

**ОБЗОР ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
И ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ РОБОТОВ ДЛЯ СКЛАДСКОЙ
ЛОГИСТИКИ**

**OVERVIEW OF THE FUNCTIONALITY AND DESIGN FEATURES
OF ROBOTS FOR WAREHOUSE LOGISTICS**

Локтионов А.С., студент

Стариков А.В., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

г. Воронеж, Россия

sasaloktionov255@gmail.com

Loktionov A.S., Student

Starikov A.V., DSc (Engineering), Professor

FSBEI HE “Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov”

Voronezh, Russian Federation

Аннотация: В данной статье рассматриваются роботы для складской логистики. Описываются особенности конструкции роботов и приводятся примеры их использования.

Summary: This article discusses robots for warehouse logistics. The feature of the structure is described and examples of robots used are given.

Ключевые слова: складская логистика, роботы, особенности конструкции.

Keywords: warehouse logistics, robots, design features.

Введение

В настоящее время все активнее происходит внедрение роботов в производственную сферу. Промышленные роботы выполняют не только простые операции по перемещению предметов труда с одного рабочего места на другое, но и проводят более сложную работу, например, сварочные и сборочные операции для сложных конструкций.

При этом оказывается, что робот может не быть громоздкой конструкцией, а представлять собой достаточно компактное и мобильное устройство. О подобных роботах повествуется в данной статье, а именно речь идет о роботах для складской логистики.

Робот для складской логистики – это автоматизированное устройство, предназначенное для выполнения различных работ на складе. В частности, он может выполнять такие операции, как погрузка и разгрузка товаров, инвентаризация и транспортировка товаров внутри склада [1, 2].

Количество используемых складских роботов стремительно растет и в 2024 году превысило 1 млн. Только в компании Amazon используется более 750 тыс. роботов 12 видов. Подобные роботы могут быть представлены в различных конструктивных решениях, начиная с несложной транспортной тележки на колесиках и заканчивая гуманоидным роботом.

Элементы конструкции роботов для складской логистики

Как правило, конструктивное исполнение роботов для складской логистики включает в себя следующие элементы:

- электродвигатели, которые приводят складских роботов в движение и обеспечивают их перемещение по территории склада;
- грузовую платформу, предназначенную для размещения перевозимого груза. Грузовая платформа – это рабочая зона складского робота, именно она считается основным элементом роботизированной тележки;
- камеры и датчики, благодаря которым робот может перемещаться по территории склада, объезжать препятствия и доставлять грузы в место назначения;
- подъемный механизм, благодаря которому робот может поднимать предметы, помещать их на грузовую платформу для перевозки по складу или снимать их с грузовой платформы и помещать на место назначения (стеллаж, ячейку и т.п.);
- искусственный интеллект, благодаря которому робот может выполнять операции без участия человека-оператора.

Кроме этих элементов в складских роботах также могут быть использованы другие устройства: манипуляторы, сканеры кодов и т.д.

Классификация роботов для складской логистики

Для классификации складских роботов можно использовать следующие признаки:

- типы грузов, с которыми работают роботы;

- конструкционные особенности;
- грузоподъемность;
- тип управления (автономно или управляется оператором).

При этом в большинстве случаев применяется классификация по выполняемым задачам.

Существуют несколько распространенных видов складских роботов:

- 1) робот LMR (англ. LatentMobileRobot– скрытый мобильный робот);
- 2) робот FMR (англ. ForkMotionRobot– вилочный движущийся робот);
- 3) робот CMR (англ. ConveyerMobileRobot– конвейерный мобильный робот);
- 4) робот HMR (англ. HardMobileRobot– тяжелый мобильный робот);
- 5) роботы-грузчики.

Функциональные возможности роботов для складской логистики

Роботы для складской логистики могут выполнять следующие функции:

- автоматическое перемещение предметов. Роботы могут перемещать предметы по складу, не допуская их повреждения;
- упаковка заказов. Роботы могут автоматически упаковывать предметы в упаковку;
- сортировка заказов. Роботы могут выполнять сортировку заказов по заданной программе.
- паллетизация. Роботы могут автоматически формировать паллеты с предметами (товарами);
- повышенная безопасность. Роботы могут выполнять опасную и тяжелую работу за человека, уменьшая уровень травматичности.

Ниже рассмотрены существующие разновидности роботов для складской логистики.

Обзор разновидностей роботов для складской логистики

Роботы LMR

Роботы LMR (англ. LatentMobileRobot– скрытый мобильный робот) – роботизированная тележка, оснащенная подъемной платформой [3, 4]. Данная разновидность роботов создана для транспортировки перемещаемых стеллажей и паллет по территории склада. Внешний вид одной из моделей роботов LMR представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид робота LMR

В качестве особенностей роботов LMR можно отметить следующие:

- точная навигация, осуществляемая по DM-меткам, которые находятся на полу;
- система безопасности, представленная лидарами и сканерами, которые позволяют обнаруживать препятствия, наличие аварийных кнопок останова. Робот оснащен резиновой кромкой по всему периметру платформы.

Вес робота LMR может составлять до 200 кг, грузоподъемность – до 1,5 т. Роботы данного типа могут работать со стеллажами размером до 1,5×1,5×2 м.

Роботы FMR

Робот FMR (англ. ForkMotionRobot– вилочный движущийся робот)– автономный робот-погрузчик, предназначенный для выполнения погрузочно-разгрузочных операций и перемещения грузов по территории склада [5]. Роботы данного типа обеспечивают подъем и перемещение паллет с товарами, сортировку грузов, сканирование штрих-кодов, а также расстановку и хранение грузов на полках. Внешний вид одной из моделей робота FMR показан на рисунке 2.

Технические характеристики одной из моделей робота FMR–HikrobotFMRF5-1600:

- размеры (длина×ширина×высота) – 2288×1200×2219 мм;
- номинальная нагрузка – 1600 кг;
- высота подъема – 3000 мм;
- скорость подъема (с грузом/без груза) – 120/150 мм/с;
- навигация – с использованием лазера SLAM;
- номинальная скорость движения – 1,5 м/с;
- точность позиционирования – ± 10 мм, $\pm 1^\circ$;
- время зарядки – 2,0 ч;
- время работы – 6-8 ч.



Рисунок 2 – Внешний вид робота HikrobotFMR

Роботы CMR

Робот CMR (англ. ConveyorMobileRobot– конвейерный мобильный робот)– автоматизированный комплекс, предназначенный для перемещения и транспортировки грузов на производственных линиях и складах [6]. Представляет собой мобильную платформу с интегрированными конвейерными системами, которые обеспечивают непрерывное движение грузов. Внешний вид одной из моделей робота CMR–HikrobotCMR показан на рисунке 3.



Рисунок 3 – Внешний вид конвейерного мобильного робота HikrobotCMR

Роботы HMR

Робот HMR(англ. HardMobileRobot– тяжелый мобильный робот) – мощный мобильный робот, предназначенный для выполнения сложных задач транспортировки грузов на производственных линиях и складах [6]. В частности, он может перемещать тяжелые грузы с одного конвейера на другой, за-

грузку и разгрузку грузовых автомобилей и выполнять другие операции. Внешний вид одной из моделей робота HMR–HikrobotHMR показан на рисунке 4.



Рисунок 4 –Внешний вид мощного мобильного робота Hikrobot HMR

Технические характеристики одной из моделей робота HMR–HikrobotC-3000CH:

- размеры (длина×ширина×высота) – 2000×1400×480 мм;
- номинальная нагрузка – 3000 кг;
- вес – 900 кг;
- навигация – SLAM/QR code;
- преодоление препятствий – 360° laser;
- номинальная скорость движения – 1,2 м/с;
- точность позиционирования – ± 10 мм, $\pm 1^\circ$;
- время работы – 8 ч.

Роботы-грузчики

Роботы-грузчики – это автоматические устройства, которые используются в промышленных и складских помещениях для автоматизации процессов набора, перемещения и складирования грузов [7, 8]. Данные роботы оснащены манипуляторами и камерами для работ с объектами. Внешний вид одной из моделей роботов-грузчиков – Stretch представлен на рисунке 5.

Данный робот предназначен для перемещения ящиков в складских помещениях. Он оснащен 7-осевым манипулятором с вакуумными присосками для захвата груза и мобильным корпусом. Грузоподъемность до 23 кг.

Для работы данного погрузчика не надо переоборудовать склад. Данный подход подходит для складских помещений с малыми габаритами или со старой структурой.



Рисунок 5 – Внешний вид робота-грузчика Stretch

Сравнительный анализ рассмотренных видов роботов

Рассмотренные выше роботы предназначены для складской логистики, но они различаются не только по конструкции, но и по грузоподъемности и типу транспортирующего груза.

Рассмотрим типы груза, которые роботы могут перемещать [9]:

- 1) Роботы LMR – стеллажи.
- 2) Роботы FMR – паллеты.
- 3) Роботы CMR – коробки, лотки.
- 4) Роботы HMR – стеллажи.
- 5) Роботы-грузчики – коробки.

Достоинства и недостатки роботов представлены в таблице 1.

Приведенные выше типы грузов, которые роботы могут перемещать можно сделать вывод, что данные роботы могут применяться на одном складе, так как у них разные цели. Но среди рассмотренных роботов нет такого, который мог бы загружать на себя небольшое количество груза (коробок).

Большинство рассмотренных роботов могут применяться на складах средних и больших размеров, но мало таких, которые могли бы применяться на небольших складах.

Такие роботы могут перемещать небольшое количество груза, поэтому в данном направлении нужен робот, которые мог бы проводить погрузочно-

разрулочные работы и при этом развозить значительно большее количество груза за один заезд.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки рассмотренных видов роботов

Роботы	Достоинства	Недостатки
Роботы LMR	подъемная платформа, большая грузоподъемность (до 1,5 т)	слабая маневренность
Роботы FMR	подъемная платформа, большая грузоподъемность (от 1 т)	однотипность перевозимого груза, громоздкость, слабая маневренность
Роботы CMR	интегрированная конвейерная система, мобильность	громоздкость.
Роботы HMR	возможность загрузки и разгрузки грузовых автомобилей	ограниченная возможность манипуляции с грузом
Роботы-грузчики	наличие манипуляторов, компактность, мобильность	грузоподъемность (до 16 кг), ограниченная перевозимость груза

Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что роботы для складской логистики имеют хорошие перспективы развития. Они могут применяться не только для транспортировки громоздких и тяжелых грузов, но и для малых и легких грузов. Роботы для складской логистики можно разрабатывать любой формы и любой грузоподъемности, каждый найдет свое применение.

Внедрение роботов в складскую логистику позволит повысить скорость работы склада и снизит потери, связанные с человеческим фактором. Применение роботов позволит сэкономить на зарплате и страховке рабочих, при условии, что они используются на крупном предприятии, поскольку стоимость роботов весьма велика.

Список литературы

1. Табылов, А. У. Роботизация современных складских логистических комплексов/ А. У. Табылов, Н. Б. Суйеуова, А. А. Юсупов // Вестник КазАТК. – №4 (119). – 2021. – С. 58-66.–URL:

<https://vestnik.alt.edu.kz/index.php/journal/article/view/300/411> (дата обращения: 19.03.2025).

2. Староверова, О. В. Некоторые особенности применения роботизированных технологий в складской логистике / О. В. Староверова, А. А. Андреева // Журнал исследований по управлению. – 2022. – Т.8, №3. – URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/52298/view> (дата обращения 19.03.2025).

3. Роботы LMR // НТЛС. – URL: <https://nt-ls.ru/catalog/mobilnye-roboty/roboty-lmr?ysclid=m7t8kcl04221518877> (дата обращения: 19.03.2025).

4. Транспортировочные платформы Atlabot LMR // Atlabot – Роботизированные транспортировочные платформы. – URL: <https://atlabot.ru> (дата обращения: 19.03.2025).

5. Роботы для склада, роботы-сортировщики AMR, FMR, CMU Комитас // comitas. – URL: <https://www.comitas.ru/production/robotizirovannye-tekhnologii-i-sistemy/> (дата обращения: 19.03.2025).

6. Конвейерный мобильный робот CMR, сверхмощный мобильный робот HMR // ТЕХНОПРОМ. – URL: https://acnc.ru/hikrobot_cmr#!/tab/671559584-1 (дата обращения: 19.03.2025).

7. James Vincent Boston Dynamics представляет нового робота Stretch, разработанного для перемещения грузов на складах // Блог НПП ИТЭЛМА – 2021. – URL: <https://habr.com/ru/companies/itelma/articles/549738/> (дата обращения: 19.03.2025).

8. Какие роботы выручают в условиях кадрового дефицита?// Промышленные страницы. – URL: <https://indpages.ru/robots/kakie-roboty-vyruchayut-v-usloviyah-kadrovogo-deficzita/> (дата обращения: 19.03.2025).

9. Автоматизация складов с помощью роботов // Блог сайта top 3d shop. – URL: <https://top3dshop.ru/blog/warehouse-and-logistics-robots-review.html> (дата обращения: 19.03.2025).

References

1. Tabylov, A. U. Robotization of modern warehouse logistics complexes / A. U. Tabylov, N. B. Suyeuova, A. A. Yusupov // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. – №4 (119). – 2021. – Pp. 58-66. – URL: <https://vestnik.alt.edu.kz/index.php/journal/article/view/300/411> (date of access: 03/19/2025).

2. Staroverova, O. V. Some features of the use of robotic technologies in warehouse logistics / O. V. Staroverova, A. A. Andreeva // Journal of Management Studies. - 2022. - Vol. 8, No. 3. – URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/52298/view> (date accessed 03/19/2025).
3. LMR robots // NTLIS. - URL: <https://nt-ls.ru/catalog/mobilnye-roboty/roboty-lmr?ysclid=m7t8kcl04221518877> (accessed: 03/19/2025).
4. Atlabot LMR transportation platforms // Atlabot – Robotic transportation platforms. - URL: <https://atlabot.ru> (date of reference: 03/19/2025).
5. Robots for warehouse, robots-sorters AMR, FMR, CMU Komitas // comitas. - URL: <https://www.comitas.ru/production/robotizirovannye-tekhnologii-i-sistemy/> (date of access: 03/19/2025).
6. Conveyor mobile robot CMR, heavy-duty mobile robot HMR // TECHNOPROM. - URL: https://acnc.ru/hikrobot_cmr#!/tab/671559584-1 (accessed: 03/19/2025).
7. James Vincent Boston Dynamics presents a new Stretch robot designed to move goods in warehouses // Blog of NPP ITELMA – 2021. - URL: <https://habr.com/ru/companies/itelma/articles/549738/> (date of access: 03/19/2025).
8. Which robots help out in conditions of personnel shortage? // Industrial pages. - URL: <https://indpages.ru/robots/kakie-roboty-vyruchayut-v-usloviyah-kadrovogo-deficizita/> (date of access: 03/19/2025).
9. Automation of warehouses using robots // Blog of the top 3d shop website. - URL: <https://top3dshop.ru/blog/warehouse-and-logistics-robots-review.html> (date of request: 03/19/2025).