

АВТОМАТИЗАЦИЯ НА СКЛАДЕ

Құтымбетов Қуат Қабылбекұлы

kuat_kuat@mail.ru

Магистрант кафедры «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта»
НАО «ЕНУ им. Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан

1. Проблемы и преимущества, связанные с автоматизацией складов.

За последние несколько десятилетий системы погрузочно-разгрузочных работ и склады развивались довольно быстро. Особенно быстрый рост центров электронной коммерции изменил способ работы складов. Сегодня склады и логистические центры представляют собой высокоавтоматизированные объекты со сложными процессами, обеспечивающими клиентам тот уровень обслуживания, который они хотят.

Автоматизация это технология, в которой процесс выполняется без участия человека. В автоматизации процесс реализуется с помощью программы, состоящей из команд, а также системы управления, выполняющей данные инструкции. Автоматизированная система обычно состоит из трех основных элементов: 1) возможности выполнять процессы и управлять системой, 2) программы инструкций для управления процессом и 3) системы управления для выполнения инструкций. Для автоматизации процесса необходим внешний источник питания для выполнения этих трех основных функций

На складе существует два типа проблем автоматизации: один связан с физическими системами обработки, другой - с системами обработки информации. Проблемы автоматизации в системах физической обработки включают автоматизацию и интеграцию операций физического хранения и поиска, а также материальных потоков вместе с информационными потоками. При планировании автоматизации складских операций необходимо учитывать как систему физической обработки, так и систему обработки информации. Общее впечатление от складских операций обычно такое, что они требуют довольно большого количества ручного труда. В частности, комплектация заказов считается одним из наиболее трудоемких видов деятельности на складе, особенно на складах, работающих по принципу «от человека к товару». Процесс комплектации требует, чтобы работник тратил большую часть своего рабочего времени на переезды из одного места в другое, при этом неся с собой собранные материалы. Время, затрачиваемое на перемещение между местами комплектования, приводит к снижению пропускной способности и, в худшем случае, к несоблюдению жестких графиков. Таким образом, любые улучшения, направленные на сокращение времени, затрачиваемого на перемещение между точками, могут повысить производительность склада и обеспечить экономию средств.

Высокая скорость и точность являются ключевыми элементами успешных складских операций на современных рынках. Один из способов повысить производительность и уменьшить количество ошибок при комплектации - предоставить материалы или информацию сборщику. Таким образом, сборщик не перемещается со станции комплектации, а вместо этого материалы доставляются с помощью средств автоматизации к месту комплектации. Сборщику не нужно тратить время на перемещение от одного места хранения к другому, что снижает неэффективную работу, такую как поиск и перемещение, что является наиболее трудоемкой и дорогостоящей операцией при комплектации. Эта технология становится более важной, чем когда-либо, поскольку она может значительно повысить производительность и точность комплектации.

Предоставление информации сборщику также становится все более популярным. Основная цель этой технологии автоматизации - обеспечить бесконтактный и безбумажный поток информации для производителей склада, чтобы сократить время, необходимое для поиска необходимых мест комплектования, нужных продуктов и кодов ввода продуктов в

ERP-систему и, как следствие, повысить продуктивность склада. Примерами таких технологий являются выбор по свету, выбор по голосу и другие виртуальные дисплеи. В операциях по комплектации самым большим преимуществом представления информации для сборщиков является расширение возможностей работы без помощи рук и упрощение эффективного поиска и быстрой регистрации видимых материалов с увеличением количества ошибок при комплектации. Правильная автоматизация имеет ряд преимуществ. Это может значительно снизить затраты на рабочую силу, увеличить запасы и точность комплектации, а также сократить время цикла заказа.

Однако есть и некоторые недостатки. Во-первых, автоматизация обычно требует существенных инвестиций. Адаптация автоматизированных складских операций к меняющейся бизнес-среде также может оказаться сложной задачей, поскольку автоматические решения не так гибки в адаптации к меняющимся обстоятельствам, как обычные неавтоматизированные складские решения. Чтобы функции автоматизации работали правильно и надежно, они должны быть хорошо интегрированы, спроектированы и объединены с процессами упрощения работы и стандартизации.

2. Сбор. Одним из наиболее ответственных и трудоемких действий в складских операциях является сбор, или другими словами комплектация. Таким образом, упрощение и повышение производительности операций комплектации стало одной из основных задач автоматизации складской среды. Различные виды технологий AIDC (автоматическая идентификация и сбор данных), такие как сканеры штрих-кода и RFID-сканеры, используются при обработке материалов, чтобы сократить время и повысить точность комплектации. Кроме того, в сфере обработки материалов были внедрены различные виды безбумажных и автоматических инноваций, таких как голосовой сбор, чтобы еще больше повысить производительность.

2.1. Одномерные и двумерные штрих-коды. Штрих-код был первоначально изобретен Норманом Джозефом Вудлендом и Бернардом Сильвером в 1948 году, чтобы значительно упростить чтение информации о продукте во время процесса оформления заказа. Штрих-код — это «машиночитаемое представление информации, которая формируется путем сочетания областей с высокой и низкой отражательной способностью поверхности объекта, которые преобразуются в единицы (1) и нули (0)». Штрих-коды можно разделить на две категории: одномерные (1D), двумерные (2D).

В двумерных штрих-кодах полосы и пробелы заменяются точками и пробелами, расположенными в виде массива или матрицы. Используя 2D-метод, можно увеличить плотность данных в заданном пространстве, что позволяет хранить большие объемы данных по сравнению с одномерным штрих-кодом. Определение штрих-кода подразумевает оба типа. Различные виды штрих-кодов представлены на рисунке 1.

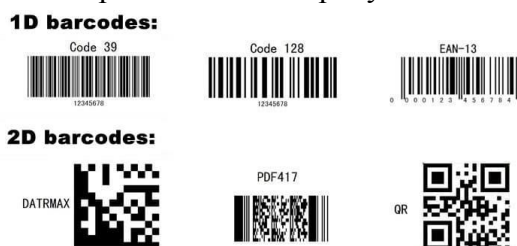


Рисунок 1. Примеры 1D и 2D штрих-кодов

Символика - это схема кодирования, которую используют штрих-коды для кодирования данных. Символика не дает понять, как кодировать и декодировать конкретные данные штрих-кода. Существует несколько видов символов, из которых некоторые могут кодировать только числа, некоторые буквы, а некоторые могут кодировать и то, и другое. Как правило, символика предназначена для определенного использования и применения. Часто используемые символы, их возможности хранения информации и приложения, в которых они чаще всего используются, показаны в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.

Часто используемая символика 1D-штрих-кода

1D-штрих-коды		
Символика	Объем	Конечная цель
КОД 2 и 5	8 цифр	Распределение
UPC A	12 цифр	Розничные магазины
UPC E	8 цифр	Розничные магазины
EAN 8	8 цифр	Розничные магазины
EAN 13	13 цифр	Розничные магазины
КОД 39	43 символа	Логистика, библиотеки и т.д.
КОД 93	48 символов	Промышленное использование
КОД 128	48 символов	Логистика
GSI-128	48 символов	Логистика и оптовая торговля

Таблица 2.

Часто используемые 2D-штрих-коды

2D - штрих-коды		
Символика	Объем	Конечная цель
PDF 417	2725 маркировок	Судоходство, автомобилестроение, оборона
GS1 DATA MATRIX	3116 маркировок	Автомобильная промышленность
MAXICODE	93–138 маркировка	Перевозки
AZTEC код	3750 маркировка	Розничная торговля, потребительские рынки
QR-код	1000–7000 маркировка. Зависит от размера и модели QR-кода	Реклама

Технологии одномерного и двумерного штрих-кодирования имеют различия, и обе технологии имеют свои преимущества и недостатки. В Таблице 3 показаны некоторые из наиболее распространенных преимуществ и недостатков технологии штрих-кодов. Например, одномерные штрих-коды можно считывать с помощью специального оптического сканера, который пропускает луч света по штрих-коду. С другой стороны, для двумерной символика штрих-кода требуется сканирующее устройство, способное одновременно считывать два измерения: вертикальное и горизонтальное.

Таблица 3.

Преимущества и недостатки технологии штрих-кода

Преимущества +	Недостатки -
Быстрое, точное и надежное считывание данных	Требуется прямая видимость, чтобы прочитать штрих-код
Технология универсальна и недорога.	Одновременно можно прочитать только один штрих-код
Напечатанные бирки служат долго	Расстояние чтения маленькое.
Безопасность: если данные представлены в формате штрих-кода, их невозможно изменить без физического изменения.	

RFID-технологии. Технология RFID (радиочастотная идентификация) является частью технологий AIDC, упомянутых в предыдущей главе. В технологии AIDC информация от идентификатора автоматически передается в указанное компьютерное программное обеспечение с помощью специального считывателя без ручного труда. Поскольку чтение

осуществляется механически, информация остается нетронутой, а риск человеческой ошибки снижается. Основные элементы, необходимые для решения RFID, представлены на рисунке .

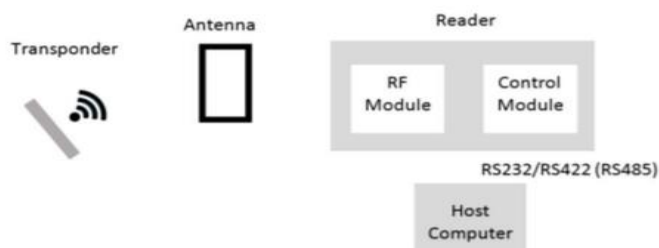


Рисунок 2. Что нужно для работы пассивного RFID

Первые применения RFID можно отнести ко Второй мировой войне и к британским ВВС. Во время Второй мировой войны у британских ВВС были проблемы с идентификацией приближающихся самолетов, т. е. с определением того, какие из них были своими, а какие — вражескими. Решением этой проблемы идентификации стала технология RFID. С помощью этой технологии был изобретен передатчик, который мог отличать самолеты союзников от самолетов противника. Существует множество типов технологий RFID, но устройства RFID следует разделить на активные и пассивные устройства. Активным RFID-меткам требуется внешний источник питания, поэтому их необходимо всегда подключать к питаемой инфраструктуре или к внешней батарее. Благодаря внешнему источнику питания активные RFID-метки могут хранить большие объемы данных. Кроме того, их расстояние считывания может быть больше, чем у пассивных RFID-меток. Технология Active RFID может использоваться для различных форм управления местоположением активов и систем определения местоположения в реальном времени (систем RTLS).

Пассивная RFID использует мощные считыватели, которые посылают низкочастотный мощный радиочастотный сигнал на метки без батарей. Пассивные RFID-метки не требуют внешнего питания для чтения. Антенна в метке просыпается от количества поступающей к ней энергии, что пробуждает ее цепь. Затем метка передает закодированное сообщение обратно читателю на другой частоте. Поскольку электричество, генерируемое в пассивной метке из сигнала RFID, невелико, максимальный размер передаваемых данных также довольно мал по сравнению с активными метками. Кроме того, считыватель должен находиться рядом с меткой, чтобы считывание и передача данных прошли успешно. Пассивная технология RFID часто используется для отслеживания запасов и предотвращения краж. Дальность действия пассивной RFID-метки зависит от размера антенны метки и считывателя, а также от уровня мощности радиоволны. Различия технологий штрих-кода и RFID сравниваются в таблице 4.

Таблица 4.

Сравнение штрих-кодов и RFID

	1D-код	2D-код	RFID
Необходимая видимость для чтения	Да	Да	Нет
Чтение нескольких тегов	Нет	Нет	Да
Расстояние от читателя	До 4 метров	До 4 метров	30 см выше 100 метров
Возможность сохранять и обновлять данные.	Нет	Нет	Да
Объем данных, который можно сохранить	20 цифр	До 3 Кб	До 128 Кб
Источники помех	Грязь, физические батарейки	Грязь, физические батарейки	Магнитные поля
Цена	Низкая	Низкая	Средняя

3. Выбор по свету. Как правило, система комплектования с помощью освещения или комплектования с помощью света представляет собой систему комплектования, которая сочетает в себе световые индикаторы и дисплеи в местах хранения. Операция комплектования осуществляется по световым индикаторам в местах хранения и комплектации материалов в указанных местах. Обычно световой индикатор также имеет дисплей, показывающий, сколько предметов необходимо подобрать из одного места. После комплектования из этого места комплектовщик принимает количество с дисплея, расположенного в месте комплектования. После этого система комплектования светом укажет следующее место комплектования на складе световым индикатором. Система подбора по свету - самая популярная система для отбора большого количества мелких предметов, расположенных на небольшом складе, как показано на рисунках 3 и 4.



Рисунок 3. Система “Выбор по свету” на производстве

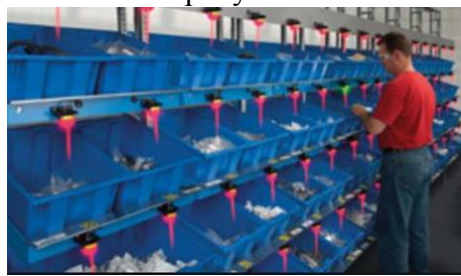


Рисунок 4. Система “Выбор по свету” на складе

3.1. Выбор голоса. В последние годы технология голосового комплектования значительно улучшилась, и в настоящее время это одно из жизнеспособных решений для различных задач комплектования, таких как подбор штучных товаров, комплектация ящиков, подбор поддонов и операции подбора больших объемов. Система голосового выбора - это, по сути, устройство с голосовым управлением, которое использует распознавание речи, чтобы позволить операторам склада общаться в режиме реального времени с системой управления складом. Система управляется с помощью гарнитуры или жилета с динамиком для получения информации от ERP-системы, которая общается со сборщиками синтетическим голосом. Затем микрофоны используются для обратной связи с ERP и подтверждения инструкций и выполнения задач, данных ERP-системой. Оператор склада также может взаимодействовать с системой голосового подбора в режиме реального времени и подтверждать, что товары из списка комплектации выбираются из разыскиваемых мест, проверяя код товара и местоположение с помощью голосовых команд в как представлено в рисунке 5.



Рисунок 5. Использование голосового выбора

Одним из самых больших преимуществ голосового подбора и одной из причин, по которой голосовой подбор оказался эффективным инструментом при складских операциях по комплектованию, является возможность работать без помощи рук и глаз. Кроме того, благодаря голосовому решению оператор склада постоянно взаимодействует с ERP-системой и получает информацию о следующем местоположении и продукте без необходимости останавливаться и проверять ручной или электронный список комплектации. Когда руки и глаза складского оператора будут свободны от ручной проверки комплектационного листа и

подтверждения каждого перемещения в ERP-системе (поскольку оператор просто слышит инструкцию и выполняет ее), комплектовщик сможет выполнять задачу комплектации более эффективно. Это также позволяет оператору перемещать более тяжелые предметы, гарантируя при этом более безопасный способ работы. Еще одним преимуществом выбора голоса является обучение, необходимое для этой технологии, которое относительно просто и быстро. Однако выбор голоса также имеет некоторые недостатки. Например, внедрение голосового выбора в складские операции требует инвестиций в программное обеспечение и оборудование, такое как гарнитуры и микрофоны, которые могут время от времени выходить из строя или требовать обслуживания. Это увеличивает затраты на складские операции.

По данным Honeywell International Inc. 2017 года, голосовое управление может повысить производительность комплектования от 10 до 35%, в зависимости от предыдущего метода комплектования. Производительность сборщика достигается за счет возможности громкой связи, поднятых глаз и технологии голосового управления. Работникам не нужно многократно контролировать бумагу или устройства во время каждой комплектации, в результате чего работа выполняется с меньшим количеством движений и шагов. Благодаря голосовой операции подбора количество ошибок при комплектации может быть уменьшено на 50–90 процентов по сравнению с операциями с бумажным документооборотом. Кроме того, точность может быть повышена до 15 % по сравнению с операциями комплектования при помощи легких операций, а рабочие условия, в которых при операциях комплектования используется радиочастотное сканирование, могут быть повышены где-то на 8-25% процентов.

Повышение эффективности комплектации и снижение количества ошибок при комплектации являются одной из ключевых причин, почему компании заинтересованы в голосовых решениях и почему голосовые решения становятся все более распространенными среди логистических и распределительных центров.

4. Автоматизированные склады. Первые применения систем AS/RS (автоматизированная система хранения/поиска), стали доступны примерно в 1950-х годах. С тех пор они стали широко используемым решением для автоматизации задач по обработке материалов и контролю запасов в распределительных центрах и автоматизированных производственных объектах. С помощью системы AS/RS распределительные центры и фабрики могут автоматизировать управление запасами, повысить производительность склада и сократить количество необходимого человеческого труда. Все это вместе приводит к повышению прибыльности. Определение автоматизированного склада охватывает широкий спектр систем различной степени сложности и размера. Тем не менее, обычно применительно к автоматизированному складированию используется конкретная модель AS/RS (автоматизированная система хранения/поиска), как показано на рисунке 6.



Рисунок 6. Система AS/RS

Система AS/RS состоит из одного или нескольких параллельных проходов со стеллажами, кранов-штабелеров, также известных как машины для хранения/извлечения, станции ввода/вывода для приема и доставки, а также накопительных конвейеров, центрального управляющего компьютера и система связи. Краны-штабелеры - это

полностью автоматизированные машины для хранения и подъема грузов, управляемые центральным компьютером. Краны-штабелеры могут двигаться автономно, подбирая и выгружая грузы по командам компьютера. Между стеллажами образуются проходы на таком расстоянии, чтобы краны могли перемещаться между стеллажами. Обычно ширина прохода и размер крана определяются исходя из размера хранящихся поддонов. Станции приема и отгрузки - это станции, на которых выгружаются исходящие материалы, а зарезервированные входящие материалы доставляются на склад. Система AS/RS также может иметь пункт комплектования, где работники вручную собирают товары с поддонов, доставленных к месту комплектования кранами-штабелерами. После отбора материалов с поддона кран-штабелер возвращает поддон обратно на склад. AS/RS подключен к WSM (системе управления складом) и автоматически обновляет транзакции ввода и вывода запасов на обоих концах, чтобы WMS всегда была актуальной.

Есть как минимум пять преимуществ, которые можно получить при инвестировании в технологию AS/RS:

1. Увеличение емкости, плотности и пропускной способности хранилища;
2. Улучшение товарооборота, контроля над товарными запасами и уровня обслуживания клиентов;
3. Улучшение безопасности и защищенности функций хранения и сокращение хищений;
4. Восстановление производственных площадей, используемых для хранения незавершенного производства;
5. Снижение трудозатрат и/или повышение производительности труда на складских операциях.

Внедрение системы AS/RS для складских операций или производства - это немалая инвестиция, поэтому решение о приобретении такой системы должно быть тщательно продумано и спланировано. Из-за сложности и высоких затрат, связанных с внедрением систем AS/RS, крайне важно, чтобы проект выполнялся тщательно и по хорошо продуманному плану. После того как система AS/RS построена, внесение каких-либо изменений может оказаться затруднительным. Следовательно, крайне важно спроектировать систему AS/RS для корректировки объемов и существенных транзакций перед ее созданием. Система должна быть спроектирована таким образом, чтобы она могла управлять всеми текущими и известными возможными будущими потребностями, например, в отношении емкости склада, эффективности комплектации и количества станций ввода и вывода. Также важно понимать, что автоматизированные системы хранения всегда являются лишь частью всей складской деятельности, и наилучшая общая производительность может быть достигнута только тогда, когда все складские процессы (автоматизированные и ручные) работают вместе.

5. Автоматизированные управляемые транспортные средства. Автоматизированные транспортные средства (AGV) можно определить как машины с компьютерным управлением, которые могут выполнять набор определенных задач, следуя конкретным инструкциям с минимальным вмешательством человека или без него. Автоматизация складской логистики с помощью различных видов автоматизированных транспортных средств или роботов - не новая тенденция. Первые применения автоматизированных управляемых транспортных средств, используемых сегодня для автоматизации перемещения материалов на складах, возникли в начале 1950-х годов, когда водители тракторных прицепов, перемещающих материалы из одного места в другое, были заменены автоматизированными решениями (рис. 7). Автомобильная промышленность была пионером во внедрении автоматизированных транспортных средств для производства и складирования. С тех пор AGV стали стандартным инструментом автоматизации для всех отраслей с повторяющимися поставками материалов. Автоматизируя транспортировку материалов с помощью автоматизированных решений, компании получают больше возможностей

оптимизировать производительность и более эффективно планировать поставки, чтобы уменьшить узкие места на производстве.

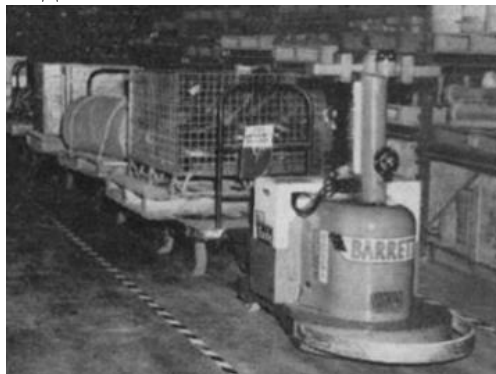


Рисунок 7. Один из первых американских AGV, строительство началось в 1954 году как тягач на пять прицепов

До недавнего времени традиционные AGV были единственным мобильным решением для автоматизации задач внутренней логистики при обеспечении непрерывного потока материалов между различными точками. Сегодня AGV стали еще более гибкими, автономными и экономичными и теперь более известны как автоматизированные мобильные роботы (AMR). Фундаментальное различие между AGV и AMR можно резюмировать разницей, отмеченной между управляемым транспортным средством и роботом: управляемое транспортное средство следует по фиксированным маршрутам, в то время как робот способен принимать независимые решения и изменять исходный маршрут, реагируя в режиме реального времени на среда, в которой он движется.

Если AGV использует фиксированные маршруты для навигации, AMR может самостоятельно перемещаться внутри заданной области, используя предварительно загруженные чертежи объектов. Он также может создавать карты окружающей среды, в которой он работает, используя видеокамеру и лазерные сканеры для сканирования объекта и навигации на основе этой информации. AMR использует данные камер, встроенных датчиков и лазерных сканеров, а также сложное программное обеспечение для обнаружения своего окружения и выбора наиболее эффективного маршрута к определенной цели. Он работает полностью автономно, и при столкновении с препятствиями перед ним, такими как другие вилочные погрузчики, поддоны или люди, AMR безопасно обходит их, используя лучший альтернативный маршрут, чтобы гарантировать соблюдение графика потоков материалов. Текущая тенденция роста электронной коммерции увеличила потребность в решениях AGV и AMR в крупных логистических центрах, которые обрабатывают большое количество небольших входящих и исходящих заказов в сжатые сроки. Использование решений AMR в быстро развивающемся бизнесе электронной коммерции повысило эффективность комплектации и производительность. Например, такие компании, как Amazon и UPS, внедрили решения AMR на своих предприятиях, чтобы повысить производительность комплектации и снизить затраты на комплектацию.

Обычно решения AGV и AMR можно разделить на три основные категории, которые представлены ниже.

1. Транспортёры единичных грузов. Грузовые транспортёры AGV/AMR используются для перемещения грузов из места А в место Б. Обычно они оснащены механизмами автоматической загрузки и разгрузки материалов, такими как роликовый конвейер, движущиеся ленты, подъемные платформы или другие устройства, встроенные в транспортное средство. палуба, как показано на рисунках 8 и 9. AGV с единичной нагрузкой - это маневренные и универсальные машины, предназначенные для автоматизации любых операций, предполагающих стандартное перемещение из одного места в другое. AGV с единичной нагрузкой можно использовать, например, для совместной работы с системами AS/RS для управления входящими или исходящими перемещениями.



Рисунок 8. Единичный грузовой транспортер



Рисунок 9. Типы единичных грузоперевозчиков

2. Вилочный погрузчик с автоматическим управлением. Вилочный погрузчик с автоматическим управлением - это автоматизированная версия типичного вилочного погрузчика, управляемого человеком, такого как рич-погрузчик, вилочный погрузчик с противовесом или вилочный погрузчик для очень узких проходов (VNA). На рисунке 10 слева представлен автоматизированный ричтрак с противовесом, а справа - вилочный погрузчик VNA. Автоматизированный вилочный погрузчик обычно может работать как в вертикальном, так и в горизонтальном положении, как и обычный вилочный погрузчик, управляемый человеком. Его также можно использовать для тех же целей, что и вилочный погрузчик, управляемый человеком.



Рисунок 10. Вилочные погрузчики AGV. (Mitsubishi Logisnext Europe Oy, 2021 г.)

3. Буксировщик. Tugger AGV - это тип автоматизированного управляемого транспортного средства, предназначенного для буксировки тележек, как показано на рисунке 11. Tugger AGV - это беспилотный тягач, используемый для перемещения прицепов внутри складов или заводов, например, беспилотный поезд, который может иметь несколько остановок и места получения по заранее определенному маршруту. Буксировочная способность AGV по перемещению материала может варьироваться от десятков килограммов до нескольких тонн, в зависимости от модели AGV.



Рисунок 11. Буксировщик AGV

Список использованных источников

1. Геличи З. и Килару С. (2021). Аналитические модели для совместных автономных мобильных роботов в центрах выполнения заказов. Прикладное математическое моделирование 91, 438–457.
2. Грувер, М. П. (2013) Автоматизация, производственные системы и компьютерно-интегрированное производство. Великобритания, Pearson Education UK.
3. Парк, Британская Колумбия (2012) Сбор заказов: проблемы, системы и модели. В: Манзини, Р. (ред.) Складирование в глобальной цепочке поставок: усовершенствованные модели, инструменты и приложения для систем хранения. Лондон, Спрингер-Верлаг. 1-30.
4. Баттини, Д. Кальзава, М. Персона, А. и Сгарбосса, Ф. (2015). Сравнительный анализ различных систем безбумажного комплектования. Производственный менеджмент + информационные системы 115, 3. 483–503.
5. Су, К. Чу, К.С. Прабху, Б.С. и Гад, Р. (2007). О создании инфраструктуры автоматической идентификации и сбора данных посредством RFID. Публикации Ауэрбаха, Taylor & Francisco Group.
6. Като Х., Тан К.Т. и Чай Д. (2010) Штрих-коды для мобильных устройств. Кембридж, Издательство Кембриджского университета.
7. Хотите, Р. (2006). Введение в технологию RFID. Повсеместные вычисления IEEE 5, 1, 25–33.
8. Глигорие М., Бакич З. и Джапич М. (2019). Технология RFID в функции генерации гибких роботизированных последовательностей FMC. Журнал Бразильского общества механических наук и инженерии 41, 12, 1–12.
9. Баннерная машиностроительная корпорация. (2021). Pick-to-Light для производства и сборки. [онлайн-документ].
10. Азанья А., Вивальдини М., Пирес С.Р.И. и Батиста де Камарго Жуниор Дж. (2016) Выбор голоса: анализ критических факторов на примере Бразилии и США. Международный журнал по производительности и управлению эффективностью 65, 5, 723–739.
11. Honeywell International Inc. (2017 г.). окупаемость голосового выбора. [онлайн-документ]. [по состоянию на 23 мая 2023 г.]. Доступно по адресу <https://sps.honeywell.com/us/en/support/automation/resources/whitepapers/calculating-roivoice-picking>.
12. Василий М.Р., Тан С.Х. и Василий М. (2012) Автоматизированные системы хранения и поиска: обзор моделей времени перемещения и политики управления. В: Манзини, Р. (ред.) Складирование в глобальной цепочке поставок: усовершенствованные модели, инструменты и приложения для систем хранения. Лондон, Спрингер-Верлаг. 159-209
13. Гальярди Ж.-П., Жак Рено и Анхель Руис. (2012). Модели для автоматизированных систем хранения и поиска: обзор литературы. Международный журнал производственных исследований 50.24, 7110–7125.
14. Ульрих, Г. (2015). Автоматизированные управляемые транспортные системы. Учебник с практическим применением. Берлин, Гейдельберг: Springer Berlin Heidelberg.
15. Мобильные промышленные роботы. (2021). AGV против AMR – в чем разница? [онлайн-документ]. [доступ в декабре 2023 г.]. доступно по адресу <https://www.mobile-industrialrobots.com/insights/get-started-with-amrs/agv-vs-amr-whats-the-difference>.
16. Сеть АГВ. (2021). Типы АГВ. [Онлайн-документ]. [По состоянию на 20 января 2024 г.]. Доступно по адресу <https://www.agvnetwork.com/unit-load-agv-automated-vehicle>.
17. ФлексКьюб. (2021). Автоматизированные управляемые транспортные системы: 5 вещей, которые нужно знать, прежде чем внедрять AGV в свой цех. [онлайн-документ]. [по состоянию на 4 января 2024 г.]. доступно по адресу <https://www.flexqube.com/news/automated-guided-vehicle-systems-5-things-to-know-before-introducing-agvs-to-your-shop-floor/>.

18. Конвейго. (2021). Типы и применение автономных мобильных роботов (AMR). [онлайн-документ]. [по состоянию на 20 января 2024 г.]. доступно по адресу <https://www.conveyco.com/typesand-applications-of-amrs/>.

19. Mitsubishi logisnext Europe Oy. (2021). Дело Валио Хаапавеси. [онлайн-документ]. [по состоянию на 4 января 2024 г.]. доступно по адресу <https://www.rocla-agv.com/en/customercases/case-valio-haapavesi>.

20. Компания Jiangxi Danbahe Robot Co. (2021 г.). Значение автомобилей AGV для индустрии автозапчастей. [онлайн-документ]. [по состоянию на 4 января 2024 г.]. доступно по адресу <http://www.danbach.net/news/technical/agv-car.html>.

УДК 997.432

ЭВОЛЮЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ: СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ И ИННОВАЦИИ В СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКЕ

Құтымбетов Қуат Қабылбекұлы

kuat_kuat@mail.ru

Магистрант кафедры «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта»
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

1. Понятие склада и логистики складирования

1.1. Трактовки и определения логистики складирования. В различных источниках, как электронных, так и литературных, по логистике представлены разные трактовки понятия складской логистики. Все эти определения имеют общий уклон – направленность на сокращение издержек, связанных с хранением и управлением запасами. В настоящем руководстве предоставлены разнообразные определения логистики складирования, как научной области, так и практического инструментария.

- Логистика складирования – раздел логистики, занимающийся разработкой методов организации складского хозяйства, систем закупок, приемки, размещения, учета товаров и управления запасами с целью минимизации затрат на хранение и обработку товаров [1–3].

- Логистика складирования – управление операциями и запасами на складе с целью обеспечения максимальной эффективности при минимальных издержках и достижении требуемого качества обслуживания потребителей и клиентов.

- Логистика складирования – комплекс взаимосвязанных логистических операций, выполняемых в процессе формирования материального потока в складском хозяйстве.

- Логистика складирования – организованное и систематизированное управление запасами, направленное на оптимизацию финансовых и информационных потоков.

- Логистика складирования – это деятельность по планированию, организации и осуществлению приемки и хранения различных материальных ценностей, подготовки их к производственному потреблению и распределению грузов между потребителями, а также наличие системы управления информационными потоками [3].

Целью логистики складирования является организация эффективной системы складирования. Объектом изучения логистики складирования являются товарно-материальные ценности в процессе складирования, грузопереработки и упаковки.

Предметом исследования складской логистики являются логистические процессы и операции на складе [4].

1.2. Роль и значение складов в логистической системе. В некоторых источниках термины "склад" и "распределительный центр" используются взаимозаменяемо, однако технически склад просто предоставляет пространство для хранения. В то время как он, безусловно, выполняет функцию хранения продукции, его роль также расширяется до выполнения заказов. Складские компоненты взаимодействуют глубже, охватывая