

УДК: 656.01

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСОСКЕЛЕТОВ В СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКЕ

Клюканов Алексей Васильевич¹, кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

e-mail: kav.samara@mail.ru

Кулямин Кирилл Алексеевич¹, студент

e-mail: kirillkulamin630@gmail.com

¹ Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия

Аннотация. В современных условиях эффективные решения проблем складской логистики базируются на актуальных достижениях в сфере автоматизации и роботизации. Тенденция к автоматизации и роботизации складских комплексов является международным трендом, обусловленным необходимостью ускорения логистических процессов и снижения издержек. С этой целью на складах используются такие средства, как экзоскелеты. В данной статье рассматриваются различные варианты применения экзоскелетов в складской логистике. Проведён анализ востребованности этих технологий в логистической цепи.

Ключевые слова: логистика, складская логистика, бизнес — логистика, экзоскелет, активный экзоскелет, пассивный экзоскелет.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING EXOSKELETONS IN WAREHOUSE LOGISTICS

Alexey V. Klyukanov¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department
«Technology of Cargo and Commercial work, stations and nodes»

e-mail: kav.samara@mail.ru

Kirill A. Kulyamin¹, Student

e-mail: kirillkulamin630@gmail.com

¹ The Volga State University of Railway Transport, Samara, Russia

Abstract. In modern conditions, effective solutions to warehouse logistics problems are based on current advances in automation and robotics. At the same time, the trend of warehouse complexes towards automation and robotization is an international trend that is developing due to the need to accelerate logistics processes and reduce financial costs. For this purpose, such assistants as exoskeletons are used in warehouses. This article discusses the possibilities of using exoskeleton devices in warehouse logistics. The analysis of the demand for these technologies in the logistics chain is carried out.

Keywords: logistics, warehouse logistics, business logistics, exoskeleton, active exoskeleton, passive exoskeleton.

Основная часть

Логистика является значимой наукой и целостным процессом. Она включает в себя виды деятельности: операции по перевозке грузов и пассажиров, транспортировку грузов, складское хозяйство, грузопереработку и упаковочные процессы.

В прикладном значении современная логистика предприятия рассматривается как интегрированный процесс, направленный на создание потребительной стоимости с наименьшими общими издержками. Актуальность развития логистики обусловлена большими потенциальными возможностями повышения эффективности функционирования товаропроводящих систем. Такие системы способны обеспечить наличие необходимого товара в нужном количестве, в установленное время и месте, а также с минимальными затратами финансовых ресурсов [1].

Применение логистики считается эффективным способом снижения расходования финансовых ресурсов на процессы хранения и транспортировки продукции. Это открывает возможности предприятиям сократить время между закупочным процессом материалов и операцией по поставке готового продукта потребителю.

Отметим, что современная логистика, как наука, включает в себя разработку научных принципов, методы, математические модели для планирования и контроля транспортировки и складирования, и другие операции. Визуализация основных процессов транспортной логистики представлена на рисунке 1.



Рисунок 1– Визуализация основных процессов транспортной логистики

Логистика играет ключевую роль в формировании складского хозяйства. Складская логистика является главной составляющей логистической системы промышленного предприятия. Складское хозяйство представляет собой важнейший элемент логистики, являясь материальным источником потока – от первичного источника сырья до конечного потребителя.

Для того чтобы производить операции по перемещению материальных потоков, необходимо сосредоточиться на отдельных этапах процесса формирования логистической цепи и запасов. Для хранения ресурсов предназначены складские комплексы. В логистике, связанной с материальными, финансовыми и информационными потоками, на складских предприятиях складская логистика играет существенную роль.

Складская логистика – технология функция управления всеми видами запасов ресурсов на предприятии и их движением их учёт и необходимость эффективного распределения. Пример реализации складской логистики на современном складе представлен на рисунке 2.

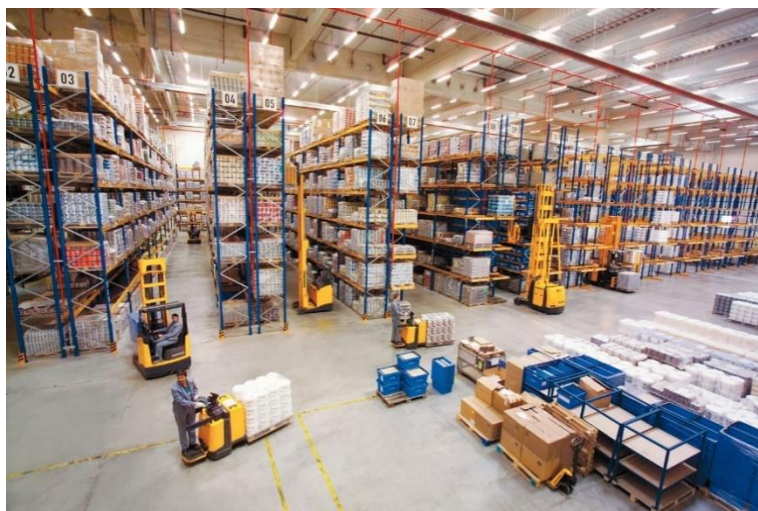


Рисунок 2 – Пример реализации складской логистики на современном складе

Складская логистика отвечает за оптимизацию процессов, связанных с переработкой и оформлением грузов, а также максимальное использование информационных технологий.

Основной задачей складской логистики является управление товарными потоками, при оптимизации всех имеющихся на складе ресурсов: технических средств, складского рабочего персонала и т.п. Для выполнения этой задачи необходимо требование от службы логистики умения планировать и управлять товарными потоками.

Складской бизнес является важнейшим и определяющим фактором в формировании цен на товары и стоимости складских услуг, необходимых заказчику. Поэтому важно понимать и искать новые технологические решения, способные максимально оптимизировать рабочий процесс.

В настоящее время бизнес-логистика считается отличным ресурсом и инструментом, что играет роль в повышении эффективности деятельности компаний и предприятий. На производственных предприятиях эффективно находят способы увеличения конкурентоспособности, и для этого в основном рассматривают каждый отдельный процесс предприятия, чтобы повысить эффективность этих предприятий, а также установить взаимосвязь между рабочими процессами.

Широкое применение получили на рынке производства и в складской логистике устройства экзоскелеты. Данные устройства становятся одним из решений проблемы в рабочем процессе на складском предприятии, чтобы обеспечить разгрузку опорно-двигательного аппарата работников складской логистики [2].

Экзоскелет — это поддерживающая конструкция, надеваемая на тело, которая разгружает опорно-двигательный аппарат во время определённых видов деятельности, производственных операций на предприятиях. Экзоскелет представляет собой устройство, предназначенное для восполнения утраченных функций, а также повышения биологических функций человека и расширения амплитуды движений за счёт внешнего каркаса и приводящих механизмов. Устройство экзоскелета обеспечивает отличную подвижность, силу и выносливость, перераспределяя вес таким образом, чтобы человек, управляющий данным устройством, без применения дополнительных двигателей или источников питания, мог переносить груз, превышающий его физические возможности, не

наноса вреда здоровью. Основная суть технологии экзоскелетов заключается в механической помощи при переносе и подъёме тяжёлых грузов путём распределения и снижения нагрузки на опорно-двигательный аппарат.

На рисунке 3 показан общий вид экзоскелета, изображение которого получено при помощи нейросети. В качестве критериев моделирования были выбраны: единичный груз, суммарная масса подъёма — 40 кг; эргономичный скелет; автономное питание.



Рисунок 3 – Общий вид экзоскелета полученный с использованием нейросети

Экзоскелеты с каждым годом становятся всё более востребованными в различных сферах деятельности: военной сфере, медицине и других производственных отраслях промышленности. Также экзоскелеты, как роботизированные устройства, эффективны при выполнении работ на эргономично спроектированных автоматических линиях. Такие роботизированные устройства могут быть использованы в эксплуатации на складских предприятиях и в других отраслях промышленности. Экзоскелеты позволяют сделать людей быстрее, сильнее и более чувствительными при работе с тяжёлыми единицами груза. Применение экзоскелетов в промышленности повышает уровень оптимизации производственных процессов, что играет значимую роль для людей, работающих на производственных предприятиях [3].

Внедрение экзоскелетов в промышленности значительно улучшает производительность труда и эффективность рабочих процессов. Эти устройства помогают снизить тяжесть труда за счёт оптимального перераспределения нагрузки на отделы опорно-двигательного аппарата.

Экзоскелеты поддерживают определённые последовательности движений человека, облегчая выполнение таких действий, как подъём и опускание тяжёлых грузов, а также статические процессы. По способу действия и типу конструкции экзоскелеты бывают активными и пассивными. Активные экзоскелеты — это устройства, которые характеризуются наличием электрических силовых приводов, электронной системы управления и системы энергоуправления. Приводы активных экзоскелетов получают энергию от источников питания, закреплённых на самом экзоскелете.

Пассивные экзоскелеты — это устройства, не требующие затрат энергии для работы механизма. Принцип действия пассивных экзоскелетов основан на законах механики: применении рычагов и противовесов, с помощью которых устройство перераспределяет нагрузку на части тела и снижает нагрузку на мышцы [4].

Рассмотрим пример применения устройств экзоскелетов в складской логистике.

В ноябре 2019 г. французская логистическая компания представила устройство Ergoskel – экзоскелет, предназначенный для помощи сотрудникам складских предприятий при подъёме тяжёлых грузов за счёт снижения физической нагрузки. На сегодняшний день система Ergoskel помогает работникам поднимать грузы весом до 25 кг. Это устройство надевается как рюкзак, регулируется по размеру и весит 2,8 кг. Оно представляет собой жилет, состоящий из рамы и элементов для верхней части тела, поясницы, верхней части бедра, а также кабелей с ручными зажимами.

Запуск поддерживающего механизма происходит при помещении руки работника под груз. Складскому работнику требуется менее 90 секунд, чтобы надеть и отрегулировать Ergoskel, и 30 секунд – чтобы снять его. Около 85% работников, испытывавших экзоскелет Ergoskel, утверждали, что он не ограничивает свободу движений. По результатам первых тестов было выявлено, что Ergoskel сокращает нагрузку на спину и мышцы верхней части тела на 70% [5]. С финансовой точки зрения, это устройство не требует дополнительных финансовых вложений.

Создать данную технологию не сложнее, чем роботизированные технологии, поэтому небольшие компании смогут использовать эти устройства. Стоимость автоматизированной линии на производстве сопоставима со стоимостью 150 комплектов нового оборудования для сотрудников. Стоимость самого простого экзоскелета составляет примерно 600 долларов США, хотя некоторые модели могут достигать и 25000 долларов США. При этом, по расчётам американских экспертов, рабочие, сталкивающиеся с профессиональными перегрузками, обходятся компаниям США в 15 млрд долларов США, немецкой экономике – в 10 млрд. евро. Также, по оценке британского института «WorkFoundation», 44 млн. европейцев страдают от той или иной формы скелетно-мышечных нарушений, полученных в результате травм от подъёма тяжестей на работе. На основе приведённых статистических данных можно сделать вывод о том, что для компаний экономически целесообразнее позаботиться о безопасности сотрудников на рабочем месте и приобрести указанные устройства, чем выплачивать компенсации работникам и содержать большой штат сотрудников [6].

Заключение

Экзоскелеты в складской логистике с каждым годом становятся всё более востребованной технологией. Перспективы использования этих устройств в будущем выглядят всё более привлекательными благодаря развитию облегченных композитных материалов, энергоёмких аккумуляторных батарей и улучшению программного обеспечения. Экзоскелеты обеспечивают безопасность при подъёме тяжёлых грузов и способствуют сокращению риска травм во время производственных операций.

Список литературы:

1. Studfiles: Логистика лекции. Определение понятия и функций логистики// Финансовый университет при правительстве РФ. С.1. – URL: <https://studfile.net/preview/4169145/> (дата обращения: 24.04.2025)
2. Григоренко, О. В. Бизнес-логистика : учебное пособие / О. В. Григоренко, О. Н. Бекетова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 74 с.
3. Головенчик, А. С. Анализ возможностей применения экзоскелетов в складской логистике / А. С. Головенчик, Е. А. Ящиковская // 78-я научная конференция студентов и аспирантов Белорусского государственного университета : Материалы конференции. В 3-х частях, Минск, 10–21 мая 2021 года / Редколлегия: В.Г. Сафонов (гл. ред.) [и др.]. Том Часть 3. – Минск: Белорусский государственный университет, 2021. – С. 84-87.



4. Бутор, Л. В. Применение экзоскелетов в складской логистике / Л. В. Бутор, Б. О. Ковалев // Организатор производства. – 2023. – Т. 31, № 3. – С. 29-38.

5. Мундяло А.С., Енджиевская К.В. Современные направления применения экзоскелетов в логистической инфраструктуре. //Институт бизнеса БГУ, Минск, Беларусь. – URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/294006/1/281-284.pdf> (дата обращения: 23.04.2025)

6. Торба.А.Т., Блюдик.А.Р., Перспективы внедрения экзоскелетов в сферу промышленности // Наука без границ : материалы конференции / под общей редакцией Г. В. Петрук, Е. Е. Абросимовой. — Владивосток : ВВГУ, 2022. — 483 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/330674> (дата обращения: 25.04.2025).

