



Сергей Гнездилов,
к.т.н., доцент кафедры
«Подъемно-транспортные системы»,
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИНТРАЛОГИСТИКИ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА ГЕРМАНИИ

Аннотация. Рассмотрены некоторые актуальные проекты в области складской интралогистики, выполняемые в вузах и институтах Германии. Отмечены некоторые современные тенденции развития этого направления.

Ключевые слова. Интралогистика, складская логистика, обзор, современные исследования, Германия.

Annotation. Dealt with here are some topical projects in the field of in-storehouse logistics carried out in German universities and scientific institutions. Some modern-day development trends in this field are pointed out.

Key words. intralogistics, in-storehouse logistics, review, modern-day research, Germany.

Германия достигла больших успехов в области внутрискладской логистики, которую еще называют интралогистикой [1]. Там она активно развивается уже многие годы: в вузах готовят специалистов по данному направлению, совместно с предприятиями ведут многочисленные исследования, накоплен богатый опыт.

Государственная поддержка в Германии проектов, реализуемых в рамках Индустрии 4.0, лишь подстегивает процесс развития интралогисти-

ки. Данная концепция предполагает повышение конкурентоспособности обрабатывающей промышленности страны за счет увеличения уровня ее автоматизации, внедрения в производственные процессы киберфизических систем – программно-управляемых машин, соединенных друг с другом и пользователями посредством системы обмена данными [2].

Интерес вызывают современные немецкие проекты в области складской логистики. На эту тему в 2013 г. автором опубликована статья [3], где отмечены актуальные на тот момент работы. В № 6 журнала «Логистика» за 2017 г. вышла статья об интралогистических гаджетах [4], применяемых при выполнении разных внутрискладских работ, – относительно компактных и мобильных устройствах, как правило, работающих по принципу Plug & Play («включил и работай») и берущих на себя реализацию отдельных функций рабочего персонала.

В актуальных исследованиях прослеживаются тенденции ко все большему вытеснению из производствен-

ного процесса человеческого труда, повышению мобильности не только отдельных элементов складских систем, но и складских комплексов, увеличению эффективности использования складского пространства. При комплектации заказов предлагают использовать новые технологии, способствующие сокращению времени на их формирование и минимизирующие вероятность совершения ошибок. Особый упор делают на создание умных машин, работающих по технологии Plug & Play, которым присущи быстрый ввод в эксплуатацию, способность к самообучению, самоориентирование в пространстве, возможность совместной работы с подобными устройствами и людьми. Ведутся активные разработки программного обеспечения для управления системами умных машин.

Отметим наиболее интересные, на наш взгляд, современные проекты в области интралогистики.

В рамках проекта Hub2Move, выполняемого на базе Института материалопотоков и логистики Обще-



Рисунок 1. Система Speedloader в действии.

Источник: Хемницкий технический университет

ства Фраунгофера, разрабатывают концепцию мобильных складов (транзитно-перевалочных и подсортировочно-распределительных), которые могут быть легко адаптированы под новые условия с учетом меняющихся требований [5]. В отличие от традиционных складов, которые функционируют на одном месте более 15 лет, мобильные склады могут менять свое расположение с минимальными затратами на перемещение с учетом существующих потребностей. Их предполагается оснащать мультифункциональным оборудованием (поставляется компаниями – участниками проекта), в числе которого децентрализованно управляемые автономные соотв. транспортные средства (нем. Zellulare Fördertechnik) cubeXX компании STILL GmbH. В рамках проекта ведут разработку мобильных сооружений, концепций продвижения материалопотоков и специализированного программного обеспечения.

В другом проекте 3D Konturcheck с участием этого института выполняется работа по полной автоматизации процесса разгрузки европаллет на основе недорогих программных и аппаратных средств [6]. Для этих целей предлагают применять PMD-камеры (нем. Photonen-Misch-Detektor-Kamera), позволяющие создавать цифровую модель объемного рельефа объектов, работающие по принципу определения расстояния до отдельных точек объекта за счет вычисления времени, необходимого для возврата посылаемых на объект световых сигналов. Применение такой камеры позволяет по положению и форме отдельных размещенных на палете грузов связывать текущее расположение палеты с данными о размещении грузов на ней, записанными по результатам погрузки на сопровождающую эту палету RFID-метку.

С участием института транспортных и логистических систем Технологического института Карлсруэ в рамках деятельности специальных рабочих групп, сформированных на базе 13 ведущих предприятий, накоплен обширный опыт применения методов бережливого производства в складской среде. Сформированная впоследствии рабочая группа занимается практическим внедрением накопленного опыта. В институте для всех желающих проводят курсы повышения квалификации, оказывается помощь предприятиям



...инженерная мысль в Германии рассматривает логистику как одно из важных направлений применения современных научных достижений и новейших технических решений. Успехи в этой области позволяют ей оставаться законодателем мод в области складского оборудования, машин и механизмов...



Рисунок 2. Иллюстрация к проекту PräVISION.
Источник: Мюнхенский технический университет

по внедрению методов бережливого производства.

На базе кафедры «Транспортные системы, материалопоток, логистика» (нем. Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik) Мюнхенского технического университета разрабатывают методику [7], позволяющую достаточно просто сравнивать друг с другом стеллажные штабелеры разных исполнений по критерию энергоэффективности, чтобы на его основе создать классы энергоэффективности таких устройств по аналогии с классами, применяемыми для различных бытовых устройств.

В рамках другого проекта, реализуемого в Ганноверском институте комплексного производства (нем. сокр. IPH), выполняют работу по адаптации беспилотной складской техники к самоориентированию в рабочей среде с опорой на свойственные ей характерные точки [8]. Помещенная в новые условия техника должна адаптироваться к новой среде на лету. Беспилотники должны также откликаться на запросы (голосовые,

условные сигналы) рабочего персонала. Например, по команде выполнять операции по перемещению грузов с определенного места на стеллаже на конкретный участок пола, что в перспективе должно позволить одновременно управлять одному оператору несколькими машинами.

На базе Хемницкого технического университета ведут разработку навесного оборудования беспалетного захвата грузов Speedloader для вилочного погрузчика (рис. 1) [9]. Подлежащие перегрузке грузы укладывают не на палету, а на специальный лист картона, два края которого изогнуты так, чтобы захват с заострением на конце мог оторвать картон с грузом от пола. Применение такого захвата позволяет отказаться от палет, снизить вес транспортируемого груза и эффективнее использовать пространство. При этом максимальная испытанная масса грузов может достигать 500 кг.

В институте транспортных и логистических систем Технологического института Карлсруэ занима-

ются повышением энергоэффективности складского оборудования с использованием методов оптимизации. В числе решаемых задач гашение колебаний мачты стеллажного штабелера, снижение массы его элементов. Разрабатывают методы мониторинга состояния компонентов интралогистической системы, чтобы сделать их техническое обслуживание более гибким, независимым и реализуемым в определенные интервалы времени. Так, в рамках проекта SpieDo с научной точки зрения анализируют производительность двух автоматизированных устройств, совместно обслуживающих фронтальные палетные стеллажи двойной глубины хранения [10]. Глубокое хранение палет позволяет более эффективно использовать складское пространство, однако иногда при их извлечении из второго ряда требуется временно снимать со стеллажей впередистоящие палеты, что несколько удлиняет продолжительность рабочего цикла. Применение пары устройств для обслуживания таких стеллажей позволяет при совершении минимального числа холостых ходов эффективно обрабатывать палеты, расположенные во втором ряду стеллажей. Особый интерес исследователей вызывает

анализ работы пары устройств, каждое из которых имеет по два рабочих органа.

Целью проекта PräVISION (рис. 2) [11], выполняемого с участием кафедры «Транспортные системы, материалопоток, логистика» Мюнхенского технического университета, является повышение безопасности работы на объектах, где применяют машины напольного транспорта. С этой целью разрабатывают универсальный (может быть установлен на разные машины) гаджет-помощник, оповещающий участников движения в случае их опасного сближения. Такой помощник посредством одновременной 2D- и 3D-фотосъемки анализирует ситуацию вокруг машины: на основе 3D-фотографий производит фиксацию мест возникновения потенциально опасных ситуаций, затем по 2D-фотографиям выполняет их детальный анализ с целью выявления причин и принятия решения о соответствующем реагировании. Применение помощника позволяет собирать информацию о слабых и резервированных местах функциональной цепи объекта (склада), на основе которой для него могут быть сформулированы рекомендации по повышению безопасности работы.

На базе кафедры деталей машин и технической логистики (нем.

Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik) университета им. Гельмута Шмидта в Гамбурге (нем. Helmut-Schmidt-Universität Hamburg) разработан простой способ моделирования ходовых характеристик логистических поездов (к тягачу цепляется до пяти тележек) различных конструктивных исполнений, позволяющий определять ожидаемые отклонения в движении элементов таких поездов от заданной траектории перемещения [12]. С применением этого способа может быть выполнена оценка пригодности отдельных логистических поездов для передвижения их по конкретным внутрискладским путям заказчиков. Разработана также универсальная ось с электроприводом для тележек логистических поездов, обеспечивающая лишь незначительные отклонения составных элементов поездов от трасс со сложной геометрией и, как следствие, возможность совершения крутых разворотов на площадках небольшой площади (рис. 3 [13]).

В рамках другого завершившегося в 2016 г. проекта ASSS (нем. Aktives Standsicherheitssystem für Leichtstapler) [14], выполнявшегося на базе этой же кафедры, с целью повышения энергоэффективности погрузчиков с противовесом прорабатывались возможности снижения их массы при сохранении грузоподъемности и устойчивости. В результате, основываясь на экспериментах с применением погрузчика фирмы Still, разработана система безопасности, предотвращающая опрокидывание погрузчиков на поворотах. Она учитывает параметры погрузчика, его состояние, вес и положение центра масс, предсказывает ожидаемое поведение водителя. В рамках проекта предложено четыре решения погрузчиков с уменьшенной массой. Исследовано также влияние предложенных мер на стоимость эксплуатации и общую эмиссию углекислого газа.

Таким образом, инженерная мысль в Германии рассматривает логистику как одно из важных направлений применения современных научных достижений и новейших технических решений. Успехи в этой области позволяют ей оставаться законодателем мод в области складского оборудования, машин и механизмов, становятся мощным фактором по продвижению продукции немецкой обрабатывающей промышленности в мире. Обращает на себя внима-



Рисунок 3. Переезд логистического поезда из одного стеллажного прохода в другой. Источник: YouTube.com




МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЛОГИСТИКЕ

ООО «Агентство Маркет Гайд» проводит:

РАСШИРЕННЫЙ АНАЛИЗ ТЕКУЩЕЙ И ПЕРСПЕКТИВНОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ:

1. Выявление и формализация внешних (входящих и исходящих) грузопотоков по:

- Отраслям;
- Годовым объемам и динамике объемов по видам грузов с учётом сезонности;
- Видам транспорта;
- Местам перевалки/терминальной или складской обработки;
- Отправителям/Получателям.

2. Выявление и формализация внутренних грузопотоков по:

- Отраслям;
- Годовым объемам и динамике объемов грузов с учётом сезонности;
- Годовым объемам и динамике по видам номенклатуры;
- Видам транспорта;
- Местам перевалки/терминальной или складской обработки;
- Отправителям/Получателям.

3. Сроки и график реализации инвестиционных промышленных и инфраструктурных проектов, требуемые объемы инвестиций.

4. Прогноз грузопотоков в соответствии с текущей потребностью и реализацией промышленных и инфраструктурных проектов.

За дополнительной
информацией обращайтесь:

(499) 157-51-21,

(499) 157-98-24

E-mail: info@mg-agency.com

ние и наличие в Германии большого числа организаций, в том числе образовательных, специализирующихся на решении технических задач в области интралогистики, их активное взаимодействие с предприятиями. Это обеспечивает высокую восприимчивость логистического персонала к инновациям, предлагаемым промышленным сектором.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Носко А., Рахилин К. Интралогистика – что это? // Логистика. – 2016. – № 8. С. 44–47.
2. Хуснуллова А.Р., Абсалямова С.Г. Четвертая промышленная революция и ее социально-экономические последствия // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2016. – № 2. С. – 59–63.
3. Гнездилов С.Г. Современное состояние научно-исследовательской работы в области подъемно-транспортного оборудования в вузах Германии // Механизация строительства. – 2013. – № 8. – С. 35–39.
4. Гнездилов С.Г. Какие они – интралогистические гаджеты? // Логистика. 2017. – № 6. С. 8–11.
5. Hub2Move // Fraunhofer-Gesellschaft. Электронный ресурс: <https://goo.gl/5fWT2C>.
6. Effiziente Beladungserkennung durch Verwendung einer PMD-Kamera // Fraunhofer-Gesellschaft. Электронный ресурс: <https://goo.gl/vKkame>.
7. Entwicklung von Energieeffizienzklassen für Regalbediengeräte // Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik. Электронный ресурс: <https://goo.gl/FgrMNB>.
8. Forschungsprojekt «FTF out of the box»: Intelligente Fahrzeuge lernen Hören und Sehen // HUSS-MEDI-EN GmbH. Электронный ресурс: <https://goo.gl/bdwjwE>.
9. Plattform für die Verladung von palettenlosen Stückgutstapeln – Speedloader // Technische Universität Chemnitz. Электронный ресурс: <https://goo.gl/o4Hc5Z>.
10. Spielzeitberechnung für doppelte Lagerung unter dem Einsatz von zwei Lastaufnahmemitteln (SpieDo) // Karlsruher Institut für Technologie. Электронный ресурс: https://www.ifl.kit.edu/projekte_3351.php.
11. PräVISION – Methodenentwicklung zur präventiven Steigerung der Arbeitssicherheit an Flurförderzeugen mit Umsetzung eines Assistenzsystems durch Fusion und Analyse von 2D- und 3D-Bilddaten // Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik. Электронный ресурс: <https://goo.gl/4whaf0>.
12. Spurtreue von Routenzügen // Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik. Электронный ресурс: http://www.hsu-hh.de/lmf/index_pxGIGRvIWeIA4YAN.html.
13. Wegard Trail // Канал Material Handling на YouTube.com. Электронный ресурс: http://youtu.be/OUy7M_mf2CI.
14. Standsicherheit von Gabelstaplern // Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik. Электронный ресурс: <https://goo.gl/Sj1fH6>.