



РОБОТИЗАЦИЯ КАК СТРАТЕГИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ КАДРОВОГО ДЕФИЦИТА В ЛОГИСТИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАХ

К. Д. Архипова, С. В. Уголков, А. В. Сумманен

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье приведен краткий анализ причин нехватки кадров на распределительных центрах, включая демографические изменения, увеличение спроса на быструю доставку и конкуренцию с другими секторами за трудовые ресурсы. Рассмотрены проблемы, к которым приводит недостаток рабочей силы, такие как снижение производительности, рост операционных издержек и увеличение нагрузки на оставшийся персонал, что в конечном итоге сказывается на эффективности всей логистической цепочки.

Также описаны возможные пути решения этой проблемы. В частности, исследуются перспективы роботизации и автоматизации процессов на распределительных центрах как способ снизить зависимость от человеческого труда, улучшить производительность и оптимизировать расходы.

Ключевые слова: логистика, распределительный центр, автоматизация, персонал, кадровое управление, ресурсы, инновации, рынок труда, экономика, производительность, автоматизированные решения, текучесть кадров, роботехнические комплексы, информационные системы.

Для цитирования:

Архипова, К. Д. Роботизация как стратегия преодоления кадрового дефицита в логистических распределительных центрах / К. Д. Архипова, С. В. Уголков, А. В. Сумманен // Системный анализ и логистика. – 2024. – № 5(43). – с. 139-146. DOI: 10.31799/2077-5687-2024-5-139-146.

ROBOTIZATION AS A STRATEGY TO OVERCOME STAFFING SHORTAGES IN LOGISTICS DISTRIBUTION CENTERS

K. D. Arkhipova, S. V. Ugolkov, A. V. Summanen

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

The article provides a brief analysis of the reasons for the shortage of personnel at distribution centers, including demographic changes, increased demand for fast delivery and competition with other sectors for labor resources. The problems caused by the shortage of labor, such as reduced productivity, increased operating costs and increased workload on the remaining staff, which ultimately affects the efficiency of the entire logistics chain, are considered, information systems.

Possible solutions to this problem are also described. In particular, the prospects of robotization and automation of processes at distribution centers are being explored as a way to reduce dependence on human labor, improve productivity and optimize costs.

Key words: logistics, distribution center, automation, personnel, personnel management, resources, innovations, labor market, economy, productivity, automated solutions, staff turnover, robotics complexes, information systems.

For citation:

Arkhipova, K. D. Robotization as a strategy to overcome staffing shortages in logistics distribution centers / K. D. Arkhipova, S. V. Ugolkov, A. V. Summanen // System analysis and logistics. – 2024. – № 5(43). – p. 139-146. DOI: 10.31799/2077-5687-2024-5-139-146.

Введение

На сегодняшний день ключевыми звеньями в цепочки поставок являются логистические распределительные центры. От работы распределительных центров зависит не только скорость доставки товара к получателю, но и качество сборки, бесперебойность поставок, что в свою очередь имеет влияние на уровень удовлетворенности клиентов и конкурентоспособность компаний.

В настоящее время на рынке труда наблюдается дефицит кадров, которые могли бы качественно обслуживать распределительные центры в то время, как число распределительных центров растет. Рост количества распределительных центров ведет к тому, что отделы кадров вынуждены перекупать сотрудников друг у друга, что приводит к снижению уровня сервиса доставки.



Одним из решений данной проблемы предлагается внедрение роботизированных систем, которые смогут автоматизировать рутинные операции, повысить эффективность работы РЦ, а также устранить кадровый голод.

Кадровый дефицит

Кадровый дефицит на рынке труда логистических услуг обусловлен тем, что в связи с развитием технологий и усложнение логистических процессов не хватает квалифицированных сотрудников, молодое поколение отпугивает возможное отсутствие достаточного опыта, в то время как старшее поколение пугает физическая работа, которая может приводить к быстрой усталости. Существует еще множество факторов, которые могут быть препятствием к выбору работы на распределительном центре, такие как: монотонность, оплата труда, переработки, высокой нагрузки и т.д.

В условиях растущего спроса на логистические услуги, усиливается конкуренция между компаниями за квалифицированные кадры, в связи с чем распределительные центры могут испытывать трудности с привлечением и удержанием персонала.

Решением данной проблемы может послужить внедрение роботизации на рынок услуг логистических центров. Конечно, роботизация не означает полное замещение роботами людей, однако поможет значительно сократить затраты и улучшить качество доставки товаров клиентам.

Роботизация и автоматизация распределительных центров

Рассмотрим понятие и предназначение распределительного центра. Распределительным центром является склад, который получает товары от компаний-изготовителей или оптовых поставщиков через любую товаропроводящую сеть. Далее с распределительного центра товары доставляются либо на другие хранилища фирм, либо напрямую к клиентам.

Основные функции распределительного центра заключаются в хранении товаров, переупаковке, фасовке, стикерованию и маркированию, таможенному оформлению, сертификации грузов, паллетированию, сборке, погрузке и выгрузке машин.

При организации работы РЦ должны быть учтены следующие факторы и особенности:

- вид товара, его технические и физические характеристики и свойства;
- условия хранения груза (температура, влажность и пр.);
- направления движения товаров;
- объемы и частота товарных потоков;
- сезонность нагрузок;
- количество узловых товарных точек;
- виды грузового транспорта;
- необходимость выделения зон отгрузки/погрузки товаров, обработки заказов, подсобных помещений и пр.;
- необходимость оснащения РЦ современными устройствами и информационными системами;
- найм квалифицированного штата сотрудников.

Рассмотрим более подробно необходимость оснащения РЦ современными устройствами и информационными системами.

В связи с усилением конкуренции и необходимостью совершенствования складских процессов, автоматизация и роботизация становится важной задачей. Роботы могут выполнять монотонную работу быстрее людей, также роботы допускают меньше ошибок при комплектовании, сборке, маркировке заказов.

Задачи, решаемые благодаря роботизации:

1. Автоматизация процесса складирования при помощи роботов погрузчиков и автоматических систем хранения.



Беспилотный транспорт, позволяющий безопасно перемещать грузы по заданной территории склада. AGV-роботы «Автоматон»—комплексное решение для безопасной транспортировки паллетных грузов внутри склада или производственного цеха. Заказчикам компании предоставляется ПО для управления беспилотными ТС и техническая поддержка[1].

Преимущества – робот сам определяет, где расположен груз, как лучше его захватить, при транспортировке робот сканирует пространство вокруг и при возникновении опасности останавливается.

Роботы умеют в движении автоматически определять наличие паллет в ячейках буфера и подъезжают сразу к ним, не тратя времени на пустые ячейки.

Роботы умеют захватывать и перевозить паллеты различных размеров (EUR, FIN, а также иные стандартные и нестандартные паллеты) и материалов: деревянные, пластиковые, металлические. При взятии паллеты робот определяет ее положение и строит точную траекторию, что позволяет захватывать паллеты, стоящие с небольшим сдвигом или под углом, рис. 1-4 [2].



Рис. 1. Беспилотное транспортное средство



Рис. 2. Беспилотный штабелер погрузчик



Рис. 3. Вилочный погрузчик с противовесом и автоматическим управлением для работы на открытых площадках

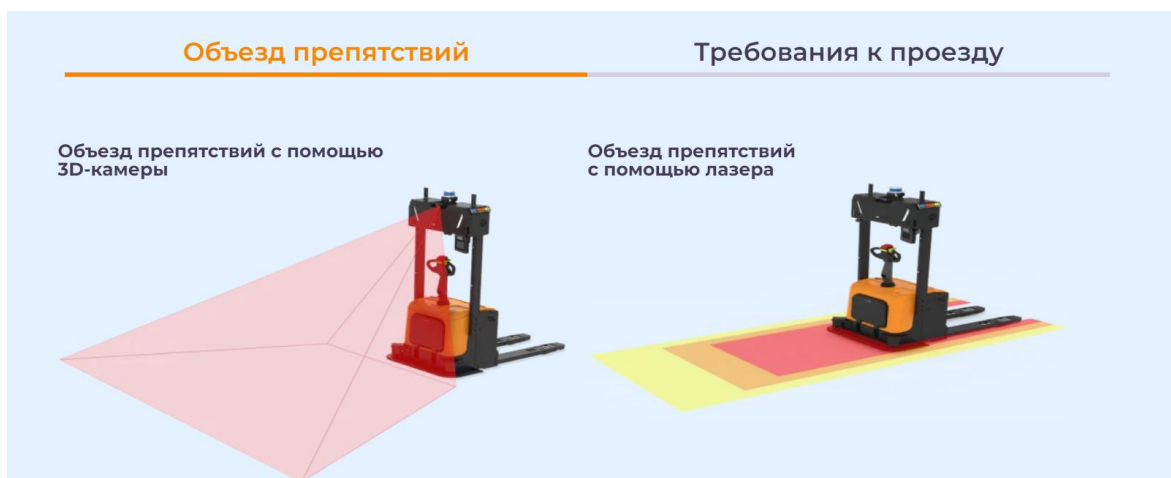


Рис. 4. Технические особенности беспилотных погрузчиков

2. Автоматизация сборки и укладки паллета.



Устройство SKT_Palletizer — это эффективное решение от команды Skilltellect, которое позволяет использовать универсальный робот-манипулятор вместо оператора погрузчика [3].

Система автоматически находит коробки для укладки на поддоны (даже когда коробки снимают с конвейера). SKT_Palletizer может автоматически разгружать поддоны с коробками и размещать коробки в определённых местах.

Комплекс состоит из робота-манипулятора, коробчатого захватного элемента, системы технического зрения и программного обеспечения Skilltellect, рис. 5,6.



Рис. 5. Робот паллетаизер



Рис. 6. Паллетоупаковщик

Простота использования:

- не требует навыков программирования и опыта работы с промышленными роботами;
- универсальность и гибкость решения позволяют создать конфигурацию для конкретных задач вашего производства;
- работа со сложными объектами (коробками, мешками, в том числе с тяжелыми предметами);
- работа с нестабильными размерами (или положением) объектов, в том числе со случайными скоплениями в зоне захвата заготовки;
- собственное программное обеспечение и эксплуатационная поддержка;
- быстрая настройка и внедрение в производство.

Автоматизированный паллетоупаковщик нужен для ускорения упаковки груза в стрейч-пленку. Данная процедура необходима для сохранности товара во время транспортировки на складе.

Помимо беспилотных погрузчиков, автоматизированных паллетайзеров и других роботов важную роль играет интегрированная информационная система управления распределительным центром.

Интеллектуальная система управления распределительным центром (DCMS) — это система, которая автоматизирует весь технологический процесс получения, управления и отправки товаров клиентам со склада [4, 5].

Некоторые возможности таких систем:

SATO Visual Warehouse. Портативная система навигации, сочетающая штрих-коды и RFID-метки с виртуальным трёхмерным моделированием и высокоточной технологией позиционирования внутри помещений. Помогает определять местоположение объектов с погрешностью 30 см и выбирать кратчайший маршрут.



SATO RTLS. Специализированное логистическое решение, использующее технологию Bluetooth Low Energy (BLE) для считывания данных с промаркированных товаров и передачи информации обратно на сервер компании в режиме реального времени.

Neuroniq. Решения на базе Neuroniq.Platform позволяют автоматизировать процесс управления и распределения автотранспорта на территории склада, порта, ж/д и авиаузлов. Обеспечивают высокий уровень контроля всех процессов на территории складского комплекса, снижают издержки, повышают уровень безопасности и бесперебойность работы.

Структура такой системы может выглядеть следующим образом, рис. 7.

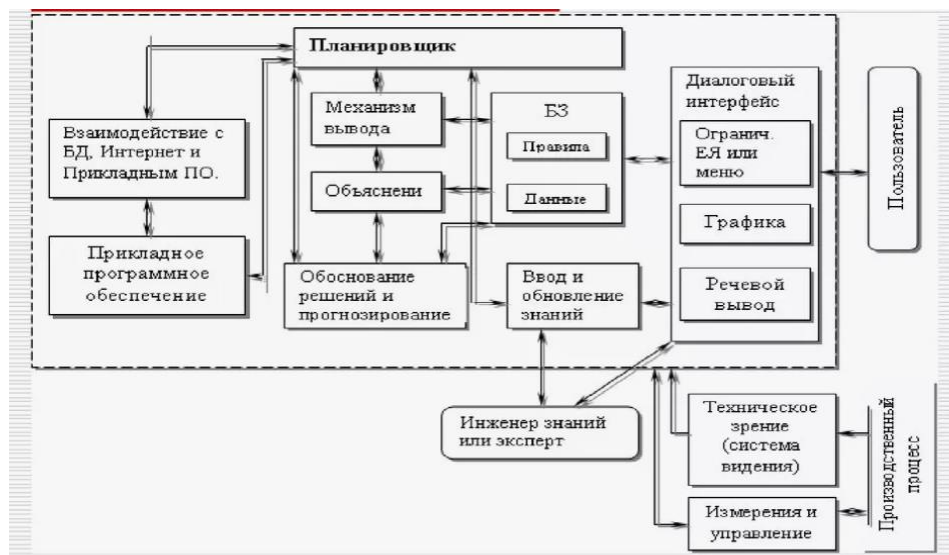


Рис. 7. Структура ИС

Таким образом, информационные системы управления распределительным центром являются важным инструментом для оптимизации логистических операций, повышения эффективности работы и улучшения обслуживания клиентов.

Обоснование экономической целесообразности роботизации РЦ

Роботизация распределительных центров (РЦ) значительно повышает эффективность и снижает затраты на логистику. Основные экономические выгоды включают сокращение затрат на персонал, повышение производительности и точности, анализ данных и оптимизацию процессов, повышение безопасности, долгосрочную перспективу и снижение затрат.

Роботы выполняют задачи быстрее и точнее, чем люди, работают круглосуточно и без остановок, что сокращает время обработки заказов и вероятность ошибок. Они также могут собирать и анализировать данные для оптимизации процессов, определения наиболее эффективных маршрутов и выявления узких мест. Это снижает затраты, повышает безопасность и эффективность РЦ.

Роботы более безопасны и точны, не подвержены переутомлению и эмоциям, что снижает риски и улучшает условия труда. Внедрение роботов имеет долгосрочные экономические выгоды, поскольку затраты на их обслуживание и ремонт могут снизиться, а производительность - повыситься.

Чтобы определить экономическую выгоду, необходимо учесть все факторы и провести детальный анализ, но даже без этого в долгосрочной перспективе можно предположить значительную экономию средств. Таким образом, роботизация РЦ приводит к снижению затрат на персонал, повышению производительности, безопасности и точности, обеспечивая значительные экономические выгоды.



Приведем формулу для обоснования экономической выгоды роботизации распределительного центра [4]:

$$\text{Выгода} = ((C_{labor} - C_{labor.red} + R) \cdot T - (C_{init} + C_{maint} \cdot T)) \quad (1)$$

Где:

$C_{labor} - C_{labor.red}$: экономия на затратах на рабочую силу благодаря роботизации;

R : дополнительный доход, получаемый от увеличенной производительности (если применимо);

$C_{init} + C_{maint} \cdot T$: суммарные затраты на роботизацию и её обслуживание за весь срок T .

Если значение Выгоды > 0 , значит роботизация экономически выгодна в течение срока T , табл. 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

№ п/п	Показатель	Обозначение	Значение	Единица измерения
1	Начальные затраты на роботизацию	C_{init}	5.000.000	рубли
2	Ежегодные затраты на обслуживание роботов	C_{maint}	500.000	рубли
3	Ежегодные затраты на персонал до роботизации	C_{labor}	3.000.000	рубли
4	Ежегодные затраты на персонал после роботизации	$C_{labor,red}$	1.000.000	рубли
5	Изначальная производительность РЦ (до роботизации)	P_{base}	1.000.000	Ед. продукции в год
6	Производительность РЦ с роботизацией	P_{robot}	1.500.000	Ед. продукции в год
7	Дополнительный доход от увеличения производительности	R	1.000.000	рубли
8	Срок окупаемости проекта	T	5	лет

Напишем программный код для избежания долгих математических вычислений экономической выгоды роботизации распределительного центра.

Листинг программного кода

```
# Данные для расчета экономической выгоды роботизации
C_init = 5000000 # Начальные затраты на роботизацию (рубли)
C_maint = 500000 # Ежегодные затраты на обслуживание роботов (рубли)
C_labor = 3000000 # Ежегодные затраты на персонал до роботизации (рубли)
C_labor_red = 1000000 # Ежегодные затраты на персонал после роботизации (рубли)
P_base = 1000000 # Изначальная производительность (ед. продукции в год)
P_robot = 1500000 # Производительность с роботизацией (ед. продукции в год)
R = 1000000 # Дополнительный доход от увеличения производительности (рубли)
T = 5 # Срок окупаемости проекта (годы)
# Вычисление экономической выгоды роботизации
# Формула: ( (C_labor - C_labor_red + R) * T - (C_init + C_maint * T) )
economic_benefit = ( (C_labor - C_labor_red + R) * T ) - (C_init + C_maint * T)
* T)
economic_benefit, рис.8.
```



```
1 # Данные для расчета экономической выгоды роботизации
2 C_init = 5000000 # Начальные затраты на роботизацию (рубли)
3 C_maint = 500000 # Ежегодные затраты на обслуживание роботов (рубли)
4 C_labor = 3000000 # Ежегодные затраты на персонал до роботизации (рубли)
5 C_labor_red = 1000000 # Ежегодные затраты на персонал после роботизации (рубли)
6 P_base = 1000000 # Изначальная производительность (ед. продукции в год)
7 P_robot = 1500000 # Производительность с роботизацией (ед. продукции в год)
8 R = 1000000 # Дополнительный доход от увеличения производительности (рубли)
9 T = 5 # Срок окупаемости проекта (годы)
10
11 # Формула для расчета экономической выгоды роботизации
12 economic_benefit = ( (C_labor - C_labor_red + R) * T ) - (C_init + C_maint * T)
13 economic_benefit
14
15
16
```

Рис. 8. Программный код

Результат расчета показывает, что экономическая выгода от роботизации распределительного центра за срок в 5 лет составляет 7500000 рублей.

Это значение подтверждает, что проект роботизации экономически выгоден, так как за указанный период покрывает все начальные и операционные затраты и приносит дополнительную прибыль.

Заключение

В данной статье было рассмотрено как ситуация на рынке труда может влиять на работу распределительных центров, отсутствие должного наличия кадров приводит к снижению уровня сервиса логистической доставки, что приводит к потере конкурентоспособности компании. Решением данной проблемы может стать роботизация распределительного центра.

Проведенный анализ показал, что роботизация распределительного центра (РЦ) способна принести значительную экономическую выгоду, особенно в условиях кадрового дефицита и высокой конкуренции за трудовые ресурсы. На основе расчетов установлено, что внедрение роботизации позволит не только снизить ежегодные затраты на персонал, но и повысить производительность РЦ, что ведет к дополнительному доходу.

В численном выражении экономическая выгода от проекта за 5 лет составит 7500000 рублей, что подтверждает целесообразность инвестиций в роботизацию с точки зрения окупаемости и долгосрочного экономического эффекта.

Таким образом, роботизация представляется эффективным решением для преодоления кадрового кризиса и оптимизации расходов, обеспечивая стабильную работу и устойчивый рост производительности распределительных центров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Automacon [Электронный ресурс]. – URL: https://agv.automacon.ru/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=108909693&utm_content=15980997070&utm_term=роботы%20погрузчики%20на%20складах&yclid=4074494751515082751#rec604332291 (дата обращения: 09.11.2024)
2. Skillect.ai [Электронный ресурс]. – URL: <https://skillelect.ai/product/robot-palletizer/> (дата обращения: 09.11.2024)
3. Карлова Е. А. Совершенствование процесса упаковки груза на паллетах на складе ответственного хранения / Е. А. Карлова // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. – Т. 2, № 12. – С. 991-993.
4. Дарвин С. Н., Галимулина Ф. Ф. Современные инновации в распределительной логистике // Тенденции развития логистики и управления цепями поставок: Сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Казань, 2022. – С. 29-32.



5. *Недвецкий В. М.* Анализ интеллектуальных технологий для разработки системы управления складом // Школа молодых новаторов: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 13 июня 2023 года / Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорский институт. Том 2. – Курск, 2023. – С. 87-91.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Архипова Карина Денисовна

Магистр

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А

E-mail: Arhpkv.0110@gmail.com

Уголков Сергей Вячеславович

к.воен. н., доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А

E-mail: uglkvserg@mail.ru

Сумманен Александр Викторович

к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А

E-mail: 89215728754@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Arkhipova Karina Denisovna

Student

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: Arhpkv.0110@gmail.com

Ugolkov Sergey Vyacheslavovich

Ph.D., associate Professor

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: uglkvserg@mail.ru

Summanen Aleksandr Viktorovich

Ph.D., associate Professor

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: 89215728754@mail.ru