**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](#_Toc181705635)

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc181705636)

[Актуальность 4](#_Toc181705637)

[Цели и задачи работы 4](#_Toc181705638)

[АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ 6](#_Toc181705639)

[Классификация автоматических складов 6](#_Toc181705640)

[Обзор существующих технологий и решений 7](#_Toc181705641)

[Преимущества и недостатки автоматизированных складов 8](#_Toc181705642)

[ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СКЛАДА 10](#_Toc181705643)

[Постановка задачи и описание функциональных требований 10](#_Toc181705644)

[Основные параметры и характеристики системы 11](#_Toc181705645)

[Ожидаемые результаты от автоматизации 11](#_Toc181705646)

[РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СКЛАДА В СИМУЛЯТОРЕ FACTORY I/O 13](#_Toc181705647)

[Обзор симулятора Factory I/O 13](#_Toc181705648)

[Создание модели автоматического склада 14](#_Toc181705649)

[Логика управления складом 15](#_Toc181705650)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 17](#_Toc181705651)

ВВЕДЕНИЕ

В условиях быстрого развития технологий и глобализации бизнеса управление складскими процессами становится все более сложной задачей. Современные компании, стремясь повысить конкурентоспособность, все чаще обращаются к автоматизированным системам складирования и транспортировки товаров. Эти системы позволяют значительно повысить эффективность работы складов, минимизировать затраты на ручной труд и сократить вероятность ошибок при хранении и перемещении грузов.

Автоматические склады играют ключевую роль в логистических цепочках крупных предприятий, особенно в сферах ритейла, производства и дистрибуции. Они позволяют не только оптимизировать внутренние процессы, но и значительно улучшить скорость обслуживания клиентов за счет точного учета товаров и быстрой их доставки. При этом проектирование системы управления для автоматического склада требует тщательного подхода, учитывающего особенности и требования каждого компонента

Цели и задачи работы

Целью данной работы является разработка схемы управления автоматическим складом, которая обеспечит скоординированную работу всех компонентов системы, включая конвейеры, стеллажи и кран-штабелер. Такая схема должна учитывать особенности организации складского пространства, требования к перемещению и хранению грузов, а также специфику взаимодействия различных элементов.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

* Проанализировать современные системы управления автоматическими складами и технологии их реализации.
* Определить требования и спецификацию для системы управления автоматическим складом.
* Разработать алгоритмы и схему взаимодействия всех компонентов системы.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ

На сегодняшний день существует множество подходов к автоматизации складских процессов, и выбор конкретного решения часто зависит от специфики предприятия и объема складируемой продукции. В сфере автоматизации складов можно выделить несколько основных решений:

* **Автоматизированные складские системы** (англ. Automated Storage and Retrieval Systems — AS/RS) — 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.
* **Автоматически управляемое транспортное средство** (англ. Automated Guided Vehicle — AGV)— 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.
* **Конвейерные системы** — используются для автоматического перемещения товаров по складу. Они интегрируются с другими технологиями для выполнения комплексных операций, таких как сортировка и распределение товаров.

Преимущества и недостатки автоматизированных складов

**Преимущества автоматизированных складов:**

* **Повышение скорости и точности операций**. Современные автоматизированные системы позволяют значительно сократить время на выполнение складских операций, таких как приемка, размещение и отгрузка товаров.
* **Уменьшение ошибок**. Благодаря использованию автоматизированных решений снижается вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.
* **Оптимизация использования складских площадей**. Автоматические системы позволяют более эффективно использовать складское пространство, за счёт вертикальных стеллажей и плотного размещения товаров.
* **Экономия на рабочей силе**. Автоматизация позволяет сократить количество работников, задействованных в рутинных операциях, что ведёт к снижению операционных затрат.

**Недостатки автоматизированных складов:**

* **Высокие первоначальные инвестиции**. Закупка оборудования и внедрение автоматизированной системы требует значительных финансовых затрат на начальном этапе.
* **Необходимость в регулярном обслуживании**. Системы требуют постоянного технического обслуживания для обеспечения их бесперебойной работы, что добавляет дополнительные расходы на эксплуатацию.
* **Требуют обучения персонала**. Для работы с автоматизированными системами необходим обученный персонал, что требует дополнительных вложений в обучение и адаптацию сотрудников.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СКЛАДА

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.
* Автоматизированное размещение и отгрузку товаров со складских стеллажей

Обзор компонентов системы

Для построения автоматического склада используются следующие ключевые компоненты:

* **Конвейеры**. Конвейеры являются основными транспортными средствами внутри автоматического склада и обеспечивают перемещение товаров между различными зонами, включая зону приемки, хранения и отгрузки. Конвейеры могут иметь различные конфигурации, в зависимости от размера склада, типа товаров и предполагаемой пропускной способности системы.
* **Стеллажи**. Стеллажи служат для хранения товаров на складе и должны обеспечивать максимальную вместимость, доступность и устойчивость. Конструкция стеллажей варьируется в зависимости от характеристик склада и типа хранимых товаров.
* **Стеллажный кран-штабелер**. Кран-штабелер используется для загрузки и выгрузки товаров на стеллажах. Он работает по заранее определенным маршрутам и позволяет автоматизировать перемещения товаров на разных уровнях стеллажей.
* **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.
* **Программируемый логический контроллер (ПЛК).** Используются для полной автоматизации задач, которые обычно выполняет оператор на штабелере. PLC запрограммирован так, чтобы выполнять команды от системного контроллера, перемещать штабелер для выполнения необходимых операций и передавать обратную связь контроллеру на базе ПК. Контроллер штабелера подключен к различным датчикам и конечным выключателям для получения данных о физическом состоянии системы, а выходные сигналы направляются на панель оператора для активации конечных выключателей. Последовательность операций, включая сигналы от датчиков и конечных выключателей, запрограммирована в PLC. В PLC также запрограммированы действия привода и реле для выполнения функций подъема, загрузки и выгрузки товаров со стеллажей.

Проектирование конвейерной системы

**Конвейерная система** — это основа логистических процессов автоматического склада. Она обеспечивает транспортировку товаров от зоны приемки до стеллажей, а также от стеллажей до зоны отгрузки. В данном проекте конвейеры будут разделены на два основных типа:

1. **Входные конвейеры** — используются для перемещения товаров, поступающих на склад. Эти конвейеры проходят от зоны разгрузки до стеллажного оборудования, где они подаются к стеллажному крану-штабелеру для размещения на полках.
2. **Выходные конвейеры** — служат для вывоза товаров с полок и их доставки в зону отгрузки. Эти конвейеры также могут быть оснащены сканирующими устройствами для контроля и подтверждения товаров перед отправкой. Выходные конвейеры обеспечивают быструю и точную доставку товаров к месту отгрузки.

Управление движением конвейеров

Для обеспечения слаженной работы всех элементов автоматического склада, необходима комплексная система управления движением конвейеров. Эта система координирует работу конвейеров, обеспечивая своевременную доставку товаров в нужные зоны склада и предотвращая задержки. Основные аспекты управления движением конвейеров включают:

1. **Регулирование скорости перемещения**. Система управления должна контролировать скорость работы конвейеров, адаптируя ее в зависимости от загруженности склада и объема обрабатываемых товаров. Например, в часы пик скорость может быть увеличена, чтобы обеспечить своевременную обработку всех поступающих и отправляемых товаров. В периоды низкой нагрузки система может снижать скорость, что позволяет сократить потребление энергии и продлить срок службы оборудования.
2. **Синхронизация с другими компонентами**. Конвейеры должны быть синхронизированы с другими элементами склада, такими как кран-штабелер. Это позволяет избежать конфликтов и простоев, когда товары перемещаются между зонами. При поступлении товара на входной конвейер система управления передаст сигнал крану-штабелеру для начала процесса размещения товара на полке.

Проектирование системы стеллажей

Система стеллажей является важным компонентом автоматического склада, поскольку она обеспечивает безопасное и эффективное хранение товаров. Основные требования к стеллажной системе включают:

1. **Оптимальное использование пространства**. Стеллажи должны быть расположены таким образом, чтобы максимально использовать высоту и площадь склада, что позволяет увеличить вместимость и минимизировать расходы на аренду или строительство дополнительных площадей.
2. **Грузоподъемность и устойчивость**. Стеллажи должны быть рассчитаны на вес и габариты товаров, которые будут на них храниться. Это включает требования по устойчивости конструкций и безопасности при перемещении товаров с использованием крана-штабелера.

Выбор типа стеллажной системы

Выбор типа стеллажей зависит от особенностей склада, типа и количества хранимых товаров, а также от требований к скорости обработки и доступности товаров.

**Паллетные фронтальные стеллажи** представляют собой универсальную систему хранения, которая широко используется в автоматизированных складах, включая те, где работают краны-штабелеры. Эти стеллажи отличаются простотой конструкции, надежность ю и эффективностью использования пространства.

Разработка схемы управления стеллажным краном-штабелером

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)