

Развитие складской логистики за рубежом на современном этапе

В.И. Тиверовский

Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Представлен краткий обзор развития складов логистических и распределительных центров в Германии и других зарубежных странах на современном этапе. Определены некоторые общие тенденции развития, связанные с реализацией концепции четвертой промышленной революции. Выполнение данных требований предусматривает глубокую цифровизацию и интеллектуализацию производственных процессов, систем управления и применяемых технологий. Ключевая роль в новых условиях принадлежит проектированию объектов логистики с использованием современных возможностей моделирования и виртуальной реальности. Выполнен анализ последних проектов складов с разной степенью автоматизации вплоть до автоматических складов. Приведены примеры проектов и отмечены особенности принятых технических решений.

В последнее время в складской логистике разработан и реализован ряд новых технологий и систем. Особый интерес представляют новые технологии комплектования заказов на складах, так как требования к этой технологии существенно изменились в связи с интенсивным развитием электронной торговли в режиме онлайн. Число заказов постоянно растет, а требования к продолжительности этих операций диктуются в сторону сокращения. Важное место занимает роботизация. Работа в условиях пандемии с требованиями максимально возможного уменьшения численности персонала еще более повысила актуальность и важность использования роботов, в частности — коллаборативных, т.е. работающих вместе с человеком. Значительное место уделено применению в производственной логистике напольного транспорта с транспортными средствами, работающими без водителей.

Ключевые слова: складская логистика; склады; логистические центры; автоматизация; роботы; транспортные средства без водителей; проектирование; подъемно-транспортное оборудование

Development of warehouse logistics abroad at the present stage

Vladimir I. Tiverovsky

All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences; Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

A brief overview of the development of warehouses, logistics and distribution centers in Germany and other foreign countries at the present stage is presented. Some general development trends associated with the implementation of the concept of the fourth industrial revolution are identified. The implementation of these requirements provides for deep digitalization and intellectualization of production processes, control systems and applied technologies. A key role in the new conditions belongs to the design of logistics facilities using modern modeling and virtual reality capabilities. The analysis of the latest projects of warehouses with varying degrees of automation up to automatic warehouses was carried out. Examples of projects are given and the features of the adopted technical solutions are noted.

Recently, a number of new technologies and systems have been developed and implemented in warehouse logistics. Of particular interest are new technologies for picking orders in warehouses, because the requirements for this technology have changed significantly due to the intensive development of online electronic commerce. The number of orders is constantly growing, and the requirements for the duration of these operations are dictated downward. Robotization has recently taken an important place. Working in a pandemic with the requirements for the maximum possible reduction in the number of personnel has further increased the relevance and importance of using robots, in particular, collaborative ones, i.e. working together with the person. Considerable attention is paid to the use in industrial logistics of floor transport with vehicles that work without drivers.

Keywords: warehouse Logistics; warehouses; logistics centers; automation; robots; vehicles without drivers; design; handling equipment

ВВЕДЕНИЕ

Складская логистика переживает за рубежом период интенсивного развития, основы которого определяются требованиями концепции четвертой промышленной революции (Industry 4.0). Как

известно, основу концепции составляет цифровизация производства, транспорта и логистики с широким использованием возможностей искусственного интеллекта (AI), автоматизации и роботизации, облачной компьютеризации и других современных возможностей техники и технологии. В числе

ключевых задач — создание эффективных логистических цепей поставок на основе единства производства и логистики как единой системы. Важно иметь в виду, что реализация концептуальных требований должна сопровождаться применением современного производственного, подъемно-транспортного и складского оборудования, эффективных систем управления. При этом следует учитывать современные требования по охране природы и защите климата.

Складская логистика отличается значительным разнообразием и вследствие этого разнообразием технических решений, которые реализуются при строительстве новых и модернизации действующих объектов логистики — складов, логистических и распределительных центров, контейнерных терминалов и др.

Ряд зарубежных фирм предлагает свои услуги по проектированию предприятий, транспорта и складской логистики с учетом новых требований и инновационных возможностей в самом процессе проектирования. Например, фирма IPO.Plan GmbH (Германия) предлагает свои услуги по проектированию промышленных предприятий. С помощью программного обеспечения IPO.Log в процессе проектирования выполняется моделирование с трехмерной визуализацией. На матричную структуру проектируемого предприятия накладываются транспортные коммуникации, что позволяет создать единую производственно-транспортную систему на основе использования разных транспортных средств, например напольных тележек без водителей (FTF, FTS) и др. По завершении процесса выбора оптимального варианта проектная документация выдается в автоматизированной системе CAD [1].

Рассмотрим далее некоторые интересные современные проекты в складской логистике из зарубежной практики.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ СКЛАДЫ

Фирма Westfalia Logistics Solutions Europe GmbH & Co. KG известна как разработчик и поставщик транспортно-складских систем с высокой степенью автоматизации. Компания реализует проекты строительства новых и модернизации действующих складов. Реализуемые проекты высокостеллажных складов отличаются высокой компактностью и хорошим использованием зданий складов. Автоматизация управления складами и материальными потоками строится на основе системы Sawanna.NET, построенной на модульной основе. Широко используется подъемно-транспортное оборудование, не занимающее складских площадей, например, краны-штабелеры верхнего действия типа Aviator.

Для фирмы Kunnert в Бад Нойштадте (Германия) фирмой Hörmann Logistik (Германия) построен новый автоматический высокостеллажный склад со стеллажной системой канального типа. Строительство нового склада вызвано расширением производства и реализацией меняющихся требований клиентов в отношении меньших объемов заказов, более коротких циклов доставки и эффективного управления запасами. Особенностью склада с четырьмя проходами является поперечное хранение большого количества различных видов готовой продукции на разных видах поддонов с использованием нескольких типов вспомогательных носителей (так называемых «подпаллетов»). Упаковочные единицы транспортируются с производства распределительной тележкой для перевода на конвейерную технологию. Уже во время производства уделяется внимание тому, чтобы две идентичные упаковочные единицы всегда транспортировались одна за другой, а затем их можно было транспортировать и складировать парой на многоярусном складе. Это значительно увеличивает пропускную способность склада. В единице упаковки может быть до шести носителей. Упаковочные единицы автоматически центрируются с помощью системы контурного управления, проверяются их длина, ширина, высота, ширина поддона, длина поддона и масса.

Для фирмы Hauff (Германия), специализирующейся на выпуске систем и материалов для гидроизоляции кабелей и трубопроводов, фирмой Klinkhammer (Германия) построен современный логистический центр. В его состав входят автоматический высокостеллажный склад с двумя межстеллажными проездами вместимостью 4900 мест для грузов на поддонах; автоматический склад для мелких штучных грузов вместимостью 8120 носителей и автоматический буферный склад, как буфер между производством и отделением отправления готовой продукции. Автоматизация управления логистическим центром построена на основе полной цифровизации и программного обеспечения SAP S4Hana [2].

Автоматические склады для мелких штучных грузов (AKL) могут быть эффективно использованы не только крупными фирмами, но и компаниями со средним размером бизнеса. Фирма LT Fördertechnik GmbH (Германия) предлагает автоматические склады (AKL), которые адаптированы для фирм со средними размерами бизнеса. На складах устанавливают краны-штабелеры типа Pega. Подъемно-транспортное оборудование выпускается из нержавеющей стали, что позволяет использовать такие склады для складирования продуктов питания. В серийном исполнении склады рассчитаны на применение унифицированных носителей грузоподъемностью не более 500 кг. Комплектование заказов организовано

по принципу «груз – к человеку». Для этой работы создаются эргономичные рабочие места [3].

Компания Hauff, специалист по системам герметизации кабелей и труб, строит новый автоматизированный логистический центр с фирмой-генеральным подрядчиком Klinkhammer (обе — Германия). Склад будет соединен с существующим производством. Интеллектуально объединенный в сеть логистический центр предусматривает три автоматические системы хранения, которые объединены в сеть с точки зрения технологии транспортировки в цифровом виде. Крупные и мелкие детали могут быть эффективно собраны и упакованы с оптимальными затратами на транспортировку. На многоярусном складе с двумя межстеллажными проездами в здании силосной конструкции более крупные грузы складываются с помощью конвейерной технологии для грузов на поддонах. Автоматический склад мелких деталей с двумя межстеллажными проездами обеспечивает хранение деталей, которые отделены от поддонов, решетчатых или картонных ящиков. После идентификации и включения в систему управления складом товары для кросс-докинга могут быть доставлены напрямую к одним из девяти погрузочным воротам для погрузки автомобилей и отправления конечным потребителям.

С автоматическим буфером для консолидации заказов предусмотрена централизованная стеллажная система высотой 12 м с шагающей балкой SRM. Используется для временного хранения отобранных заказов для отправки, объединения заказов из разных контейнеров или подготовки продукции к производственным заказам. Когда все упаковки, включающиеся в заказ, поступают в буфер консолидации заказов, заказ перемещается на следующую доступную упаковочную станцию. Там сотрудник проверяет, упаковывается продукция с многоярусного склада или ящик консолидируется в заказ на поддон. Каждая рабочая станция комплектования заказов имеет достаточное количество буферов. Это предотвращает обратный поток на основной линии и обеспечивает бесперебойную работу. Когда грузовые единицы помещаются в конвейерную систему, они проверяются на избыточную массу и высоту и при обнаружении дефектов шлюзуются. В тесном сотрудничестве по проектированию между предприятиями Hauff и Klinkhammer была создана ориентированная на будущее, гибкая и расширяемая концепция логистики для мелких деталей и грузов на поддонах с учетом прогнозов роста производства [4].

Фирма Erfurtpasta (Германия) производит макароны изделия всех форм и размеров с 1793 г. На недавно открытом складе готовой продукции поставщик логистических услуг компания Maintrans поручила решения по автоматизации фирме Jungheinrich. Транспортные системы без водителя в сочетании с полуавтоматическим челночным ком-

пактным складом обеспечивают надежную работу. Компания Jungheinrich получила заказ на поставку эффективной и компактной складской логистики из одних рук. С самого начала ключевыми задачами проекта были автоматизация и оцифровка процессов. Специалисты Jungheinrich разработали для этого уникальное решение. В его основе — компактный склад с тележками челночного типа, который укомплектован автоматизированными транспортными системами типа EKS 215a. Длина нового склада составляет 130 м, ширина — 55 м. Посередине находится длинный рабочий проход, в котором два транспортных средства без водителя типа EKS 215a берут на себя автоматизированную транспортировку поддонов. Справа и слева от него — компактное хранилище с челночными тележками (Shuttle) поднимается на высоту до 14 м. В общей сложности на складе 26 тыс. мест для поддонов расположены в 691 канале стеллажной системы. В каждом канале можно разместить друг за другом 38 поддонов с грузом. Так называемые устройства для транспортировки поддонов (UPC) отвечают за транспортировку поддонов по каналам. Челночные тележки самостоятельно проезжают под поддонами, поднимают их и перемещают вперед и назад по каналу. Хотя для этого требуется, чтобы при хранении и извлечении поддонов соблюдалась определенная последовательность [5].

Создание промышленных предприятий будущего (Smart Factory) требует строительства высокоавтоматизированных складов для грузов на поддонах и автоматических складов для складирования мелких штучных грузов (AKL). Основной компонент автоматизации таких складов — межстеллажный кран-штабелер.

Компания Reiser Engineering GmbH & Co KG (Германия) предлагает межстеллажные краны-штабелеры Sirius и Wega, отвечающие требованиям будущего. Кран-штабелер Sirius для складов AKL отличается оригинальной конструкцией, что позволяет стабильно и безопасно работать на высоте до 25 м. Комплектуется разными типами грузоподъемных устройств, например, для работы с ящиками из синтетического материала, картонными коробками или технологическими поддонами типа Tablar.

Расчетный срок эксплуатации стеллажных складов обычно не превышает 10–15 лет. Модернизация стеллажных складов (Retrofit) дает возможность увеличить срок эксплуатации в два раза и довести до 20–30 лет. При этом модернизация позволяет внедрить новые информационные технологии, заменить оборудование на более новое, увеличить производительность и повысить степень автоматизации склада. В ряде случаев за счет модернизации можно отказаться от строительства нового склада и значительно сократить инвестиции. В этом направлении специализируется ряд фирм, например, компания Unitechnik (Германия).

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

В складской логистике для комплектования заказов широко используются различные технологии, например, технология комплектования по командам голосом. Данную технологию иногда называют Voice-Logistic (звуковая логистика). С целью развития этой технологии фирма TopsySystem Systemhaus GmbH (Германия) разработала и предлагает инновационную систему Voxter Scan++ с обновленными техническими средствами и программным обеспечением с использованием возможностей искусственного интеллекта (AI). Эта же фирма предлагает обновленный пакет Lydia Warehouse Intelligence (LWI) для контроля состояния инфраструктуры и хода логистических процессов.

Компания Bürger внедрила на складе технологию комплектования заказов по командам голосом (Pick-by-Voice), рекомендованную фирмой Lydia на основе системы голосового выбора предприятия TopsySystem (все фирмы — Германия). Убедительные результаты: скорость комплектации увеличилась более чем на 15 %, при этом продолжительность обучения новых сотрудников сократилась с пяти до одного дня. Логика технологии полностью лежит в системе планирования и управления материальными ресурсами SAP, коммуникация происходит на 100 % в режиме онлайн через Lydia Connector for SAP. Это означает, что запас товаров всегда известен, и система SAP на ранней стадии распознает, когда товар заканчивается на складе. Пополнение может быть своевременно обеспечено. Сборщику заказов не нужно беспокоиться о том, чтобы найти товар на складе. Система SAP укажет альтернативное место с тем же товаром. Это избавляет от необходимости ждать пополнения или искать товар на складе.

Интенсивное развитие розничной торговли в режиме онлайн предъявляет все более высокие требования к складской логистике. Пандемия COVID-19 еще более обострила необходимость создания в логистике новых технологий, ориентированных на более широкое применение роботов. В этом плане представляет интерес новая технология комплектования заказов на складе, основанная на эволюционном развитии транспортных систем с тележками, работающими без водителей (FTS). Мюнхенским предприятием Magazino (Германия) создан транспортный робот Toru, который в автономном режиме следует к нужному стеллажу, захватывает требуемый предмет, например коробку с обувью, и транспортирует его на рабочую станцию комплектования заказов. Таким образом на базе тележки без водителей создан транспортный робот, который выполняет функции отбора, захвата и транспортировки по принципу «3 в 1». Наряду с известными логистическими технологиями Pick-by-Voice (Бери по командам голосом) и Pick-by-Light (Бери по световым указателям), разработана и внедрена новая

технология Pick-by-Robot (Бери роботом). Это стало возможным на основе развития техники видеокамер и сенсоров, нового программного обеспечения с использованием искусственного интеллекта, машинного обучения, облачных технологий и др. Несомненно, новая технология будет дальше развиваться, а роботы Toru будут далее совершенствоваться [6].

Предприятие Traro AG предложило интересное техническое решение по автоматизации погрузочно-разгрузочных работ с автомобилями. Система построена на сочетании двух типов транспортных средств, работающих без водителей: TLS 3600 и TTS 1200. Работа системы построена следующим образом. Цепной конвейер подает три поддона с грузом один на другом. Под штабель из трех грузовых единиц подъезжает тележка TLS 3600 и с помощью встроенного подъемника поднимает штабель и перемещает его в стоящий автомобиль, возвращаясь обратно за следующим штабелем. Погрузка в полуприцеп длиной 13 м грузовых единиц в количестве 13 шт. продолжается 13 мин. Каждая грузовая единица может быть массой до 1200 кг, общая масса штабеля — 3600 кг. При разгрузке автомобилей работы выполняются в обратном порядке. Вместе с тем разгружаемые поддоны с помощью тележек без водителей типа TTS 1200 или другими транспортными средствами доставляются из зоны разгрузки в зону складирования. Всеми погрузочно-разгрузочными работами управляет автоматизированная система TIM [7].

В производственной и складской логистике в настоящее время происходит переход к автоматизированным транспортным средствам, например, напольным тележкам, работающим без водителей (AGV, FTF). Такие транспортные средства оборудуются в качестве источника питания литий-ионными аккумуляторными батареями, требующими периодической зарядки. Традиционные контактные (проводные) системы зарядки аккумуляторов нуждаются в периодической постановке транспортного средства на зарядку. Это в определенной мере препятствовало тенденции более широкого применения тележек без водителей (AGV, FTS) и транспортных роботов. В связи с этим представляет значительный интерес индуктивная система быстрой зарядки EtaLink 3000 с эффективностью 93 %, разработанная фирмой Wiferion (Германия), которая позволяет заряжать транспортные средства в процессе работы. Постоянный уровень энергии, благодаря бесконтактной зарядке, и технология беспроводной зарядки оптимизируют рабочие процессы и сокращают время простоя. EtaLink 3000 от Wiferion — это бесконтактная гибкая система быстрой зарядки с множеством областей применения в производстве и логистике. Эта технология, состоящая из стационарного передатчика и приемной электроники на

стороне транспортного средства, использует принцип магнитной индукции. AGV заряжается автоматически и без вмешательства человека в определенных точках, нет необходимости заменять батареи для зарядки. Новая система отмечена в Германии престижной премией выставки LogiMAT 2020 в номинации «Лучший проект года».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершая рассмотрение наиболее интересных проектов и технических решений в области развития складской логистики за рубежом, можно сделать следующие выводы:

- развитие складской логистики на современном этапе идет по многим направлениям при строительстве новых и модернизации действующих объектов логистики;
- основные направления развития определяет концепция четвертой промышленной революции, которая является современным трендом развития промышленного производства, транспорта и логистики;
- из всего многообразия проектов и технических решений, представленных в настоящем обзоре, хотелось бы отметить, как наиболее перспективные — создание транспортного робота Toгу и разработку бесконтактной системы зарядки литий-ионных аккумуляторов EtaLink 3000.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Flexible Zellenfertigung // Techn. Logist. 2020. Vol. 60. No. 3. P. 99.
2. Automatische Lagersysteme digital vernetzt // me: Mag. Mechatron / und eng. 2020. No. 5. Pp. 26–27.
3. AKL-Konzepte für den Mittelstand // Maschinenmarkt. 2020. 126. No. 5. P. S21.
4. Automatische Lagersysteme digital vernetzt // DHF Intralogistik. 2020. No. 5. Pp. 24–25.
5. Automatische Intralogistik gegen Hamsterkaufe // DHF Intralogistik. 2020. No. 5. Pp. 18–20.
6. FTS in der Evolution // Techn. Logist. 2020. Vol. 60. No. 5. Pp. 36–37.
7. Automatisierte Lkw-Beladung // Techn. Logist. 2020. Vol. 60. No. 5. Pp. 44–45.

Об авторе

Владимир Изекильевич 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 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; RSCI ID: 5685-3036, ORCID: 0000-0003-4114-9525; Logistic@viniti.ru.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Тиверовский В.И. Развитие складской логистики за рубежом на современном этапе // Техник транспорта: образование и практика. 2020. Т. 1. Вып. 4. С. 380–384. DOI 10.46684/2687-1033.2020.4.380-384

FOR CITATION: Tiverovsky V.I. Development of warehouse logistics abroad at the present stage. *Transport technician: education and practice*. 2020; 1(4):380-384. (In Russian). DOI 10.46684/2687-1033.2020.4.380-384

Поступила в редакцию 24 августа 2020 г.

Принята в доработанном виде 17 сентября 2020 г.

Одобрена к публикации 2 ноября 2020 г.

Received August 24, 2020.

Adopted in a revised form on September 17, 2020.

Approved for publication on November 2, 2020.

© В.И. Тиверовский, 2020