**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

**на тему:**

Разработка схемы управления автоматическим складом

по **МДК.01.02 Технология программирования мехатронных систем**

Выполнил студент группы №6041

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Специальность 15.02.10

Мехатроника и мобильная робототехника

Проверил преподаватель Шемякин В. В.

Оценка*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Дата*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Подпись*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*/*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*/

СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление

[СОДЕРЖАНИЕ 2](#_Toc179191254)

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc179191255)

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире автоматизация промышленных и логистических процессов играет всё большую роль в повышении эффективности и снижении затрат предприятий. Одним из ключевых аспектов автоматизации является управление складскими системами. Автоматические склады позволяют существенно сократить время на обработку и перемещение грузов, повысить точность инвентаризации и снизить риски человеческой ошибки. С учетом роста объёмов торговли и увеличения требований к скорости выполнения заказов, автоматизация складов становится не просто тенденцией, а необходимостью для многих компаний.

Автоматизированная складская система для хранения товаров (ASRS) представляет собой комплекс из стеллажей и специальных подъемно-транспортных устройств, который позволяет производить размещение и сбор грузов без присутствия человека в месте операции. За счет применения современной техники резко снижается потребность в персонале и повышается эффективная площадь склада.

Визуально ASRS состоит из вертикальных мачт и горизонтальных направляющих, вдоль которых двигается собирающий грузы челнок. Прием и сбор грузов может происходить как с использованием конвейера, так и без такового. Во втором случае дальнейшую обработку товаров в упаковках производят непосредственно операторы.

Актуальность

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к автоматическим системам хранения и управления запасами. В условиях растущей конкуренции на рынке, компании стремятся к оптимизации своих логистических цепочек. Традиционные методы управления складом, базирующиеся на ручном труде и бумажной документации, становятся всё менее эффективными. Внедрение автоматических складских систем позволяет снизить операционные расходы, улучшить использование складских площадей и повысить производительность.

Кроме того, автоматизация складских процессов имеет важное значение для уменьшения влияния человеческого фактора, что снижает вероятность ошибок при работе с грузами, минимизирует время простоя и повышает общую надежность работы склада.

Цели и задачи работы

Целью данной работы является разработка и моделирование системы управления автоматическим складом с использованием симулятора ***Factory I/O***. Основной акцент сделан на создании эффективной и надежной системы управления, способной автоматизировать основные складские процессы, такие как прием, перемещение, хранение и отгрузка товаров.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

* Проанализировать современные системы управления автоматическими складами и технологии их реализации.
* Определить требования и спецификацию для системы управления складом.
* Моделировать автоматический склад в симуляторе ***Factory I/O***, выбрав соответствующие оборудование и элементы управления.
* Разработать алгоритмы управления складскими процессами

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ

Классификация складских систем

Зачастую автоматизированные складские системы производят по индивидуальным проектам. Но подавляющее большинство из них основано на механизмах **карусельного**, **лифтового** или **гравитационного** типа. Именно их принцип работы и будет рассмотрен далее в деталях.

Карусельная система хранения

Этот тип автоматизированных складских систем предусматривает подвижную конструкцию ячеек для хранения товаров. Стеллажи разбиты на секции, каждая из которых имеет собственный электропривод и управление. В каждой вертикальной стойке или горизонтальном ряду имеется специальное место для выгрузки товара.

При необходимости забора груза включается электропривод, и ячейки начинают перемещаться внутри стеллажа по кругу с помощью цепного механизма. Как только к месту выгрузки подъезжает нужная упаковка, она выталкивается и транспортируется далее автоматически или с помощью погрузчика.

Главным недостатком такой системы является отсутствие возможности изменения размера ячеек. Поэтому такие системы часто используются на производственных складах с гарантированными размерами упаковок.

В помещениях с низкими потолками карусель может быть сконструирована по горизонтальному типу. В таком случае ASRS будет представлена одноуровневыми глубокими стеллажами. Одним из вариантов горизонтальной карусели являются механизированные вешала на складах одежды.

Лифтовая система хранения

Автоматизированные системы складского хранения товаров лифтового типа построены по типу классических стеллажей. Для перемещения товаров по ним служит специальное подъемно-транспортное устройство (челнок), перемещающееся вдоль полок по направляющим.

Преимуществом лифтовых стеллажей является их блочный характер, что подразумевает возможность быстрого масштабирования в длину и высоту. Размер ячеек и механизм захвата также может быть изменен путем простой модернизации или даже программирования. Поэтому ASRS лифтового типа особо популярны на универсальных складах, где размеры тары могут со временем меняться.

Минусом такой системы является ограниченное количество окон доступа к товару. Если в карусельной системе на один стеллаж предусмотрено несколько мест для приема/выгрузки грузов, то в лифтовой их может быть одно или два. Главное, чтобы производительность погрузочных механизмов не стала узким горлышком во всем процессе транзита товаров через склад.

Автоматизированная система гравитационных стеллажей

Гравитационные стеллажи представляют собой складские конструкции, которые загружаются с одной стороны, а выгружаются с другой. При этом движение коробок или паллет по всей глубине стеллажа производится по роликам под воздействием собственной силы тяжести.

Автоматические механизированные челноки в гравитационной системе ответственны только за погрузку и забор грузов с крайних точек ряда. При комиссионировании крайней паллеты на её место сразу же, без приложения какой-либо силы, перемещается следующая. Такие ASRS целесообразно использовать на оптовых складах с небольшим ассортиментом. Они позволяют использовать очень глубокие стеллажи, максимально увеличивая эффективную складскую площадь.

Обзор существующих технологий и решений

Современные системы управления складом используют широкий спектр технологий для автоматизации складских процессов:

* **AS/RS (Automated Storage and Retrieval Systems)** — системы автоматического хранения и отбора товаров, которые обеспечивают быструю и точную работу со складскими единицами. Они включают в себя вертикальные и горизонтальные системы стеллажей, где роботы-манипуляторы перемещают товары.
* **AGV (Automated Guided Vehicles)** — автоматические транспортные системы, которые перемещают грузы по заранее определённым маршрутам. Они используются для перемещения товаров внутри склада между различными зонами, такими как приём, хранение и отгрузка.
* **Conveyor Systems** — конвейерные системы используются для автоматического перемещения товаров по складу. Они интегрируются с другими технологиями для выполнения комплексных операций, таких как сортировка и распределение товаров.
* **Pick-to-Light и Put-to-Light системы** — технологии, которые облегчают процесс отбора и размещения товаров с помощью световых индикаторов. Они помогают операторам быстро и точно находить нужные товары, уменьшая количество ошибок и повышая производительность.
* **Роботизированные системы сортировки** — эти системы используют роботов для автоматической сортировки товаров по различным критериям, таким как размеры, вес или направление доставки. Это позволяет значительно ускорить процесс подготовки заказов и их отправку.

Преимущества и недостатки автоматизированных складов

**Преимущества автоматизированных складов:**

1. **Повышение максимального грузооборота на 200-500%,** по сравнению с работами, выполняемыми оператором на погрузочной технике.
2. **Сокращение количества персонала** за счет автоматизации процессов.
3. **Высокая скорость обработки грузов** за счет отсутствия задержек, связанных с человеческим фактором.
4. **Минимизация ошибок** за счет внедрения адресной системы хранения товаров.
5. **Оптимизация пространства**. До 80% проходов между стеллажами можно использовать для хранения. Снижение расходов на охрану труда и обучение кладовщиков.
6. **Гибкость оборудования**. Настройка под параметры помещения и возможность модернизации.

**Недостатки автоматизированных складов:**

1. **Высокие первоначальные инвестиции**. Закупка оборудования и внедрение автоматизированной системы требует значительных финансовых затрат на начальном этапе.
2. **Необходимость в регулярном обслуживании**. Системы требуют постоянного технического обслуживания для обеспечения их бесперебойной работы, что добавляет дополнительные расходы на эксплуатацию.
3. **Не подходят для сильно изменяющихся операций**. SRS системы оптимизированы для работы с определёнными типами товаров и процессов. Если бизнес часто изменяет типы товаров или складские операции, автоматизированная система может оказаться недостаточно гибкой.
4. **Требуют обучения персонала**: для работы с автоматизированными системами необходим обученный персонал, что требует дополнительных вложений в обучение и адаптацию сотрудников.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СКЛАДА

Техническое задание (ТЗ) представляет собой ключевой документ, определяющий требования к проектированию системы автоматического склада. Этот документ включает описание функциональных характеристик, условий эксплуатации и целей, которые должны быть достигнуты с помощью автоматизации.

Постановка задачи и описание функциональных требований

Основной задачей системы автоматического склада является автоматизация всех складских операций для повышения эффективности работы, минимизации человеческого участия и снижения ошибок при перемещении и хранении товаров. Система должна обеспечивать:

* Автоматизированный прием и отгрузку товаров с использованием конвейеров.
* Оптимизацию размещения товаров на складе для быстрого и эффективного хранения и отбора.
* Автоматическое управление запасами с помощью программных решений для отслеживания и учета товаров

Основные параметры и характеристики системы

При проектировании системы важно учитывать её производительность, размеры склада, требования к скорости обработки товаров и специфике хранимых грузов. Основные параметры включают:

* **Производительность**. Система должна обеспечивать необходимый грузооборот, соответствующий потребностям предприятия (например, до 500 единиц товара в час).
* **Грузоподъемность**. Должна поддерживаться возможность обработки товаров разного веса и размера, что зависит от характеристик оборудования (конвейеров, роботов-манипуляторов).
* **Энергоэффективность**. Системы должны минимизировать потребление электроэнергии и оптимизировать работу всех элементов.
* **Устойчивость к сбоям**. В случае отказа оборудования система должна обеспечивать резервирование или быструю замену компонентов для исключения длительных простоев.

Ожидаемые результаты от автоматизации

Ожидаемые результаты внедрения автоматизированной системы управления складом включают:

* **Снижение затрат на рабочую силу**. За счет автоматизации основных процессов, таких как прием, перемещение и отгрузка товаров.
* **Повышение скорости обработки заказов**. Благодаря уменьшению времени на поиск и отбор товаров, а также автоматизированному перемещению грузов.
* **Оптимизация складского пространства**. Система должна позволять лучше использовать площадь склада за счет автоматизации процессов размещения товаров и уменьшения необходимости в широких проходах для операторов.

Таким образом, техническое задание должно четко формулировать все функциональные и технические требования, чтобы обеспечить проектирование системы, которая будет соответствовать целям предприятия и позволит повысить общую эффективность работы склада.

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СКЛАДА В СИМУЛЯТОРЕ FACTORY I/O

Обзор симулятора Factory I/O

Factory I/O это программное обеспечение для 3D-симуляции, которое используется для создания и тестирования автоматизированных производственных процессов. С его помощью пользователи могут проектировать и симулировать производственные процессы, включая проектирование машин, датчиков и систем управления.

Factory I/O может использоваться для тестирования и отладки программ ПЛК и приложений HMI в виртуальной среде до их внедрения в реальные системы. Программное обеспечение также включает библиотеку заранее созданных компонентов и машин, что облегчает пользователям создание своих моделей симуляции.

**Основные возможности Factory I/O:**

1. **3D-моделирование производственных линий** — пользователи могут создавать реалистичные заводские установки с различным оборудованием.
2. **Интеграция с реальными ПЛК** — симулятор поддерживает подключение к контроллерам Siemens, Allen-Bradley и другим, что позволяет тестировать программы в реальной среде.
3. **Поддержка различных протоколов** — Factory I/O взаимодействует с такими протоколами как Modbus, OPC UA, MQTT и другими, что делает его совместимым с большинством автоматизированных систем.
4. **Интерактивное обучение** — пользователи могут программировать процессы, наблюдать за поведением системы и отлаживать ошибки в виртуальной среде до внедрения в реальное производство.

Создание модели автоматического склада

Для реализации системы автоматического склада в Factory I/O необходимо создать трехмерную модель склада с элементами автоматизации, которая будет включать:

* **Стеллажный кран-штабелер.** Этот механизм автоматизирует перемещение товаров между конвейерными линиями и складскими стеллажами. Он выполняет задачи по вертикальной и горизонтальной транспортировке грузов, что исключает необходимость ручного труда и повышает скорость работы склада.
* **Складские стеллажи.** Это система хранения товаров на складе. Стеллажи позволяют эффективно организовать пространство, предоставляя возможность хранения большого объема грузов на минимальной площади.
* **Светоотражающие датчики.** Используются для отслеживания точного положения товаров на конвейере и при взаимодействии с роботизированными системами. Они обеспечивают корректное выполнение задач по перемещению грузов и предотвращение ошибок.
* **Конвейерные линии.** Конвейеры обеспечивают непрерывное перемещение товаров по складу, соединяя зоны приемки, хранения и отгрузки. Это основная транспортная инфраструктура склада, которая интегрируется с другими элементами для полной автоматизации процесса.

Логика управления складом

Логика управления реализуется с помощью **контроллеров ПЛК (PLC)**, которые программируются для автоматизации процессов перемещения товаров, их сортировки и управления запасами. В симуляторе можно подключать виртуальные ПЛК и моделировать работу таких систем, проверяя взаимодействие между различными компонентами. Основные процессы включают:

* **Автоматизированный прием товаров** с последующим распределением по стеллажам.
* **Автоматизированный отбор товаров** для дальнейшей отправки на сборочный пункт или зону отгрузки.

Каждый компонент системы должен взаимодействовать в рамках общего алгоритма работы склада. Конвейеры, роботы и сенсоры синхронизируются через контроллеры, обеспечивая корректное выполнение всех складских операций. В симуляторе Factory I/O можно визуально отслеживать работу системы и вносить изменения в алгоритмы для их оптимизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Применение Factory I/O для изучения программирования контроллеров (ПЛК) - интегрируйте трехмерное моделирование завода с любой технологией автоматизации (electrik.info)](https://electrik.info/main/automation/1883-factory-io-dlya-izucheniya-plc.html)
2. [Автоматизированные складские системы: виды, применение, преимущества (ekam.ru)](https://www.ekam.ru/blogs/pos/avtomatizirovannye-skladskie-sistemy)