

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Автоматизация и управление

6B07103 – Автоматизация и роботизация

Асқар Айбек Алебиұлы

Разработка автоматизированной системы управления конвейерной линией на базе ПЛК  
Siemens S7

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломному проекту

6B07103 – Автоматизация и роботизация

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Автоматизация и управление



**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к дипломному проекту

На тему: «Разработка автоматизированной системы управления конвейерной линией на базе ПЛК  
Siemens S7»

6B07103 – Автоматизация и роботизация

Выполнил

Асқар А.А.

Рецензент

доктор PhD

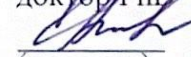
 Торубов Д. А.

(подпись) \_\_\_\_\_ 2023 г.



Научный руководитель

доктор PhD

 Кулакова Е. А.

(подпись) \_\_\_\_\_  
« 05 » 06 2023 г.

Алматы 2023

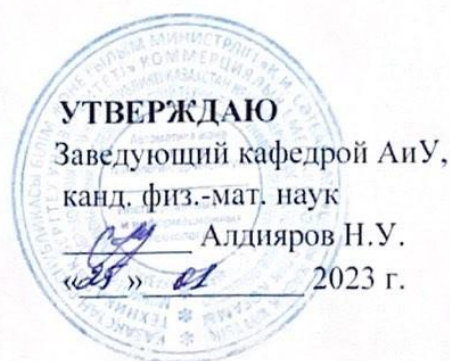
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Автоматизация и управление

6B07103 – Автоматизация и роботизация



**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломного проекта**

Обучающемуся Аскар А.А.

Тема: «Разработка автоматизированной системы управления конвейерной линией на базе ПЛК Siemens S7»

Утвержден приказом Б. Жаутикова № 408 – П/О от «23» ноября 2022 г.

Срок сдачи законченной работы: «17» *нояб* 2023 г.

Исходные данные дипломного проекта: функциональная схема конвейерной линий.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

- а) описать технологический процесс для конвейерной линий;
- б) описать программы (TIA Portal и Factory IO);
- в) Разработка программы системы управления конвейерной линией на основе TIA Portal и Factory IO.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):  
функциональная схема схема конвейерной линий из трех конвейеров, 3Д модель конвейерной линии.

Рекомендуемая основная литература:

Как Factory I/O можно использовать для изучения программирования контроллеров.  
Электронный ресурс <https://electrik.info/main/automation/1883-factory-io-dlya-izucheniya-plc.html>






## ГРАФИК

подготовки дипломного проекта


Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Технологическая часть	<u>февраль</u> 2023 г.	
Програмное обеспечение	<u>март</u> 2023 г.	
Разработка структуры системы автоматизации	<u>март</u> 2023 г.	
Создание программы управления	<u>апрель</u> 2023 г.	

### Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата	Подпись
Технологический часть	Е.А. Кулакова канд. техн. наук, ассоц. проф.	<u>01.02.23</u>	
Програмное обеспечение	Е.А. Кулакова канд. техн. наук, ассоц. проф.	<u>02.03.23</u>	
Разработка структуры системы автоматизации	Е.А. Кулакова канд. техн. наук, ассоц. проф.	<u>24.03.23</u>	
Создание программы управления	Е.А. Кулакова канд. техн. наук, ассоц. проф.	<u>14.04.23</u>	
Нормоконтролер	А.Б. Женис маг. техн. наук, ассистент	<u>30.05.2023</u>	

Научный руководитель

 Кулакова Е.А.

Задание принял к исполнению обучающийся

 Аскар А.А.

Дата

«25» 01 2023 г.

## **АНДАТПА**

Бұл дипломның мақсаты Siemens S7 бағдарламаланатын логикалық контроллер (PLC) технологиясын қолдана отырып, конвейер желісін автоматты басқару жүйесін әзірлеу болып табылады. Жоба өнеркәсіптік жағдайда қолданылатын конвейер желісін басқарудың тиімді және сенімді жүйесін жобалауды және енгізуді қамтиды. Жүйе әртүрлі материалдар түрлерін өңдеуге және конвейердің бағытын және ағынын басқаруға қабілетті болады.

## **АННОТАЦИЯ**

Целью этого диплома является разработка системы автоматизированной системы управления конвейерной линией на базе ПЛК Siemens S7. Проект включает в себя разработку и внедрение эффективной и надежной системы управления конвейерной линией, используя в промышленных условиях. Система будет способна обрабатывать различные типы материалов, и контролировать направление и поток конвейера.

## **ANNOTATION**

The aim of this diploma is to develop an automatic conveyor line control system using Siemens S7 programmable logic controller (PLC) technology. The project involves designing and implementing an efficient and reliable control system for a conveyor line used in an industrial setting. The system will be capable of handling different types of materials and controlling the direction, and flow of the conveyor.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1    Технологическая часть	8
1.1  Конвейерные линии	8
1.2  PLC Siemens S7	9
1.3  Виды микроконтроллеров	10
1.3.1 Микроконтроллеры Simatic S7-200 и ее принцип работы	10
1.3.2 Микроконтроллеры Simatic S7-300 и ее принцип работы	12
1.3.3 Микроконтроллеры Simatic S7-400 и ее принцип работы	14
1.3.4 Микроконтроллеры Simatic S7-1200 и ее принцип работы	15
2    Программное обеспечение	16
2.1  TIA Portal	16
2.2  Factory IO	17
3    Разработка структуры системы автоматизации	18
3.1  Определение точек контроля и управления	18
3.2  Построение функциональной схемы автоматизации	19
4    Создание программы управления	20
4.1  Требования к алгоритму управления конвейерной линией	20
4.2  Разработка алгоритма	20
4.3  Разработка программы управления в TIA–портал	21
4.3.1 SCL язык программирования	24
4.3.2 PLCSIM (ITC/IC)	25
4.4  Разработка программы управления в Factory IO	28
4.4.1 Сборка конвейерной линии	28
4.4.2 Настройка конфигурации в Factory IO	30
4.4.3 Соединение TIA portal и Factory IO	32
Заключение	35
Список использованной литературы	36
Приложение А	37
Приложение Б	39

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы автоматизация промышленных процессов приобретает все большее значение в связи с необходимостью повышения эффективности, производительности и контроля качества. Конвейерные линии широко используются в производственных процессах, а их автоматизация позволяет значительно снизить риск ошибок и увеличить пропускную способность изделий. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) обычно используются для автоматизации и управления в промышленности. ПЛК Siemens S7 является популярным инструментом для разработки систем управления благодаря его высокой производительности, надежности и гибкости. В этом дипломе представлена разработка системы автоматического управления конвейерной линией на базе ПЛК Siemens S7. Система призвана автоматизировать весь процесс обработки и контроля материалов, от загрузки до разгрузки, а также обеспечить мониторинг и управление конвейерной линией в режиме реального времени. Проект включает в себя проектирование, внедрение и тестирование системы управления с использованием программного обеспечения Siemens S7. Результаты этого проекта могут быть применены в различных отраслях промышленности, включая пищевую, фармацевтическую и автомобильную, для повышения эффективности и качества производственного процесса.

## 1 Технологическая часть

### 1.1 Конвейерные линии

Конвейерные линии являются ключевым элементом производства и используются для транспортировки различных материалов и изделий на протяжении всего производственного процесса.

Конвейерные линии представляют собой автоматизированные системы, которые предназначены для транспортировки, обработки и сборки изделий в процессе производства. Они состоят из непрерывных ленточных конвейеров, которые несут продукты для перемещения их с одного рабочего места на другое.

Конвейерные линии широко используются во многих отраслях промышленности, в том числе в автомобильной, пищевой, электронной и других. Их можно использовать для транспортировки материалов и комплектующих на производственной линии, а также для упаковки и сборки готовой продукции.

В зависимости от производственной задачи конвейерные линии могут иметь различную конфигурацию и функциональность. Например, они могут быть прямыми, изогнутыми или спиральными, в зависимости от необходимого места на производственной площадке. Также они могут быть оснащены различными устройствами для сортировки, упаковки, маркировки и проверки продукции.

Конвейерные линии обеспечивают высокую скорость и точность движения изделий, что повышает производительность производственного процесса и снижает количество ошибок и отходов материалов. Они также улучшают условия труда сотрудников, так как многие рутинные задачи можно автоматизировать, что снижает нагрузку на сотрудников и повышает их эффективность.



Рисунок 1.1 – Конвейерная лента



Одним из основных преимуществ конвейерных линий является их гибкость и адаптируемость к различным производственным задачам. Их можно легко настроить для работы с различными типами продуктов и конфигураций, что позволяет производственным предприятиям быстро переключаться между различными продуктами и оптимизировать производственный процесс.

Кроме того, конвейерные линии сокращают пространство, необходимое для хранения и перемещения продукции, поскольку их можно расположить вертикально, что сокращает занимаемое ими место на производственном участке.

Однако для эффективной работы конвейерной линии необходимо управлять и контролировать ее работу, чтобы обеспечить максимальную производительность и безопасность производственного процесса. Для этого используются различные автоматизированные системы управления, в том числе ПЛК Siemens S7.

## **1.2 PLC Siemens S7**

Siemens S7 — один из самых популярных ПЛК, используемых в отрасли. Это надежный, гибкий и легко программируемый контроллер, обеспечивающий точное управление различными процессами.

PLC (программируемый логический контроллер) Siemens S7 — промышленный контроллер, предназначенный для автоматизации производственных процессов. Это компактное и мощное устройство, обеспечивающее точное управление различными процессами, такими как управление скоростью двигателя, управление приводом, сбор и обработка данных, управление положением и скоростью продукции на конвейере и т.д.

PLC Siemens S7 отличается высокой гибкостью и простотой программирования, что позволяет быстро и легко адаптировать его к конкретным производственным потребностям. Кроме того, этот контроллер отличается высокой надежностью и долговечностью, что обеспечивает бесперебойную работу производственных линий и повышает эффективность производства.

PLC Siemens S7 обладает широким спектром возможностей, включая поддержку различных протоколов связи, модульную архитектуру, высокую скорость обработки и передачи данных, возможность расширения и доработки функционала с помощью дополнительных модулей и многое другое. Это делает контроллер Siemens S7 одним из самых популярных и востребованных промышленных контроллеров в мире.

PLC Siemens S7 используется во многих отраслях промышленности, таких как автомобильная, пищевая, фармацевтическая, энергетическая и многих других. Он поставляется с множеством функций, включая управление датчиками

и вводом-выводом, поддержку аналоговых и цифровых сигналов, сетевые возможности и многое другое.

PLC Siemens S7 также имеет удобный и интуитивно понятный интерфейс программирования, который облегчает задачу программистов и позволяет быстро создавать сложные алгоритмы управления. Контроллер имеет встроенную поддержку таких языков программирования, как релейная логика (LD), функциональная блок-схема (FBD), последовательная функциональная схема (SFC) и структурированный текст (ST), что позволяет выбрать наиболее удобный язык для конкретного случая. задача.

В PLC Siemens S7 используются различные модули ввода-вывода, обеспечивающие быстрое считывание и обработку данных, а также управление приводом и двигателем. Контроллер имеет возможность работы в сетевых системах, что обеспечивает легкую интеграцию с другими устройствами и обеспечивает высокую скорость передачи данных.

Контроллер Siemens S7 имеет модульную архитектуру, что позволяет расширять его функциональность за счет дополнительных модулей, таких как модули аналогового ввода-вывода, коммуникационные модули, модули памяти и т. д. Это делает его универсальным и готовым к решению самых сложных задач в различных областях. отраслей.

### 1.3 Виды микроконтроллеров

#### 1.3.1 Микроконтроллеры Simatic S7-200 и ее принцип работы



Рисунок 1.2 – Simatic S7-200

Серия Siemens Simatic S7-200 включает экономичные решения модульной конструкции для создания простых автоматизированных систем управления.

Программируемые контроллеры серии оснащены микропроцессорами нескольких моделей: CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 224XP/224XPsi, CPU 226. Все процессоры поддерживают арифметику с плавающей запятой и ПИД-регулирование.

Микроконтроллеры Simatic S7-200 отличаются высоким быстродействием (1000 инструкций за 0,22 мс). Встроенный интерфейс поддерживает протоколы PPI/, MPI/, USS/ MODBUS. Также доступны один или два интерфейса RS 485 (в зависимости от версии) и свободно программируемый порт. Контроллеры оснащены стандартными цифровыми входами/выходами и импульсными выходами, что делает серию S7-200 универсальной. Оборудование программируется с использованием языков STL, LAD и FBD, которые входят в пакет STEP 7-Micro/WIN.

Функционал устройств расширяется с помощью дополнительных модулей:

- технологические (модуль EM 253, модуль взвешивания SIWAREX MS);
- связь (подключение к сетям Ethernet, PROFIBUS-DP, AS-Interface, сопряжение двух микроконтроллеров S7-200 по телефонной сети и т. д.);
- модули ввода и вывода для аналоговых и дискретных сигналов;
- модульная конструкция контроллеров позволяет адаптировать их к любой задаче управления и автоматизации.

Корпус устройства выполнен из пластика, соответствует степени защиты IP20. Оборудование можно закрепить на рейке 35 мм или на плоской поверхности с помощью винтов.

Принцип работы Siemens Simatic S7-200:

На первом этапе работы микроконтроллер обращается к физическим входам и проверяет их состояние. Затем программа контроллера анализирует логику управления, используя данные, полученные со входов, и отправляет на выходы необходимые команды.

Simatic S7-200 циклично обрабатывает большинство задач - чтение входов, выполнение логики управления, обработку запросов на обмен данными, самодиагностику, запись в выходы.

### **1.3.2 Микроконтроллеры Simatic S7-300 и её принцип работы**

Микроконтроллеры SIMATIC серии S7-300 представляют собой серию программируемых логических контроллеров (ПЛК) производства Siemens. Они используются для автоматизации производственных процессов в различных отраслях промышленности, таких как производство, машиностроение, энергетика и многих других.



Рисунок 1.3 – Simatic S7-300

S7-300 имеют модульную архитектуру и могут быть расширены до 4096 входов/выходов. Они поддерживают различные типы интерфейсов, такие как PROFIBUS, PROFINET и Ethernet, что обеспечивает большую гибкость при проектировании и интеграции систем автоматизации.

S7-300 обладают высокой надежностью и стабильностью, а также мощным функционалом. Их можно использовать для контроля и управления множеством различных задач, от управления конвейерами до управления сетями автоматизированных роботов. Благодаря своей гибкости и мощности S7-300 является одним из наиболее широко используемых ПЛК в отрасли.

Микроконтроллеры используются в самых разных отраслях и приложениях, в том числе:

- Промышленность: микроконтроллеры используются в системах автоматизации и управления промышленными процессами, контроля и управления оборудованием и многом другом.

- Автомобильная промышленность: микроконтроллеры используются в системах управления двигателем, системах безопасности, системах комфорта и многом другом.

- Медицинское оборудование: микроконтроллеры используются в медицинском оборудовании, таком как дефибрилляторы, пульсометры, инфузионные насосы и т. д.

- Бытовая электроника: микроконтроллеры используются в умных домах, умных телевизорах, умных устройствах связи и т. д.

- Робототехника: микроконтроллеры используются в системах управления роботами, манипуляторами и другими автономными системами.

- Авиационная и космическая промышленность: микроконтроллеры используются в системах автоматического управления, навигационных системах, системах управления двигателями и других приложениях.

Это лишь некоторые из приложений для микроконтроллеров. В основном они используются везде, где требуется автоматическое управление или мониторинг, а также в системах, требующих высокой производительности, надежности и точности.

Принцип работы Siemens Simatic S7-300:

Основной принцип S7-300 заключается в запуске программы, написанной разработчиком программного обеспечения на специальном языке программирования, таком как релейная диаграмма (LD), диаграмма функциональных блоков (FBD) или структурированный текст (ST). После написания программы она загружается в контроллер и становится его частью.

Контроллер S7-300 имеет модульную структуру, состоящую из ЦП, модулей ввода/вывода, источников питания и других модулей. Центральный процессор обрабатывает программу, получая информацию от модулей ввода и посылая команды модулям вывода. Модули ввода считывают данные с датчиков, модули вывода управляют исполнительными механизмами.

### 1.3.3 Микроконтроллеры Simatic S7-400 и принцип работы



Рисунок 1.4 – Simatic S7-400

SIMATIC S7-400 — это программируемый логический контроллер (ПЛК) от Siemens, который используется для автоматизации сложных процессов в промышленности.

S7-400 имеет мощный ЦП и расширяемую модульную структуру, которая позволяет ему обрабатывать большие объемы данных и управлять большим количеством входов и выходов. Он также поддерживает различные коммуникационные интерфейсы, включая PROFIBUS, PROFINET, Ethernet, MPI и другие, что позволяет интегрировать его в различные системы автоматизации и связи.

Контроллеры SIMATIC S7-400 могут использоваться для автоматизации широкого спектра промышленных процессов, включая производственные линии, машины и установки, а также системы управления энергопотреблением, системы охлаждения и многие другие.

К основным преимуществам SIMATIC S7-400 относятся высокая производительность, надежность, расширяемость и возможность использования в сложных системах управления. Он также имеет возможность мониторинга и диагностики системы в режиме реального времени, что позволяет быстро реагировать на возможные проблемы в процессе работы.

В целом, SIMATIC S7-400 — это мощный и надежный инструмент для автоматизации промышленных процессов, широко используемый во многих отраслях.

### **1.3.4 Микроконтроллеры Simatic S7-1200**

SIMATIC S7-1200 — это программируемый логический контроллер (ПЛК) от Siemens, который предназначен для автоматизации малых и средних процессов в промышленности.

S7-1200 имеет компактный дизайн и высокую производительность, что делает его идеальным для использования в различных отраслях промышленности, включая машиностроение, пищевую промышленность, медицину, автоматизацию зданий и многое другое.

Он имеет расширяемую модульную структуру и поддерживает различные коммуникационные интерфейсы, такие как PROFIBUS, PROFINET и Ethernet, что позволяет интегрировать его в различные системы автоматизации и связи.

SIMATIC S7-1200 поддерживает несколько языков программирования, включая лестничную диаграмму (LD), диаграмму функциональных блоков (FBD), структурированный текст (ST) и последовательную функциональную схему (SFC), обеспечивая гибкость при разработке программного обеспечения.

К основным преимуществам SIMATIC S7-1200 относятся компактный размер, высокая производительность, масштабируемость, гибкость программирования и возможность использования в самых разных отраслях.

В целом SIMATIC S7-1200 — это надежный и эффективный инструмент для автоматизации малых и средних промышленных процессов.

К основным преимуществам SIMATIC S7-1200, так же, относятся высокая производительность, надежность, расширяемость и возможность использования в сложных системах управления. Он также имеет возможность мониторинга и диагностики системы в режиме реального времени, что позволяет быстро реагировать на возможные проблемы в процессе работы.



Рисунок 1.5 – Simatic S7-1200

## 2 Программное обеспечение

### 2.1 TIA Portal

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) — это интегрированная среда разработки программного обеспечения Siemens для автоматизации промышленных процессов. Он сочетает в себе различные инструменты и функции, такие как программирование контроллера, создание интерфейсов оператора и конфигурирование приводов в одной централизованной среде.

С помощью портала TIA инженеры и разработчики могут упростить и ускорить процесс разработки автоматизированных систем вне зависимости от отрасли, в которой они работают. Он предлагает гибкость в выборе языка программирования, обеспечивает интеграцию различных компонентов системы и предоставляет инструменты для отладки и тестирования системы.

С помощью TIA Portal вы можете создавать сложные программы управления, визуализировать процессы и создавать графические операторские интерфейсы (HMI), которые упрощают мониторинг и управление вашей системой. Он также поддерживает интеграцию с другими системами автоматизации и обеспечивает обмен данными между ними.

В целом TIA Portal — это мощный инструмент для проектирования и управления автоматизированными системами, который может помочь повысить эффективность работы и сократить время простоя оборудования.

Помимо основных функций программирования и настройки, TIA Portal предлагает ряд дополнительных функций и преимуществ:

- Единая интегрированная среда: TIA Portal интегрирует различные инструменты и функции в одну среду, упрощая работу инженеров и сокращая время установки и системной интеграции. Все инструменты имеют общий интерфейс, обеспечивающий согласованное взаимодействие с пользователем.

- Масштабируемость и гибкость: TIA Portal поддерживает широкий спектр контроллеров и устройств, что позволяет разрабатывать и управлять системами разного размера и сложности. Он также обеспечивает гибкость в выборе языка программирования и поддерживает отраслевые стандарты, такие как IEC 61131-3.

- Визуализация и операторские интерфейсы: Графические операторские интерфейсы (HMI) для визуализации и управления технологическим процессом можно создать с помощью инструмента WinCC на портале TIA. Это позволяет операторам легко контролировать и контролировать систему, отслеживать и анализировать данные.

- Интеграция с другими системами: Портал TIA обеспечивает возможность интеграции с другими системами автоматизации и управления,



такими как системы управления энергопотреблением, системы безопасности или системы планирования производства. Это позволяет создавать полностью интегрированные решения и обеспечивает обмен данными между различными системами.

– Отладка и диагностика: Портал TIA предлагает инструменты для отладки и диагностики автоматизированных систем, упрощающие поиск и исправление ошибок. Встроенные средства анализа и мониторинга помогают повысить надежность и производительность системы.

В целом, TIA Portal — это мощный инструмент для разработки автоматизированных систем и управления ими, обеспечивающий удобство, эффективность и интеграцию в разных отраслях.

## **2.2 Factory IO**

Factory IO — это программное обеспечение для создания 3D виртуальной производственной среды, моделирующей заводское оборудование и процессы. Это позволяет пользователям моделировать и тестировать различные производственные сценарии, включая сборочные линии, сборочные линии и роботизированные системы. Factory IO предоставляет пользовательский интерфейс, в котором можно размещать и настраивать виртуальные объекты, такие как машины, датчики, элементы управления и т. д., для имитации реальных производственных операций. Это полезный инструмент для обучения, тестирования и оптимизации производственных процессов без использования физического оборудования.

### 3 Разработка структуры системы автоматизации

#### 3.1 Определение точек контроля и управления

При автоматизации конвейерной линии необходимо предусмотреть следующие пункты:

- контроль движения конвейерной ленты;
- контроль передвижения манипулятора;
- удаленное управление конвейером (запуск и останов);
- работа сенсора.

Таким образом, далее определены точки контроля, включения для каждого конвейера, управления манипулятора и всей линии в целом представлен в таблицах 3.1, 3.2 и 3.3. Так как система управления каждым конвейером идентичны.

Таблица 3.1 – Точки контроля конвейера

Наименование измеряемого параметра	Номинальное значение	Канал модуля контроллера
1	2	3
CV01		
1 Наличие сенсора движения	1 или 2	DI 0.0
2 Кнопка включения	1 или 2	DI 0.1
3 Кнопка RESET	1 или 2	DI 0.2
4 Начало работы конвейера	1 или 2	DO 0.0
5 Натяжение ленты	1 или 2	DI 0.6

В таблице 3.2 приведены точки, как включается конвейерная линия, тем самым конвейер

Таблица 3.2 – Точки включения конвейера

Наименование измеряемого параметра	Номинальное значение	Канал модуля контроллера
1	2	3
CV01		
1 Начало работы конвейера	1 или 2	DO 0.0
2 Кнопка включения	1 или 2	DI 0.1
3 Кнопка RESET	1 или 2	DI 0.2

В таблице 3.3 приведены точки, как управляется манипулятор.

Таблица 3.3 – Точки управления манипулятора

Наименование измеряемого параметра	Номинальное значение	Канал модуля контроллера
1	2	3
Манипулятор		
1 Движение по оси O_Z	1 или 2	DO 0.0
2 Движение по оси O_X	1 или 2	DI 0.1
3 Использование насоса	1 или 2	DI 0.2

В данном случае конвейеры находятся в параллельном положении друг от друга, и в качестве объекта выбрана простая коробка, которая будет двигаться по конвейерным линиям и выбрана два манипулятора, которая будет переносить коробку из одной линии на другую.

На каждую конвейерную линию будет установлены по два сенсора, исключением будет первый конвейер. Коробка достигает линии сенсора, откуда поступает сигнал в манипулятор, и тот в свою очередь подбирает данную коробку и переносит на следующую линию. И как только коробка попадает на следующую линию, она сразу попадает на сенсор, который находится в начале конвейерной линии и конвейер срабатывает, и передвигает коробку до следующего сенсора, который находится возле манипулятора.

### 3.2 Построение функциональной схемы автоматизации

Функциональные схемы автоматизации (Приложение Б) являются базовыми конструкторскими документами, определяющими структуру и степень автоматизации технологического процесса проектируемого объекта, оснащения его приборами и средствами автоматизации (вычислительная техника и т.п.). Функциональные схемы — это чертежи, на которых показаны связи между технологическим оборудованием, средствами связи, управления, инструментами, средствами автоматизации, вычислительной техникой, другими сочетаниями устройств и средств автоматизации с использованием диаграмм состояний, таблиц символов и их описаний.

## 4 Создание программы управления

### 4.1 Требования к алгоритму управления конвейерной линией

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к системам автоматизации конвейерных линий, разработанная система должна обеспечивать:

- запуск конвейеров должен начинаться с нажатием кнопки ON;
- линия должна быть в действии сразу после запуска конвейера;
- при достижении объекта сенсора: манипулятор должен прийти в действие;
- при переносе объекта манипулятором на следующую линию, линия сразу должна перейти в действие;
- последующие линии должны пройти такой же путь, как и первая линия.

### 4.2 Разработка алгоритма

Алгоритм, разработанный в данном диплом проекте, отвечает всем требованиям, предъявляемым к пункту 4.1. Он представлен на рисунке 4.1

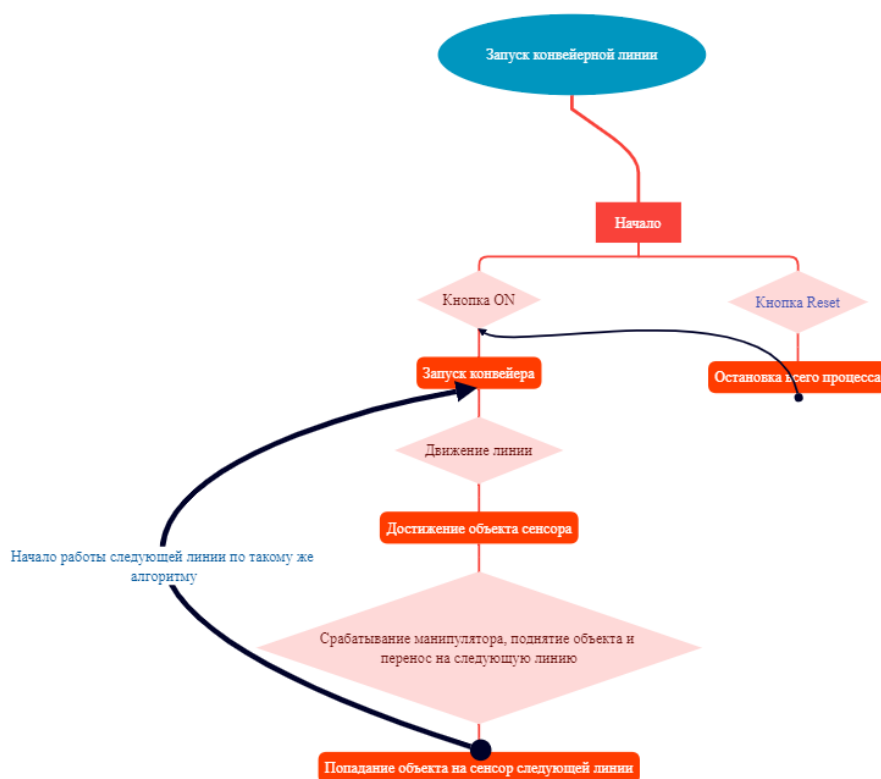


Рисунок 4.1 – Алгоритм работы конвейерной линии

### 4.3 Разработка программы управления в TIA portal

В данном эксперименте был выбран CPU313C.

Процессор CPU313C представляет собой модель программируемого контроллера производства Siemens. Он принадлежит к семейству контроллеров SIMATIC S7-300, широко используемых в промышленности для автоматизации и управления технологическими процессами.

Вот основные характеристики CPU S7-313C:

- Производительность: Процессор S7-313C оснащен процессором с частотой 300 МГц, обеспечивающим высокую скорость обработки;

- Память: 128 Кбайт оперативной памяти для пользовательских программ и данных. Кроме того, он оснащен 256 КБ встроенной памяти для хранения системных данных и программного обеспечения.

- Количество интерфейсов: Процессор S7-313C имеет различные интерфейсы для подключения к другим устройствам. Он имеет один интерфейс MPI/DP для связи с другими контроллерами SIMATIC или внешними устройствами по протоколу MPI или PROFIBUS DP. Также имеются встроенные аналоговые и цифровые входы/выходы для подключения датчиков, исполнительных механизмов и другого оборудования;

- Расширяемость: Процессор S7-313C поддерживает добавление модулей расширения, таких как модули ввода-вывода или специальные коммуникационные модули. Это позволяет расширить функциональные возможности контроллера в соответствии с требованиями конкретной автоматизированной системы;

- Программное обеспечение: Процессор S7-313C программируется с использованием программного обеспечения Siemens STEP 7 или TIA Portal. Эти инструменты позволяют разрабатывать и отлаживать пользовательские программы на таких языках программирования, как SCL/STL (язык структурированного текста) и язык функциональных блоков (FBD).

- Надежность: процессор S7-313C отличается высокой надежностью и устойчивостью к экстремальным условиям окружающей среды, таким как вибрация, электромагнитные помехи и колебания температуры.

Процессор S7-313C предлагает гибкое и надежное решение для автоматизации различных производственных процессов, от небольших систем до сложных и крупных проектов.

Контроллер представлена на рисунке 4.2

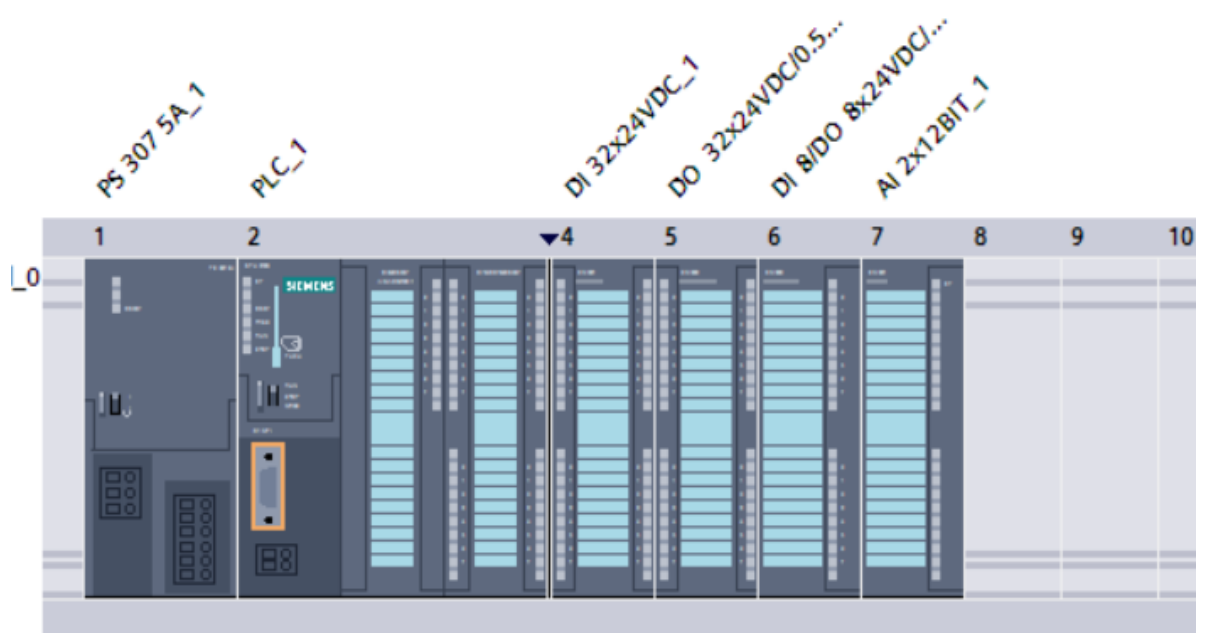


Рисунок 4.1 – Конфигурация контроллера CPU313C



Рисунок 4.2 – Контроллер CPU313C

В данной работе TIA portal будет фундаментом всего нашего эксперимента и для это соберем конфигурацию контроллера CPU313C.

Конфигурация контроллера представлена на рисунке 4.1

Далее переходим к разработке программы. Создаем функциональный блок FB1 и создаем алгоритм работы в нем.

	Name	Data type	Offset	Default value	Visible in ...	Setpoint
2	i_sensorConveyor	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	i_Start	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	i_Reset	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	i_BoxDetected	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	i_MovingX	Bool	0.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	i_MovingZ	Bool	0.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Output				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	o_Z	Bool	2.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	o_X	Bool	2.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	o_GrabBox	Bool	2.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	o_StartConveyor	Bool	2.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	InOut				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	<Add new>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	iStep	Int	4.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	ITimer	Bool	6.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	ITimer_1	TON	8.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	ITimer_2	TON	30.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	b_Timer1Active	Bool	52.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	b_Timer2Active	Bool	52.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Temp				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	<Add new>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Constant				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	init	Int		0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	StartConveyor	Int		1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	PickBox	Int		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	MoveToNext	Int		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Drop	Int		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 4.3 – Настройка FB1

Дальше создаем и пополняем таблицу тэгов и таблицу входов/выходов.

	i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value	
1		"di_sensorConvey..	%I0.0	Bool			<input type="checkbox"/>
2		"do_StartConveyor"	%Q0.0	Bool			<input type="checkbox"/>
3		"di_StartButton"	%I0.1	Bool			<input type="checkbox"/>
4		"diResetButton"	%I0.2	Bool			<input type="checkbox"/>
5		"di_BoxDetected"	%I0.3	Bool			<input type="checkbox"/>
6		"di_MovingX"	%I0.4	Bool			<input type="checkbox"/>
7		"di_MovingZ"	%I0.5	Bool			<input type="checkbox"/>
8		"do_Z"	%Q0.1	Bool			<input type="checkbox"/>
9		"do_X"	%Q0.2	Bool			<input type="checkbox"/>
10		"do_GrabBox"	%Q0.3	Bool			<input type="checkbox"/>

Рисунок 4.4 – Таблица Наблюдения











	Name	Data type	Address	Return	Access...	Visible...
1	 di_sensorConveyor	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	 do_StartConveyor	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	 di_StartButton	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	 di_ResetButton	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	 di_BoxDetected	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	 di_MovingX	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	 di_MovingZ	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	 do_Z	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	 do_X	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	 do_GrabBox	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	<Add new>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 4.5 – Таблица тэгов

### 4.3.1 SCL язык программирования

Язык программирования SCL (Structured Control Language) — один из языков, используемых в системах автоматизации и управления технологическими процессами. Он часто используется в промышленных системах, таких как программные контроллеры (ПЛК) или промышленные компьютеры, для разработки программного обеспечения, управляющего различными устройствами и процессами в промышленных средах.

Особенность SCL заключается в его структурированном подходе к программированию. Он основан на языке программирования Pascal и предоставляет средства для создания структурированных и модульных программных модулей. SCL предоставляет операторы, функции и типы данных, которые позволяют программистам создавать управляющую логику, условные операторы, циклы и другие программные элементы.

С помощью SCL вы можете управлять различными аспектами промышленных систем, включая считывание данных с датчиков, управление исполнительными механизмами, обработку данных, реализацию логики управления и обмен данными с другими устройствами. Язык SCL обычно используется в сочетании с другими языками программирования, такими как релейная логика или текстовый язык программирования (например, язык программирования структурированного текста или язык функциональных блоков).

Программы, написанные на SCL, компилируются в исполняемый код, который работает на программных контроллерах или промышленных компьютерах в промышленной среде. Это позволяет реализовать автоматизацию и управление технологическими процессами в промышленных системах, таких



как производственные линии, электростанции, системы управления зданиями и другие.

В общем, язык программирования SCL предоставляет инструменты и средства для разработки сложной логики управления и автоматизации в промышленных системах.

Далее в блоке FB1 прописываем код SCL для работы конвейерной линии.

```

1 CASE #iStep OF
2   #init: // 0
3     #o_Z := FALSE;
4     #o_X := FALSE;
5     #o_GrabBox := FALSE;
6     #o_StartConveyor := FALSE;
7
8   IF #i_Start THEN
9     #iStep := #StartConveyor;
10    END_IF;
11
12   #StartConveyor:
13     #o_StartConveyor := TRUE;
14     #iStep := #PickBox;
15
16   #PickBox:
17     IF NOT #i_sensorConveyor THEN
18       #o_Z := TRUE;
19       IF #i_BoxDetected THEN
20         #o_GrabBox := TRUE; // запуск всасывателя
21         #iStep := #MoveToNext;
22       END_IF;
23     END_IF;
24
25   #MoveToNext:
26     IF #i_BoxDetected THEN
27       #o_Z := FALSE; // опускание манипулятора
28       #o_StartConveyor := FALSE; // остановка конвейера
29
30     #iStep := #Drop;
31
32   END_IF;
33
34   #Drop:
35     #b_Timer1Active := TRUE; // Активация таймера #ITimer_1
36
37   IF #ITimer_1.Q THEN
38     // Вызов функции для поднятия манипулятора
39     #o_Z := FALSE;
40
41     #b_Timer1Active := FALSE; // Сброс таймера #ITimer_1
42     #o_Z := TRUE;
43     // Дополнительные шаги после поднятия манипулятора
44     #o_X := TRUE; // Движение вперед
45
46     // Запуск таймера для задержки в опущенном состоянии
47     #b_Timer2Active := TRUE; // Активация таймера #ITimer_2
48
49   IF #ITimer_2.Q THEN
50     #o_Z := FALSE; // остановка опускания манипулятора
51     #b_Timer2Active := FALSE; // Сброс таймера #ITimer_2
52     #iStep := #PickBox; // Возврат к шагу #PickBox
53   END_IF;
54 END_IF;
55 END_CASE;
56
57 IF #i_Reset THEN
58   #iStep := #init;
59 END_IF;
60

```

а)

б)

```

61 #ITimer_1(IN := #b_Timer1Active,
62 [      PT := T#10s);
63 #ITimer_2(IN := #b_Timer2Active,
64 [      PT := T#5s);
65
66 IF NOT #i_sensorConveyor THEN
67   #o_StartConveyor := FALSE;
68 ELSIF #iStep > 0 THEN
69   #o_StartConveyor := TRUE;
70 END_IF;

```

в)

Рисунок 4.6 – Прописка кода SCL в FB1 (а – 1 часть кода, б – 2 часть кода, в – 3 часть кода)

### 4.3.1 PLCSIM (ПТС/ПС)

Дальше вызываем симуляцию PLCSIM

PLCSIM (Programmable Logic Controller SIMulation) – программный симулятор программируемых логических контроллеров (PLC) от Siemens. Это позволяет разработчикам и инженерам проверять и тестировать программное обеспечение ПЛК без необходимости в физическом оборудовании.

Тут выбираем протокол TCP/IP. Одной из особенностей PLCSIM является поддержка TCP/IP (протокол управления передачей/протокол Интернета). Это означает, что PLCSIM может использовать сетевое соединение для связи с другими устройствами или приложениями, такими как компьютеры, программы визуализации, панели HMI и другие ПЛК.

Используя PLCSIM и протокол TCP/IP, можно создавать виртуальные связи между ПЛК и внешними устройствами. Виртуальная ПЛК, работающая в PLCSIM, ведет себя как физический ПЛК и может общаться с другими устройствами через соединение TCP/IP.

Использование PLCSIM из TCP/IP имеет ряд преимуществ. Во-первых, это упрощает и ускоряет процесс разработки, поскольку нет необходимости физически подключать и настраивать оборудование для тестирования ПЛК. Во-вторых, PLCSIM позволяет тестировать виртуальные сети и взаимодействие между различными устройствами, что трудно или невозможно с физическим оборудованием.

Чтобы использовать PLCSIM из TCP/IP, между ПЛК и внешними устройствами должно быть установлено виртуальное соединение. Обычно это делается с указанием IP-адреса и порта, используемых для связи. После установки подключения можно запустить виртуальный ПЛК в PLCSIM и общаться с другими устройствами через протокол TCP/IP.

PLCSIM с поддержкой TCP/IP является мощным инструментом для разработки и тестирования ПЛК. Это позволяет моделировать и тестировать различные системные сценарии перед физическим внедрением, что помогает выявить и исправить ошибки, и повысить качество и надежность программного обеспечения.

Помимо TCP/IP, PLCSIM также поддерживает следующие типы соединений:

**MPi (многоточечный интерфейс):** MPi — это собственный протокол связи, используемый для соединения ПЛК и других устройств, таких как SIMATIC S7-300, S7-400 и некоторые версии SIMATIC S7-1200. При использовании соединения MPi физическое соединение устанавливается с помощью специального адаптера MPi, который соединяет ПЛК с другими устройствами.

**PROFIBUS (технологическая полевая шина):** PROFIBUS — это стандартный протокол для промышленных сетей, который поддерживает связь между различными устройствами автоматизации, включая ПЛК. PLCSIM поддерживает эмуляцию соединения PROFIBUS, что позволяет разработчикам проверять и тестировать программное обеспечение ПЛК в виртуальной среде.

**ISO (работа межсетевой системы):** Система ISO представляет собой виртуальное сетевое соединение между ПЛК и периферийными устройствами на основе стандартов, разработанных Международной организацией по стандартизации (ISO). Он также может использоваться ПЛК для связи с другими программами или системами, поддерживающими этот стандарт. Соединитель ISO в PLCSIM позволяет обмениваться данными и командами между виртуальными ПЛК и контроллерами через виртуальную сеть.

Локальное: Локальное соединение — это виртуальное соединение между ПЛК и другими устройствами в той же локальной сети. В PLCSIM локальное соединение позволяет виртуальному ПЛК взаимодействовать с другими виртуальными физическими устройствами в той же сети. Локальное подключение обычно используется, когда нет необходимости маршрутизировать через сетевые устройства и подключение прямое.

Каждый из этих типов подключения имеет свои особенности и используется в разных сценариях автоматизации. Выбор соединения зависит от конкретных требований проекта и используемого оборудования. PLCSIM позволяет моделировать и тестировать различные типы соединений, помогая разработчикам создавать и тестировать программное обеспечение ПЛК в гибкой и эффективной среде.

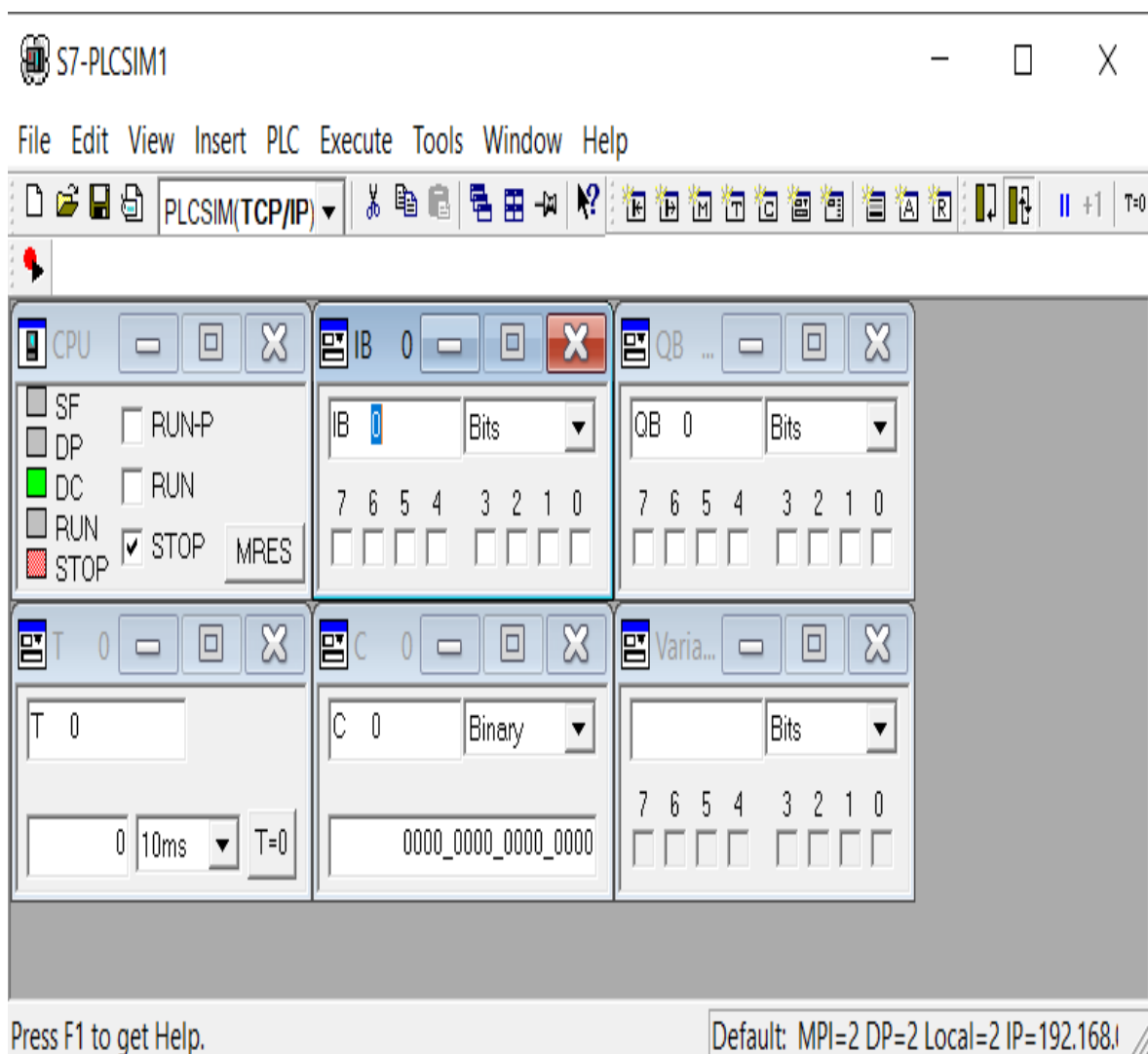


Рисунок 4.7 – PLCSIM(TCP/IP)

Как только включили симуляцию, проверяем вызов и процесс отладки программы в организационном блоке OB01:

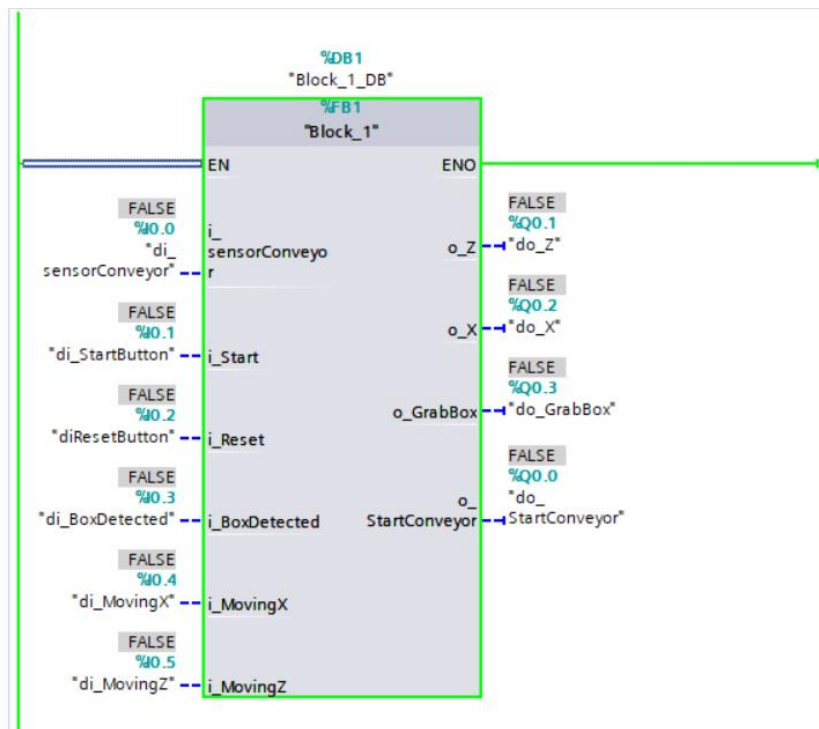


Рисунок 4.8 – Вызов программы в OB01

## 4.4 Разработка программы управления в Factory IO

### 4.4.1 Сборка системы управления конвейерной линии

В первую очередь нужно обязательно выбрать нужные элементы, для сборки автоматизированной системы управления конвейерной линии.



Рисунок 4.9 – Кнопки ON и Reset



Рисунок 4.10 – Манипулятор



Рисунок 4.11 – Конвейерная линия



Рисунок 4.12 – Система управления из 3 конвейерных линии

## 4.4.2 Настройка конфигурации в Factory IO

Заводская конфигурация ввода-вывода требуется для определения параметров моделируемой среды и устройств, а также для установления соединений с внешними системами или контроллерами. Вот основные цели настройки заводской конфигурации ввода-вывода:

- Определение объектов и устройств: вы можете создавать и настраивать различные объекты и устройства, такие как конвейеры, роботы, датчики и другие элементы, которые будут присутствовать в вашей среде моделирования. Параметр конфигурации позволяет определить их параметры, такие как размер, скорость движения, тип сигнала и другие характеристики;

- Настройка параметров среды: Factory IO позволяет настраивать параметры моделируемой среды, такие как освещение, температура, шум и другие факторы, которые могут влиять на процессы и устройства в модели. Это позволяет создавать более реалистичные ситуации и тестировать систему в разных сценариях;

- Установите соединения с внешними системами: Factory IO можно интегрировать с различными внешними системами или контроллерами для обмена данными или управления процессами. Параметр конфигурации позволяет определить параметры соединения, такие как тип протокола связи (например, OPC, Modbus), IP-адрес или имя устройства, порты и другие параметры, необходимые для успешной связи между заводским вводом-выводом и внешними системами;

- Создание и настройка событий и сценариев. В Factory IO вы можете создавать события и сценарии, имитирующие различные ситуации или действия в моделируемой среде. Настройка конфигурации позволяет задать условия и параметры для событий, определить последовательность действий и настроить реакцию устройств на эти события;

- Тестирование и отладка: Параметр конфигурации позволяет создавать различные сценарии и среды для тестирования и отладки программного обеспечения. Вы можете смоделировать различные ситуации и проверить, как ваша система управления и автоматизации реагирует на эти изменения. Это помогает выявить и исправить возможные ошибки и недостатки до физической реализации системы;

- Обучение и обучение: Factory IO предоставляет возможность использовать виртуальное оборудование для обучения и обучения. Параметр конфигурации позволяет создавать различные сценарии обучения, в которых студенты или специалисты учатся программировать, отлаживать устройства и взаимодействовать с ними. Это эффективный способ улучшить навыки промышленной автоматизации, не имея доступа к реальному оборудованию.

– Интеграция с другими системами: Factory IO поддерживает интеграцию с другими системами и программным обеспечением, такими как SCADA-системы, системы управления производством и т. д. автоматизированные системы.

– Создание пользовательских объектов: Factory IO предлагает возможность создавать пользовательские объекты, которые можно адаптировать к конкретным потребностям и требованиям вашего процесса или оборудования. Параметры конфигурации позволяют создавать и настраивать пользовательские объекты с необходимыми параметрами и функциями, которые расширяют возможности моделирования и адаптируют заводскую систему ввода-вывода к вашей системе;

– Импорт и экспорт конфигурации: Factory IO позволяет импортировать и экспортировать конфигурацию сцены, упрощая совместную работу и обмен настройками между разными пользователями или проектами. Это удобно, если вам нужно использовать предварительно настроенные конфигурации или если вы переносите сцену на другой компьютер или заводскую версию ввода-вывода.

Иными словами, конфигурация Factory IO позволяет определять параметры моделируемой среды, устройств и соединений, а также создавать сценарии и события для более реалистичного моделирования и тестирования системы управления и автоматизации.

Для синхронизации TIA portal и Factory IO, нужно изначально в конфигурации Factory выбрать нужную нам модель.

В нашем случае это S7-300.

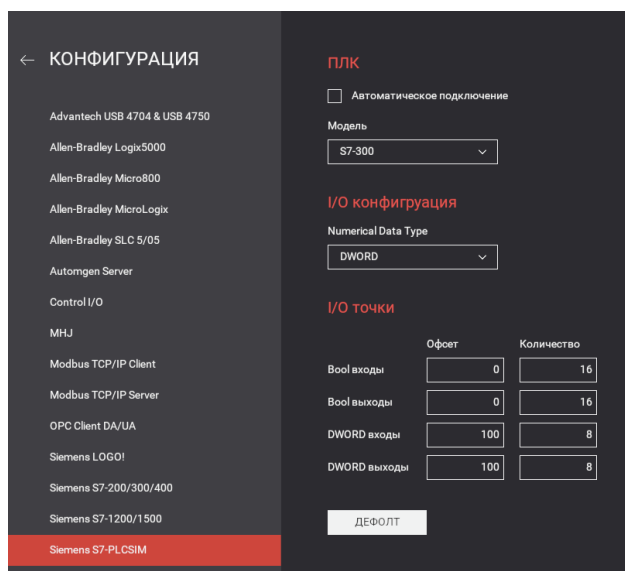


Рисунок 4.13 – Настройка конфигурации Factory IO (Выбор нужной модели)

Retroreflective Sensor 0	I0.0	Q0.0	Belt Conveyor (6m) 0
Start Button 0	I0.1	Q0.1	Two-Axis Pick & Place 0 X
Reset Button 0	I0.2	Q0.2	Two-Axis Pick & Place 0 Z
Two-Axis Pick & Place 0 (Detected) !	I0.3	Q0.3	Two-Axis Pick & Place 0 (Grab)
Two-Axis Pick & Place 0 (Moving X) !	I0.4	Q0.4	
Two-Axis Pick & Place 0 (Moving Z) !	I0.5	Q0.5	
	I0.6	Q0.6	
	I0.7	Q0.7	
	I1.0	Q1.0	
	I1.1	Q1.1	
	I1.2	Q1.2	

Рисунок 4.14 – Настройка входов/выходов

Тут мы смотрим на наши тэги, иными словами, какие входы и выходы мы им настраивали, и основываясь на эти данные, настраиваем входы и выходы для элемента из системы управления.

#### 4.4.3 Соединение TIA portal и Factory IO

Для соединения данных двух программ, нужно зайти в раздел «Драйверы» в Factory IO, выбрать нужную Siemens и делаем соединение.



Рисунок 4.15 – Соединение TIA portal и Factory IO

Соединение между интерфейсом TIA и заводским IO имеет несколько целей:

– Моделирование процессов: Factory IO предоставляет виртуальную среду для моделирования физических процессов и оборудования. Он позволяет создавать модели объектов и устройств, таких как передатчики, датчики,



двигатели и т. д. Подключайтесь к порту ТИА и передавайте данные между портом ТИА и заводским вводом-выводом, чтобы вы могли моделировать и тестировать свое программное обеспечение без физических устройств;

– Тестирование и устранение неполадок: соединение между портом ТИА и заводским вводом-выводом позволяет тестировать и устранять неполадки программного обеспечения, созданного на порту ТИА, в реальной среде. Вы можете обеспечить корректную работу приложений, взаимодействие с устройствами и объектами, а также отлавливать и исправлять ошибки, возникающие до фактической активации устройств;

– Обучение и образование Цель: Factory IO — это мощный инструмент для обучения и изучения промышленной автоматизации. Возможность подключения к ТИА Gateway позволяет студентам и специалистам практиковаться в программировании контроллеров, конфигурации ввода-вывода и управлении процессами с использованием виртуального оборудования;

– Интеграция с реальным оборудованием: если у вас есть реальное оборудование, порты ТИА и заводские соединения ввода-вывода можно использовать для тестирования и проверки программы перед ее развертыванием на физическом оборудовании. Это помогает снизить риски и проблемы, связанные с запуском программы на реальном оборудовании без предварительного тестирования;

– Дисплей визуализации процесса: ТИА Portal предоставляет инструменты для создания визуализации процесса и интерфейса оператора (ЧМИ). Соединение Factory IO позволяет Factory IO отображать состояние моделируемого виртуального процесса в интерфейсе оператора портала ТИА. Это создает реалистичную среду для мониторинга и контроля процессов и позволяет операторам учиться и обучаться работе с НМИ;

– Тестирование различных сценариев и условий: ТИА Portal и Factory IO позволяют создавать и тестировать различные сценарии и условия процесса. Вы можете изменить параметры смоделированных объектов в фабрике IO и проверить, как сгенерированное программное обеспечение реагирует на эти изменения на портале ТИА. Это поможет вам изучить различные варианты и оптимизировать работу системы управления;

– Связь между системами: Связь между ТИА Portal и Factory IO обеспечивает обмен данными между ними. Информация о состоянии объектов и устройств может передаваться из Factory IO в ТИА Portal и наоборот. Это открывает возможности для взаимодействия и сотрудничества между различными системами автоматизации и моделирования;

В результате связь между ТИА Portal и Factory IO является мощным инструментом для разработки, тестирования и обучения в области промышленной автоматизации. Он позволяет создавать реалистичные симуляции процессов, тестировать функциональность программного обеспечения, визуализировать процессы и обмениваться данными между различными системами.

В целом, связь между портом TIA и Factory IO вводом-выводом обеспечивает программное обеспечение для моделирования для тестирования, обучения и интеграции, которое может оптимизировать процесс автоматизации и сократить время и затраты, связанные с разработкой и внедрением системы управления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мы разработали автоматизированную систему управления конвейерной линии.

В ходе работы над дипломным проектом была выбрана средства автоматизации, алгоритм работы конвейерной линии, программная реализация выполнена в среде TIA-портал и среде 3Д моделирования Factory IO.

Мы собрали конфигурация CPU313C, создали функциональный блок, куда прописали код на языке программирования SCL, который отвечал действиям алгоритма автоматической системы управления конвейерной линии.

На Factory IO собрали систему управления конвейерной линии, используя элементы от самой программы.

Благодаря таким программам можно прописывать код, соединять их между собой и проверять работоспособность систем управления других объектов, помимо конвейерной линии.

Связь между портом TIA и Factory IO вводом-выводом обеспечивает программное обеспечение для моделирования для тестирования, обучения и интеграции, которое может оптимизировать процесс автоматизации и сократить время и затраты, связанные с разработкой и внедрением системы управления.

В результате связь между TIA Portal и Factory IO является мощным инструментом для разработки, тестирования и обучения в области промышленной автоматизации. Он позволяет создавать реалистичные симуляции процессов, тестировать функциональность программного обеспечения, визуализировать процессы и обмениваться данными между различными системами. Отлично подходит для данной дипломной работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Как Factory I/O можно использовать для изучения программирования контроллеров. Электронный ресурс <https://elektrik.info/main/automation/1883-factory-io-dlya-izucheniya-plc.html>
- 2 Серебряков Н.П. Проектирование автоматизированных систем: учебно–методическое пособие по курсовому проектированию.–2–е изд. испр. и перераб./ВШТЭ СПбГУПТД.– СПб., 2016. – 34 с.: ил. 1.
- 3 Продукты SIMATIC для комплексной автоматизации: Каталог. – А.: SIEMENS, 2019. – 208с.
- 4 Ильина И.Л. Проектирование автоматизированных систем: Учебное пособие в 3–х частях по курсу "Проектирование автоматизированных систем" для студентов специальности 210200 "Автоматизация технологических процессов и производств" дневной и заочной формы обучения. – Ангарск: АГТА, 2005.
- 5 Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 336 с.
- 6 Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб: Издательство «Профессия», 2004. – 752 с.
- 7 Автоматизация технологических процессов. Учебное пособие, часть 1/ А.Л. Романчик, Л.Н. Рудакова; АИЭС/ Алматы, 1995. – 89 с.
- 8 СНиП 3.05.07–85 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
- 9 Плетнев Г.П., Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для студентов вузов / Г.П. Плетнев – М. : Издательский дом МЭИ, 2016.
- 10 Продукты SIMATIC для комплексной автоматизации: Каталог. – А.: SIEMENS, 2019. – 208с.

## Приложение А

Код SCL – система управления конвейерной линией

```
CASE #iStep OF
  #init: // 0
    #o_Z := FALSE;
    #o_X := FALSE;
    #o_GrabBox := FALSE;
    #o_StartConveyor := FALSE;

    IF #i_Start THEN
      #iStep := #StartConveyor;
    END_IF;

  #StartConveyor:
    #o_StartConveyor := TRUE;
    #iStep := #PickBox;

  #PickBox:
    IF NOT #i_sensorConveyor THEN
      #o_Z := TRUE;
      IF #i_BoxDetected THEN
        #o_GrabBox := TRUE; // запуск всасывателя
        #iStep := #MoveToNext;
      END_IF;
    END_IF;

  #MoveToNext:
    IF #i_BoxDetected THEN
      #o_Z := FALSE; // опускание манипулятора
      #o_StartConveyor := FALSE; // остановка конвейера

      #iStep := #Drop;
    END_IF;

  #Drop:
    #b_Timer1Active := TRUE; // Активация таймера #ITimer_1

    IF #ITimer_1.Q THEN
```

## Продолжения приложения А

```
// Вызов функции для поднятия манипулятора
#o_Z := FALSE;

#b_Timer1Active := FALSE; // Сброс таймера #ITimer_1
#o_Z := TRUE;
// Дополнительные шаги после поднятия манипулятора
#o_X := TRUE; // Движение вперед

// Запуск таймера для задержки в опущенном состоянии
#b_Timer2Active := TRUE; // Активация таймера #ITimer_2

IF #ITimer_2.Q THEN
    #o_Z := FALSE; // остановка опускания манипулятора
    #b_Timer2Active := FALSE; // Сброс таймера #ITimer_2
    #iStep := #PickBox; // Возврат к шагу #PickBox
END_IF;
END_IF;

END_CASE;

IF #i_Reset THEN
    #iStep := #init;
END_IF;

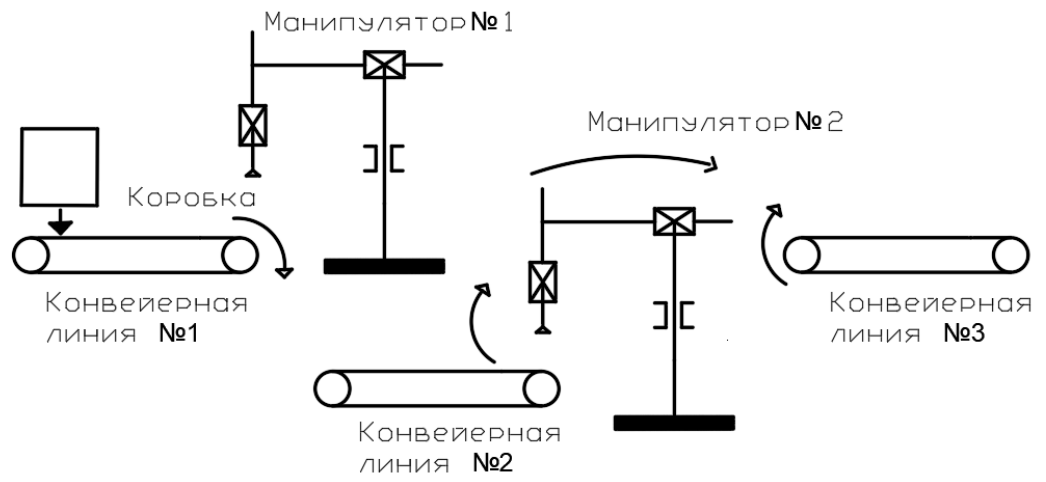
// Настройка 1 таймера
#ITimer_1(IN := #b_Timer1Active,
    PT := T#10s);

// Настройка 2 таймера
#ITimer_2(IN := #b_Timer2Active,
    PT := T#5s);

IF NOT #i_sensorConveyor THEN
    #o_StartConveyor := FALSE;
ELSIF #iStep > 0 THEN
    #o_StartConveyor := TRUE;
END_IF;
```

## Приложение Б

### Функциональная схема системы автоматического управления конвейерной линией



**Протокол анализа Отчета подобия  
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения заявляет, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Аскар Айбек Алебиұлы

**Название:** Разработка автоматизированной системы управления конвейерной линией на базе ПЛК Siemens S7

**Координатор:** Кулакова Елена Александровна

**Коэффициент подобия 1:** 2.23%

**Коэффициент подобия 2:** 0.45%

**Замена букв:** 1

**Интервалы:** 10

**Микропробелы:** 0


**Белые знаки:** 0

**После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения констатирует следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем не допускаю работу к защите.


Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 2.23% и Коэффициент подобия 2: 0.45%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«31» май 2023 г.  
Дата

  
\_\_\_\_\_  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения

**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**  
Дипломный проект допускается к защите.

«31» май 2023 г.  
Дата

  
\_\_\_\_\_  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения



## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Аскар Айбек Алебиұлы

**Название:** Разработка автоматизированной системы управления конвейерной линией на базе ПЛК Siemens S7

**Координатор:** Кулакова Елена Александровна

**Коэффициент подобия 1:** 2.23%

**Коэффициент подобия 2:** 0.45%

**Замена букв:** 1

**Интервалы:** 10

**Микропробелы:** 0

**Белые знаки:** 0

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 2.23% и Коэффициент подобия 2: 0.45%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«31» мар 2023 г.

Дата

  
Подпись Научного руководителя

## РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект  
Асқар Айбек Алебиұлы  
6B07103 – Автоматизация и роботизация

На тему: «Разработка автоматизированной системы управления конвейерной линией на базе ПЛК Siemens S7»

В рецензируемой дипломной работе рассматривается актуальная задача разработки автоматизированной системы управления конвейерной линией на базе ПЛК Siemens S7.

В первой части работы рассматриваются теоретические сведения о конвейерной линии и использования ПЛК для решения задач программного управления. Дается описание контроллеров от S7-200 до S7-1200, и S7-300, выбранного в качестве главного контроллера.

Во второй части представлена теоретическая часть о TIA Portal и Factory IO.

Третья часть посвящена созданию функциональных блоков в TIA Portal. Создание 3D модели конвейерной линии в Factory IO, интеграции двух программных пакетов - TIA Portal и Factory IO между собой.

Четвертая часть представляет собой анализ способов управления конвейерной линией. Продемонстрирована работа конвейерной линии на базе TIA Portal и Factory IO. По полученным результатам сделан анализ и выявлен наиболее легкий и безопасный способ разработки системы управления конвейерной линией.

Работу отличает использование новаторских методов моделирования систем автоматизации – 3D моделирование.

Графический и текстовый материал оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ, предъявляемыми к оформлению учебных работ.

### Оценка работы

Считаю, что дипломная работа заслуживает оценки «отлично», а бакалавру Асқар А.А., присвоения академической степени бакалавр по специальности 6B07103 – Автоматизация и роботизация.

### Рецензент

руководитель Центра компетенций и трансфера технологий в области автоматизации и мехатроники ВКГУ им. Д. Серикбаева,  
доктор PhD



Торусов Д.А.