эти компетенции в сотрудничестве с фирмой DS Automotion. Сердцем системы является система управления DS NAVIOS, которая позволяет использовать как гусеничные, так и автономные приложения AGV. Программное обеспечение обеспечивает интерфейсы с IT-архитектурой заказчика и может быть подключено к собственному логистическому программному обеспечению SSI SCHAEFER WAMAS® и быть в паре. Это поддерживает синхронизированное взаимодействие с другими компонентами. Еще одним преимуществом является то, что AGV, которые специально адаптированы для применения, могут быть введены в эксплуатацию в течение короткого времени. Значительного повышения производительности можно добиться всего через несколько дней после ввода в эксплуатацию. Компании выигрывают от высокой рентабельности инвестиций и высокого уровня гибкости. AGV можно легко доставить в существующие здания складов и предприятий, пространство и площадь можно использовать по-разному. Система обеспечивает надежную транспортировку даже в постоянном цикле 24/7 и благодаря своей модульности и масштабируемости по-

зволяет оптимально адаптироваться к динамично меняющимся требованиям рынка на каждом этапе корпоративного развития. Новейшие системы с AGV используют автономные транспортные роботы, в управлении которыми широко используются искусственный интеллект и машинное обучение (KI, ML) [8].

В качестве интересного примера современных напольных транспортных средств можно привести так называемые «логистические капсулы» (см. рис. 1), которые компания SEW-Eurodrive создала к 10-летию 4-й промышленной революции (Industrie 4.0). По существу это новая транспортная система с беспилотными напольными транспортными средствами в форме капсул, которые обеспечивают непрерывную цепочку поставок во внутренней логистике. Система позволяет перемещать грузы в таре или упаковочных единицах внутри промышленного предприятия или склада, а также между ними. Такие транспортные средства могут также выполнять функции помощников по логистическому обслуживанию как универсальные, мобильные, автономные и совместные роботы на основе функции взаимодействия человека и робота (HRC). Компания предлагает транспортные капсулы MAXOLUTION® maxO-MS-CA015 до 1350 кг полезной нагрузки и капсулы-помощники MAXOLUTION® maxO-MS-NA001 до 10 кг полезной нагрузки. Обеспечивается бесперебойный технологический процесс, благодаря новейшим технологиям навигации, определения местоположения и связи, и быстрое вождение без износа, благодаря бесконтактной индуктивной передаче энергии MOVITRANS® [9].



Рис. 1. Логистическая капсула

В складской логистике требования, предъявляемые к робототехнике, невероятно высоки. В конечном счете, все более высокие требования к качеству и производительности должны быть удовлетворены перед лицом разнообразия ассортимента изделий, ценового давления, нехватки места и нехватки рабочих. Поэтому промышленные роботы должны быть надежными, автоматически обрабатывать и исправлять ошибки, обеспечивая при этом неизменно высокую производительность. С учетом этих требований в логистическом центре компании GXO Logistics (Нидерланды), работающей в сфере текстильной логистики, установлены роботизированные станции Pick-it-Easy фирмы Knapp AG (Германия). Робот Pick-it-Easy реализует все эти функции. Высоко динамичная роботизированная ячейка комплектации уже доказала это многочисленным клиентам из мира промышленности. Робот Pick-it-Easy интегрирован в существующую основную концепцию и может использоваться в сочетании со станциями ручного подбора и системами челночных тележек (Shuttle). Таким

образом, он является частью комплексной интегрированной системы комплектования, надежной и гибкой. Благодаря сложной технологии захвата, робот автоматически решает, какой захват в наборе инструментов лучше всего подходит для работы с предметами, принимая во внимание их категорию, размеры и массу. В результате робот может справиться с широким ассортиментом артикулов с максимальной надежностью и гарантией круглосуточной высокой доступности. Робот Pick-it-Easy может обнаруживать и исправлять ошибки автономно благодаря взаимодействию передовых технологий распознавания и обработки изображений, программных алгоритмов и периферийных сенсорных элементов [10].

Интересное решение в форме новой информационной панели Uniware предложила компания Unitechnik Systeme GmbH (Германия), которая совершенствует визуализацию в режиме реального времени с типичными ключевыми показателями логистических центров. Проблемы и недостатки могут выявиться быстрее. Целью, которую преследовала Unitechnik при разработке новой информационной панели для программного обеспечения для управления складом Uniware, была простота использования. Это должно позволить пользователям работать в знакомой среде и настраивать индивидуальные представления данных с помощью перетаскивания. Данные могут отображаться в виде таблицы или графика. Особенностью по сравнению с другими инструментальными панелями является возможность интегрированного анализа отображаемых данных, как подчеркивает Unitechnik. Информационная панель отображается пользователю как часть Uniware на компьютере рабочей станции. Однако информация также может отображаться на портативных устройствах, больших экранах или планшетах.



Рис 2. Тыльный сканер

Инновации в складской логистике иногда реализуются не только в виде строительства новых логистических центров с высокой степенью автоматизации, а в виде создания и применения новых технических средств, обеспечивающих условия для более эффективной работы. Например, фирма ACD Elektronik GmbH (Германия) предлагает HasciSE - эргономичный тыльный сканер промышленного качества (см. рис 2.). Разработанный на основе требований логистики и промышленности, тыльный сканер HasciSE предлагает оптимальное решение для комплектования мелких деталей или других мелких предметов, когда работа обычно

осуществляется "без помощи рук". HasciSE также можно использовать на крупных производственных линиях в промышленности, а благодаря широкому диапазону рабочих температур производственные компании в пищевой промышленности также могут без колебаний использовать HasciSE. Сканер тыльной стороны HasciSE имеет следующие ключевые характеристики: Logistik-Wearable, один из самых легких и компактных, использование в сочетании с ручным ремнем ACD с переключателем пальца или застежкой-молнией HasciSE (круглой или квадратной). Срок службы встроенной батареи - одна смена.

Выводы

Завершая рассмотрение инновационных проектов складов и логистических центров, можно сделать следующие выводы:

1. Реализованные в последние годы за рубежом новые проекты логистических центров и складов подтверждают основное направление развития складской логистики – цифровизация и автоматизация.
2. Наиболее крупные проекты объектов складской логистики характерны для крупных торговых компаний, что в большой степени связано с развитием торговли через сеть Интернет.
3. Наряду со строительством новых объектов успешно модернизируются и расширяются действующие склады, что позволяет выводить их на современный уровень автоматизации.
4. Изучение зарубежного опыта развития складской логистики позволяет в определенной мере использовать этот опыт в проектах, разрабатываемых и реализуемых в нашей стране.

Литература

1. Landmark Group, Dubai, Vereinigte Arabische Emirate und Dematic // F+H: Fördern und Heben.-2021.-71, № 12.-S. 32.
2. Richter + Frenzel, Reichertshofen und Hörmann Logistik//F+H: Fördern und Heben.-2021.-71, № 12.-S. 33.
3. Hochdynamisches Gesamtsystem // Techn. Logistik.-2022, Прил. Best. Proj. 22.-S. 22-25.
4. Zukunftsweisende Omnichannel-Logistik // Techn. Logistik.-2022, Прил. Best. Proj. 22.-S. 60-63.
5. Effizient statt Stau // Techn. Logistik.-2022, Прил. Best. Proj. 22.-S. 82-84.
6. Basis für gute Entwicklungsperspektiven // F+H: Fördern und Heben.-2021.-71, № 12.-S. 20-21.
7. Erfolgreiche WMS-Implementierung //Techn. Logistik.-2022, Прил. Best. Proj. 22.-S. 18-20.
8. Gebündelte Intralogistik- und AGV-Kompetenz // Update (Germany).-2021, № 38.-S. 12-13.
9. Zehn Jahre Industrie 4.0// Techn. Logist.-2021.-61, № 11-12.-S. 20-23.
10. GXO Logistics, Tilburg, Niederlande und Knapp // F+H: Fördern und Heben.-2021.-71, № 12.-S. 31.

Сведения об авторе:

Тиверовский Владимир Иезикильевич, старший научный сотрудник в Отделе научной информации по транспорту Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук.

Адрес: Москва, ул. Усиевича, 20.

Телефон 499-152-56-33,

e-mail: Logistic@VINITI.RU.