

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский Государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте

Факультет «техники и технологии»
Кафедра «ЭАПП»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ Ю. С. Сергеев
« ____ » _____ 2020 г.

Разработка комплекса лабораторных работ на базе программных продуктов
Factory IO и TIA Portal

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты:

Безопасности жизнедеятельности
доцент
_____ С. Н. Трофимова
« ____ » _____ 2020 г.

Руководитель проекта

заведующий кафедры ЭАПП
_____ Ю. С. Сергеев
« ____ » _____ 2020 г.

Автор проекта:

студент группы ФТТ - 403
_____ С.А. Каверников
« ____ » _____ 2020 г.

Нормоконтролер:

старший преподаватель
_____ О.В Терентьев
« ____ » _____ 2020 г.

Златоуст 2020

АННОТАЦИЯ

Каверников С.А. Разработка комплекса лабораторных работ на базе программных продуктов Factory IO и TIA Portal. – Златоуст: ФГАОУ ВО ЮУрГУ филиал в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; ФТТ–403; 2020, 87 с. 91 ил., библиогр. список – 20 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе разработан комплекс лабораторных работ по дисциплине «Автоматизация типовых технологических процессов», а так же рассмотрена реализация программных продуктов Factory IO и TIA Portal на базе линейки программируемых логических контроллеров Simatic S7.

Результаты выпускной квалификационной работы планируются к внедрению в учебный процесс кафедры ЭАПП филиала ЮУрГУ в г. Златоусте для подготовки студентов - бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

| | | | | | | | | |
|-----------|------|-----------------|---------|------|--|--|------|--------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | |
| Разраб. | | Каверников С.А. | | | Разработка комплекса лабораторных работ на базе программных продуктов TIA Portal и Factory IO. Пояснительная записка. | Лит. | Лист | Листов |
| Провер. | | Сергеев Ю.С. | | | | д | 4 | 87 |
| Реценз. | | Сандалов В.М. | | | | Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте Кафедра ЭиАПП | | |
| Н. Контр. | | Терентьев О.В. | | | | | | |
| Утверд. | | Сергеев Ю.С. | | | | | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 7 |
| 1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ | 8 |
| 1.1 Современные тенденции развития ПЛК | 8 |
| 1.2 Сравнительная характеристика производителей контроллеров | 8 |
| 1.3 Программное обеспечение для ПЛК | 10 |
| 2 ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ | 15 |
| 2.1 Программное обеспечение от Siemens | 15 |
| 2.2 Программный продукт от RealGames | 16 |
| 3 ОПИСАНИЕ БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕМЕНТОВ FACTORY I/O | 18 |
| 3.1 Блок – создания предметов, блок удаления предметов. | 18 |
| 3.2 Объекты | 19 |
| 3.3 Устройства тяжелой нагрузки | 20 |
| 3.4 Элементы панели управления | 20 |
| 3.5 Устройства легкой нагрузки | 21 |
| 3.6 Датчики | 21 |
| 3.7 Станции | 22 |
| 3.8 Устройства предупреждения | 25 |
| 3.9 Заградительные сооружения, лестницы и перила | 25 |
| 4 СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В FACTORY I/O | 26 |
| 5 СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА TIA PORTAL ИЗ ШАБЛОНА. ПОДКЛЮЧЕНИЕ TIA PORTAL К FACTORY I/O | 29 |
| 6 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ | 38 |
| 6.1 Общие сведения для выполнения лабораторных работ | 38 |
| 6.2 Состав рабочего места | 38 |
| 6.3 Порядок выполнения лабораторных работ | 38 |
| 6.4 Лабораторная работа № 1. Создание элементарной программы | 39 |
| 6.5 Лабораторная работа № 2 Установка и сброс выходов | 44 |
| 6.6 Лабораторная работа № 3 Построение собственного сценария | 49 |
| 6.7 Лабораторная работа № 4 Управление конвейером | 55 |
| 6.7 Лабораторная работа № 5 Исследование блока Таймера | 59 |

| | | |
|-----|--|----|
| 6.8 | Лабораторная работа № 6. Переменные и математические блоки..... | 65 |
| 6.9 | Лабораторная работа № 7. Сортировка по параметру..... | 71 |
| 7 | БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... | 76 |
| 7.1 | Краткое описание производственного участка..... | 76 |
| 7.2 | Анализ вредных и опасных производственных факторов..... | 76 |
| 7.3 | Выбор нормативных значений, факторов рабочей среды и трудового процесса..... | 77 |
| 7.4 | Охрана труда..... | 78 |
| 7.5 | Производственная санитария..... | 79 |
| 7.6 | Эргономика..... | 81 |
| 7.7 | Противопожарная и взрывобезопасность при работе в лаборатории.... | 82 |
| 7.8 | Экологическая безопасность..... | 83 |
| 7.9 | Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайной ситуации..... | 84 |
| | ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 85 |
| | БИБЛИГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 86 |

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в связи с тем, что кафедре «Электрооборудование и автоматизация производственных процессов» в этом году исполняется 38 лет и за это время работы выпустила более 3500 студентов. Кафедра активно внедряет в учебный процесс новые технологии, меняются как стиль, так и методы обучения. Понимания специфику реального учебного процесса эти методы постоянно совершенствуются, стремясь, чтобы выпускники образовательных учреждений, проходящие профессиональную подготовку обладали не только теоретическими знаниями в сфере технологий автоматизации, но и имели практические навыки.

Наиболее эффективным с точки зрения обучения и приобретения практических навыков работы с ПЛК является использование физических моделей, имитирующих реальные объекты управления, и реального контроллера.

Изучение основ программирования ПЛК в лабораторном комплексе производится на примере: TIA Portal - программный продукт, предназначенный для комплексной проработки технологических процессов, основанных на ПЛК от уровня приводов и контроллеров до уровня человеко-машинного интерфейса; FACTORY I/O - интерактивная трехмерная среда виртуальных объектов управления.

Реализация программных продуктов Factory IO и TIA Portal проводится на базе линейки программируемых логических контроллеров Simatic S7.

Целью выпускной квалификационной работы является повышение качества подготовки по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- произвести анализ ПЛК и программного оборудования отечественных и зарубежных производителей;
- описание системной библиотеки элементов и установок Factory IO;
- проведение экспериментов и анализ полученных результатов;
- разработка методических указаний к проведению комплекса лабораторных работ;
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности.

Объект работы – процесс обучения по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Предмет работы – комплекс лабораторных работ по дисциплине «Автоматизация типовых технологических процессов» на базе на базе программных продуктов Factory IO и TIA Portal.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 7 |

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

1.1 Современные тенденции развития ПЛК

Современные ПЛК, использующие инновационные технологии, далеко ушли от первых упрощенных реализаций промышленного контроллера, но заложенные в систему управления универсальные принципы были стандартизированы и успешно развиваются уже на базе новейших технологий. Многообразие ПЛК с различными функциональными и техническими, конструктивными характеристиками настолько велико, что разработчики систем автоматизации зачастую оказываются перед нелегким выбором: какой контроллер наилучшим образом подойдет для решения той или иной задачи.

Тип ПЛК выбирается при проектировании системы управления и зависит от поставленных задач и условий производства. У большинства современных ПЛК существует до 60 различных параметров, которые необходимо учитывать при выборе контроллера. В основном их можно разбить на: технические характеристики (число входов/выходов, быстродействие, уровни напряжения входов/выходов, напряжение изоляции), эксплуатационные характеристики (диапазон рабочих температур, относительная влажность в воздухе) и их потребительские свойства (стоимость приобретения, стоимость эксплуатации, массагабаритные характеристики).

Несмотря на большое разнообразие параметров контроллеров, в их развитии заметны следующие общие тенденции: уменьшение размеров; расширение функциональных возможностей; увеличение количества поддерживаемых интерфейсов и сетей; использование языков программирования стандарта МЭК 61131-3; снижение цены.

Сейчас на Российском рынке преобладают контроллеры иностранных фирм: Siemens, Omron, Shneider Electric, ABB, Honeywell, Yokogawa, однако с течением времени увеличивается доля рынка, занятая отечественной продукцией Российских фирм: Овен, Элемер, Текон, Эмикон, НИЛ АП, Фаствел и др.

1.2 Сравнительная характеристика производителей контроллеров

Баланс сил на российском рынке программируемых логических контроллеров для систем промышленной автоматизации постепенно склоняется в сторону отечественного производителя. По ключевым техническим характеристикам точно соответствующее запросам основного потребителя, но при этом более выгодное для него с точки зрения затрат.

1. ПЛК фирмы SIEMENS. Линейка нижнего уровня ПЛК представлена логическими контроллерами LOGO. Идеально подходят для создания средств простейшей автоматизации и замены всяких таймеров, реле времени и т. д. Более

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 8 |

того, предусмотрено расширение за счет различных модулей.[1] SIEMENS S7-300, SIEMENS S7-400

2. ПЛК фирмы Omron. ПЛК могут быть блочного и модульного типа. По техническим возможностям, которые определяют уровень решаемых задач. ПЛК фирмы OMRON делятся на четыре класса:

- 1) микро (Micro);
- 2) малые (Small);
- 3) средние (Medium);
- 4) большие (Large).

Программируемое реле серии ZEN производства OMRON позволяет из ограниченного набора встроенных функциональных блоков построить систему автоматизации достаточно сложных объектов [2].

3. ПЛК фирмы Mitsubishi. ПЛК Mitsubishi Electric отличаются исключительно высоким качеством, вариативностью и гибкостью решений, широким спектром возможностей применения и высоким быстродействием. Выпускается в следующих моделях: ПЛК серии FX2N, Серия MELSEC FX2N, ПЛК серии FX3G, ПЛК серии FX3U, ПЛК серии FX3UC, Mitsubishi Electric AL2-10MR [3].

4. Обзор ПЛК фирмы Owen. Программируемые логические контроллеры ОВЕН ПЛК. Промышленные контроллеры ОВЕН ПЛК – это высокие программная надежность и производительность, большой объем внутренней памяти. Выпускается в следующих моделях: ОВЕН ПЛК100, ОВЕН ПЛК150, ОВЕН ПЛК154, ОВЕН ПЛК110/160, ОВЕН ПЛК63/73, ПЛК 304/308

5. Обзор ПЛК фирмы Delta Electronics. Программируемые логические контроллеры серии DVP производства Delta Electronics являются идеальным средством для построения высокоэффективных систем автоматического управления при минимальных затратах на приобретение оборудования и разработку системы [5].

Сравнение технических характеристик зарубежных и отечественных ПЛК приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Сравнительная характеристика производителей контроллеров.

| ПЛК | Частота | Объем памяти | Число входов и выходов | Стоимость | Страна | Среда программирования |
|------------|-------------|--------------|--------------------------|------------|----------|-----------------------------------|
| Siemens | До 25 МГц | до 2-х Мбайт | 24 входа и 16 выходов | 26348 руб. | Германия | TIA Portal (Simatic Step 7 и др.) |
| Omron | До 100 МГц | до 48 Мбайт | 24 входа и 20 выходов | 33028 руб. | Япония | CX-Programme |
| Mitsubishi | До 20 МГц | 1 Гбайт | До 64 Вх / Вых | 24592 руб. | Япония | GX Works3 |
| Овен | 100–150 МГц | до 8 Мбайт | До 8 входов и 16 выходов | 30210 руб. | Россия | OwenLogic |

Окончание таблицы 1.1

| Фирма | Частота | Объём памяти | Число входов и выходов | Стоимость | Страна | Среда программирования |
|-------------------|-------------|--------------|--|------------|--------|------------------------|
| Delta Electronics | 133-200 МГц | 128 Мбайт | 12 входов / выходов с расширением до 256 | 15750 руб. | Россия | DELTA ISPSOft |

1.3 Программное обеспечение для ПЛК

Система программирования является одной из главных особенностей ПЛК, она обеспечивает упрощенный подход к разработке управляющих программ для специалистов различного профиля.

Именно в ПЛК впервые появилась удобная возможность программирования контроллеров путем составления на экране компьютера визуальных цепей из релейных контактов для описания операторов программы, представленное на рисунке 1.1. Таким образом, даже весьма далекие от программирования инженеры-технологи быстро осваивают новую для себя профессию. Подобное программирование называют языком релейной логики или Ladder Diagram (LD или LAD). Задачи, решаемые при этом ПЛК, значительно расширяются за счет применения в программе функций счетчиков, таймеров и других логических блоков.

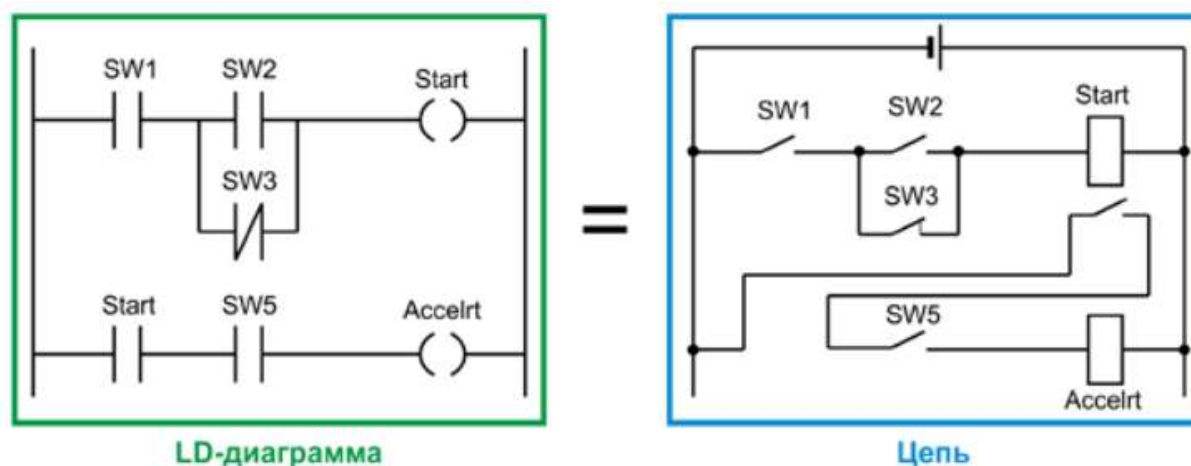


Рисунок 1.1 – Пример программной реализации электрической цепи

Задача программирования ПЛК еще более упрощается благодаря наличию пяти языков, стандартизованных для всех платформ ПЛК. Три графических и два текстовых языка программирования взаимно совместимы. При этом одна часть программы может создаваться на одном языке, а другая — на другом, более удобном для нее.[7]

Конечно, простота программирования ПЛК является относительной. Если с программированием небольшого устройства может после обучения справиться практически любой инженер, знакомый с элементарной логикой, то создание сложных программ потребует знания основ профессии программиста и специальных познаний в программировании ПЛК.

Упростить создание программного обеспечения для современных ПЛК позволяют специальные комплексы, такие как TIA PORTAL, OwenLogic, ISaGRAF, OpenPCS и др. Для отладки сложных проектов на основе компонентов TI компания предлагает специальные отладочные комплекты и необходимое программное обеспечение.

Перед началом работы ПЛК выполняет первичное тестирование оборудования и загрузку в ОЗУ и ПЗУ операционной системы и рабочей программы пользователя. Стандартный ПЛК кроме рабочего режима имеет режим отладки с пошаговым выполнением программы, с возможностью просмотра и редактирования значений переменных.

Рабочий режим ПЛК состоит из повторяющихся однотипных циклов, каждый из них включает три этапа:

- опрос всех датчиков с регистрацией их состояния в оперативной памяти;
- последовательный анализ рабочей программы с использованием данных о текущем состоянии датчиков и с формированием управляющих воздействий, которые записываются в буферные регистры;
- одновременное обновление контроллером состояния всех своих выходов и начало очередного этапа опроса датчиков.

Процесс исполнения программы ПЛК можно контролировать на экране подключенного компьютера с отображением состояния отдельных параметров. Например, процедуры включения и выключения насоса могут меняться в зависимости от требуемой задержки, значение которой задается специальной переменной.

При необходимости можно остановить выполнение программы и перевести ПЛК в режим программирования, затем на экране компьютера изменить ход выполнения программы или отдельные параметры и снова записать их в память ПЛК.

Уже сегодня существуют многочисленные программы, позволяющие делать реалистичные трехмерные модели. Одними из них являются Unigine Engine, Factory Design Suite, InterBridge и Factory IO. Данный список программ по своей природе имеют общий набор функциональных возможностей, которые позволяют выполнять моделирование несколькими способами, что очень важно для промышленных площадок, где плотность объектов крайне высока и многие из них труднодоступны.

На рисунке 1.2 представлен Unigine Engine - многоплатформенный 3D-движок, разработанный одноимённой компанией UNIGINE. Движок используется для создания игр, систем виртуальной реальности, программ интерактивной визуализации, различных трёхмерных имитаторов (обучающих, медицинских, военных, транспортных и пр.).

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 11 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | | | | | |

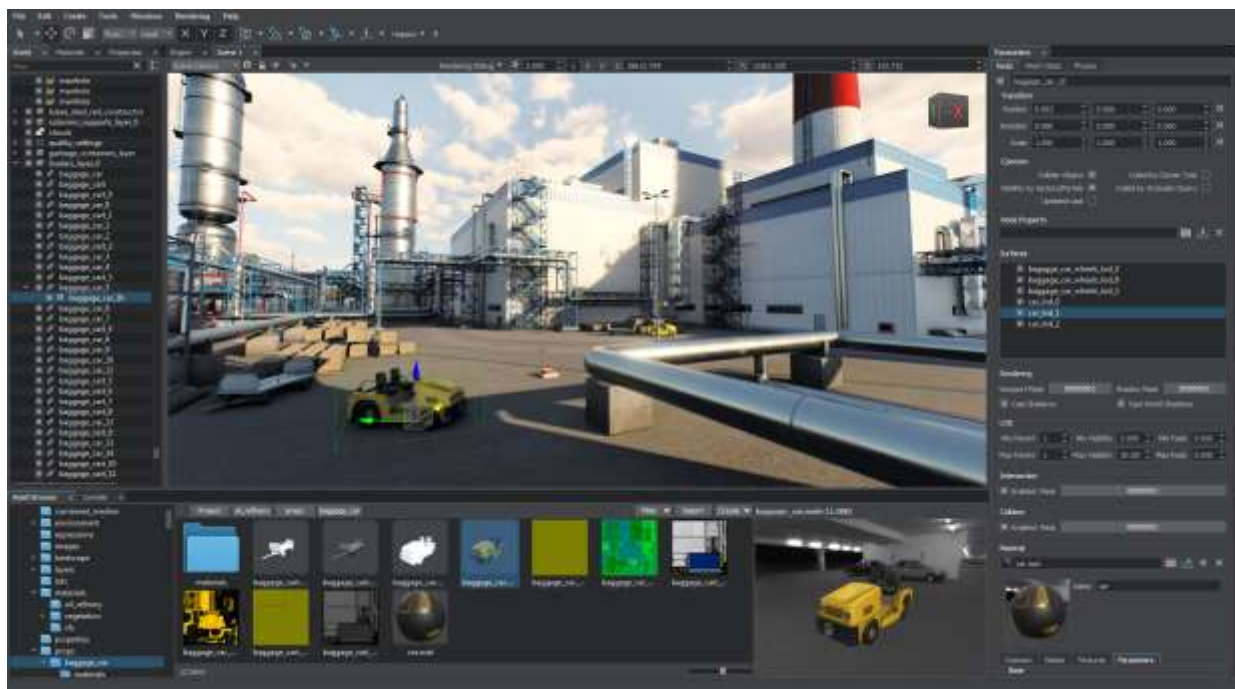


Рисунок 1.2 – Программный продукт Unigine Engine

В рамках программы НИУ был закуплен на Factory IO в связи с TIA Portal. Данный выбор обусловлен экономическими возможностями, невысоких системных требований, наличие в программе большого выбора ПЛК при наличие версии Ultimate Edition, виртуального ПЛК и возможности создавать собственные элементы при наличие соответствующей версии программы Autodesk. Библиотеки данного модуля изначально создавались в целях обучения.

Характеристика, системные требования зарубежных и отечественных ПО приведены в таблице 1.2-1.3

Таблица 1.2 – Характеристика программных обеспечений

| Программа | Возможность моделирования собственного сценария | Постоянные обновления | Наличие виртуального ПЛК | Бесплатная версии |
|----------------------|---|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| Unigine Engine | + | + | - | + |
| Factory Design Suite | + | + | - | + |
| Factory IO | + | + | + | + |
| InterBridge | + | - | - | - |

Таблица 1.3 – Системное требование к оборудованию

| Программа | Системные требования | Страна-производитель |
|----------------------|--|----------------------|
| Unigine Engine | 64 Гбайт ОЗУ, 1 Тбайт ПЗУ, intel Core i7, Windows 10, 8.1, 7, Linux | Россия |
| Factory Design Suite | 8 Гбайт ОЗУ, 10 Гбайт ПЗУ, intel Core i5, Windows 10, 8.1, 7. | США |
| InterBridge | 2 Гбайт ОЗУ, 1 Гбайт ПЗУ, intel Core i3, Windows 10, 8.1, 7. | Россия |
| Factory IO | 8 Гбайт ОЗУ, 1 Гбайт ПЗУ, intel Core Duo, Windows 10, 8.1, 7, Vista. | Португалия |

На рисунке 1.3 представлен Autodesk Factory Design Suite – это комплексное решение для проектирования цехов и участков промышленных предприятий. Данный комплекс включает в себя программное обеспечение, как для моделирования, так и для первичной оценки стоимости. В Autodesk Factory Design Suite реализована уникальная связка между AutoCAD и Autodesk Inventor, позволяющая повысить точность и эффективность при разработке и демонстрации проектов.

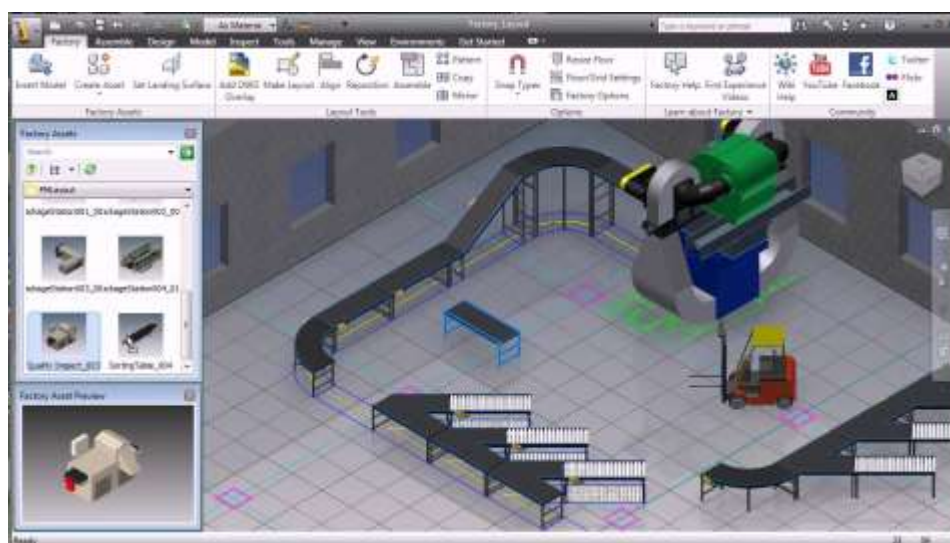


Рисунок 1.3 – Программный продукт Factory Design Suite

На рисунке 1.4 представлен InterBridge - программный продукт для оперативной трансляции графических и семантических 2D/3D данных различных САПР/ВМ/PLM-платформ, позволяющий формировать и работать с единой информационной моделью крупномасштабных технологических объектов. В свою очередь, управление информационной моделью объекта на протяжении его жизненного цикла возможно осуществлять на базе системы управления инженерными данными, разработанной ГК «НЕОЛАНТ».

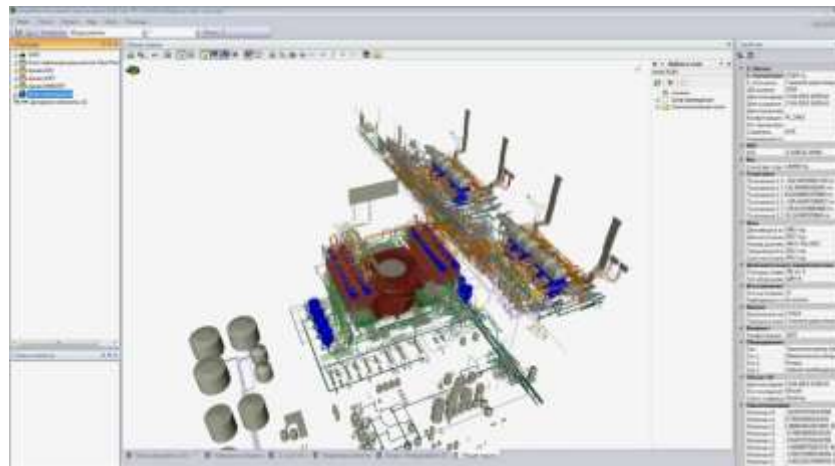


Рисунок 1.4 – Программный продукт InterBridge

На рисунке 1.5 FACTORY I/O - это программное обеспечение, которое смоделировать трехмерный технологический процесс для обучения технологиям автоматизации на нем. Это программное обеспечение является заводским симулятором технологий автоматизации обучения. Он может использоваться как платформа для обучения и обучения с различными типами контроллеров, включая SoftPC (программный эмулятор аппаратного обеспечения x86), микроконтроллеры, TCP/IP (сетевая модель передачи данных) и другие технологии, но общая цель их использования - это платформа для обучения и изучения ПЛК и их программирования.



Рисунок 1.5 – Программный продукт Factory IO

Вывод по разделу один:

В данной части ВКР были проанализированы возможности и характеристики контроллеров, а также использованного для работы с ним ПО отечественного и иностранного производства. Проведенный анализ вариантов поможет в дальнейшем выбрать подходящий контроллер .

2 ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Для реализации проверки работоспособности программы, написанной для автоматизированной работы сортировочного центра в настоящем проекте были использованы пробные версии рассмотренных ниже программ.

2.1 Программное обеспечение от Siemens

Siemens – немецкий концерн, который работает в направлениях: промышленная автоматизация, автоматизация и безопасность зданий, технологии приводов, энергетика, здравоохранение, мобильность, потребительские товары

2.1.1 Totally Integrated Automation Portal – V15

Программное обеспечение Totally Integrated Automation Portal, сокращенно TIA Portal формирует интегрированную рабочую среду позволяет эффективно настраивать процессы планирования и производства. Включает различные продукты SIMATIC, удовлетворяющие потребности всех секторов от управления автоматом до разработки системы SCADA (диспетчерское управление и сбор данных). Это известно как "One Engineering Environment" (Единая инженерная среда).

С помощью TIA Portal компания Siemens интегрирует различные продукты SIMATIC в программное приложение, которое позволяет повысить производительность и эффективность автоматизации во всех секторах, охватывая многие этапы автоматизации, такие как разработка, запуск и обслуживание.

TIA Portal настраивает управление и отображение в унитарной инженерной системе. Все данные хранятся в общем проекте. Компоненты программирования (STEP 7) и отображения (WinCC) не являются независимыми программами, а являются редакторами системы, которая получает доступ к общей базе данных.

Для всех задач используется общий пользовательский интерфейс, из которого всегда осуществляется доступ ко всем функциям программирования и отображения. Это делает Siemens одним из лидеров в сфере промышленной автоматизации.

Концепция TIA позволяет создавать системы автоматического управления любого назначения и любой степени сложности на основе стандартных компонентов SIMATIC [3].

2.1.2 STEP 7 Professional – V15 SP1 Update 1

Пакет STEP 7 Professional – Version V15 SP1 Update 1 содержит весь спектр инструментальных средств, необходимых для конфигурирования аппаратуры и промышленных сетей, настройки параметров, программирования, диагностики и обслуживания системы управления, построенных на базе программируемых контроллеров S7-1200, S7-1500, S7-300, S7-400 и WinAC [3].

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 15 |

2.1.3 S7-PLCSIM – V5.4

Пакет S7-PLCSIM имитирует работу программируемых контроллеров SIMATIC S7-300/ S7-400/ WinAC на программаторе/ компьютере и предназначен для отладки программ пользователя без наличия реальной аппаратуры управления. Это позволяет обнаруживать программные ошибки на разных стадиях реализации проекта, повышать качество программ, ускорять и удешевлять выполнение пуско-наладочных работ, S7-PLCSIM может быть использован для отладки программ, написанных в STEP 7 (STL, LAD, FBD), S7-GRAPH, S7-HiGRAPH, S7-SCL [3].

Для выполнения отладки тестируемая программа загружается в эмулируемый контроллер [3].

S7-PLCSIM интегрируется в STEP 7 и обеспечивает поддержку имитации:

- 1) Непрерывного выполнения программы, выполнения одного или заданного количества циклов программы контроллера.
- 2) Отображение содержимого аккумуляторов и регистров.
- 3) Отображения и модификации состояний входов, выходов, флагов, таймеров и данных.
- 4) Сетевого взаимодействия нескольких контроллеров.

2.2 Программный продукт от RealGames

RealGames – Португальская компания, которая работает над симуляционным программным обеспечением уже более десяти лет. RealGames является разработчиком трехмерного образовательного программного обеспечения для школ, колледжей и других организаций. Партнерами RealGames являются небезызвестные: Лаборатория Касперского, Volkswagen, Siemens, General Motors, Intel Company, Schneider Electric, Volvo и другие.

2.2.1 FACTORY I/O

FACTORY I/O - это программное обеспечение, которое смоделировать трехмерный технологический процесс для обучения технологиям автоматизации на нем. Это программное обеспечение является заводским симулятором технологий автоматизации обучения. Он может использоваться как платформа для обучения и обучения с различными типами контроллеров, включая SoftPC (программный эмулятор аппаратного обеспечения x86), микроконтроллеры, TCP/IP (сетевая модель передачи данных) и другие технологии, но общая цель их использования - это платформа для обучения и изучения ПЛК и их программирования.

Real Games - это компания, которая стоит за программным обеспечением и они создают его таким образом, что это легко использовать. С помощью Factory I/O можно быстро построить виртуальную фабрику с элементами,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 16 |

вдохновлёнными на настоящей фабрике; Включая конвейеры, датчики и различные типы коробок. Кроме того, большинство из них имеют цифровой и аналоговый ввод-вывод. Он также имеет более 20 сцен, готовых к использованию, которые эмулируют реальные ситуации. Одну из сцен можно увидеть в 1, сортировочная станция для разделения зеленых и синих предметов с использованием датчика.

Сценарий представляет из себя симуляцию промышленного процесса, где, используя компоненты, пришедшие с программным обеспечением, пользователь способен построить виртуальную фабрику, а затем взаимодействовать с датчиками и приводами. Так как Factory I/O имеет драйверы для контроллеров, к которым можно подключить программное обеспечение с любым PLC общих марок, который в данном случае идет Для использования с ПЛК Siemens. Используя Factory I/O, студент может учиться и обучаться, создавая виртуальную фабрику, а затем программируя ПЛК, чтобы сделать автоматизированный процесс. Программное обеспечение может также использоваться с моделируемым PLC, что уменьшает потребность в оборудовании или доступ к лаборатории.

Основные преимущества использования Factory I/O:

- 1) Она поставляется с 20 сцен, готовых к использованию.
- 2) Его можно использовать для обучения целой группы людей одновременно.
- 3) Работает со всеми распространенными брендами ПЛК.
- 4) Он занимает мало места по сравнению с традиционным оборудованием.
- 5) Она переносима.
- 6) Студенты могут работать, экспериментировать и редактировать виртуальный проект без рисков. [4].

Данное программное обеспечение имеет три способа взаимодействия с окружающей средой. Он имеет не только орбитальную камеру и летающую камеру, что позволяет пользователю свободно перемещаться по всей сцене, но и камеру от первого лица, которая эмулирует вид, формируя перспективу человека.

С целью создания многофункциональной учебной среды исполнительные механизмы и датчики имеют три различных состояния работы. Первый - когда ввод-вывод работает без каких-либо проблем. Второй - когда отказ ввода-вывода имеет значение "On", из-за чего устройство работает непрерывно, а третье - наоборот, так как устройство вообще не работает. Это может быть полезно для разработки стратегий предотвращения сбоев или поиска альтернативных способов программирования.

Вывод по разделу два:

В данном разделе моей работы было произведен обзор использованных в комплексе программных продуктов. Описанные продукты имеет большие возможности для обучения, поэтому оно идеально подходит для достижения цели выпускной квалификационной работы.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 17 |

3 ОПИСАНИЕ БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕМЕНТОВ FACTORY I/O

FACTORY I/O всех изданий предоставляет набор (библиотеку) элементов, которые, по мнению разработчика, наиболее распространены среди промышленного оборудования [6]. Каждый из объектов – это визуальная имитация производственной системы с виртуальными датчиками и приводами, позволяющая максимально реалистично воспроизвести управление системой с помощью ПЛК. ITS Графический интерфейс всех виртуальных систем одинаков: кроме собственно технического объекта он содержит инструменты, необходимые для работы.

Библиотека включает в себя более 80 объектов, которые подразделяются на следующие категории:

1. блок создания предметов, блок удаления предметов;
2. объекты;
3. устройства тяжелой нагрузки;
4. объекты малой мощности;
5. датчики;
6. элементы панели управления;
7. станции;
8. устройства аварийной сигнализации;
9. заградительные сооружения, лестницы и перила.

3.1 Блок – создания предметов, блок удаления предметов.

3.1.1 Блок – создания предметов

Блок – создания предметов предназначен для генерирования предметов в режиме отладки. В его настройках можно выбрать тип создаваемого предмета и частоту его создания. На рисунке 3.1 представлен блок создания и генерированный им объект [6]



Рисунок 3.1 - Блок - создания предметов и созданный им объект.

3.1.2 Блок удаления предметов

Блок – удаления предметов предназначен для генерирования предметов в режиме отладки. В его настройках можно выбрать конфигурацию, тип или основу удаляемого предмета. На рисунке 3.2 представлен блок и в процессе удаления им объект [6].

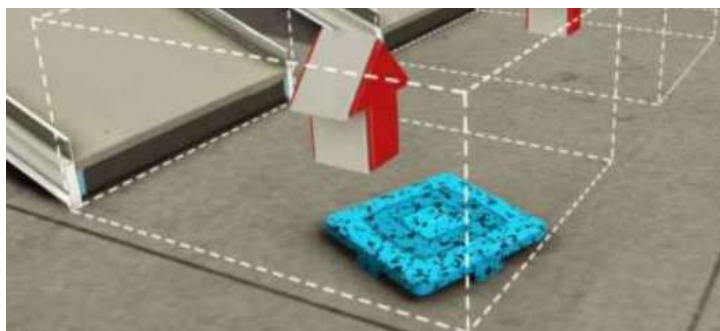


Рисунок 3.2 – Блок удаления

3.2 Объекты

К данной категории относятся объекты, представленных на рисунке 3.3, над которыми будут совершаться действия в системе. Также все эти объекты создаются блоком-генератором.

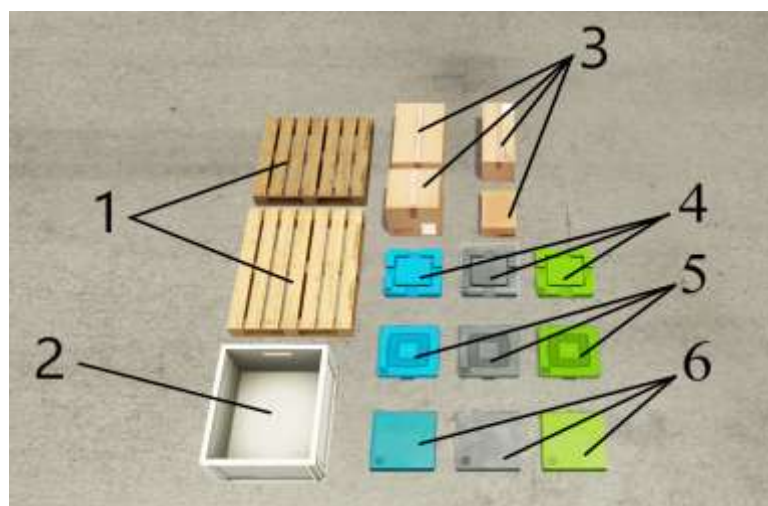


Рисунок 3.3 – Обзорный вид на объекты библиотеки:

- 1 – паллеты;
- 2 – коробка для транспортирования или хранения;
- 3 – коробки разного веса;
- 4 – пластмассовые основы;
- 5 – пластмассовые крышки;
- 6 – пластмассовые заготовки

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ

Лист

19

3.3 Устройства тяжелой нагрузки

К объектам тяжелой нагрузки, представленных на рисунке 3.4, относятся средства для манипулирования тяжелыми грузами. Это оборудование крепкое, широкое, невысокое и работает на невысоких скоростях.

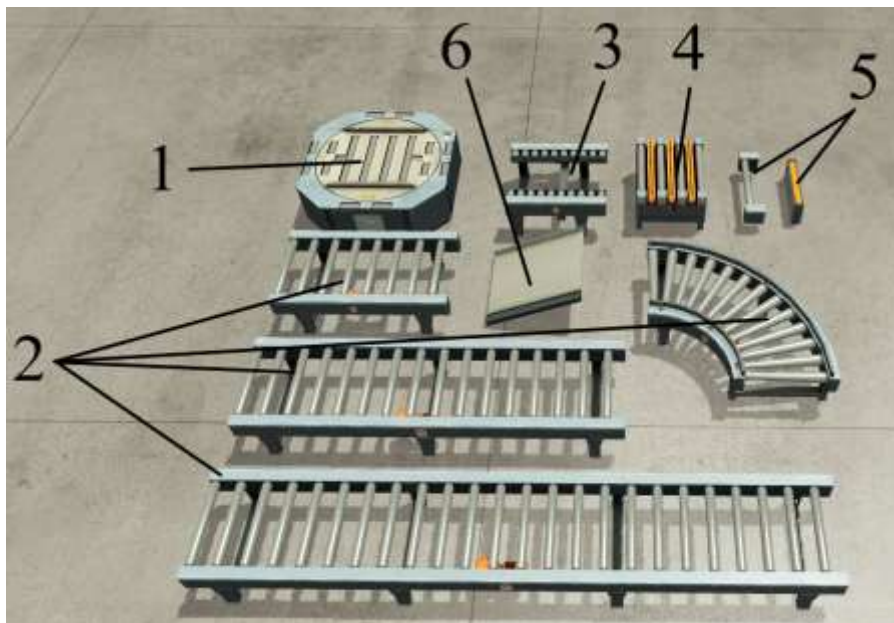


Рисунок 3.4 - Объекты тяжелой нагрузки:

- 1 – поворотный стол;
- 2 - рольганг;
- 3 - приемно-загрузочный конвейер;
- 4 - цепной перемещатель;
- 5 – роликовый конвейер;
- 6 – спусковой конвейер.

3.4 Элементы панели управления

Щит управления представленных на рисунке 3.4, над которыми будут совершаться действия в системе.



Рисунок 3.7 – Щит управления

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ

Лист

20

3.5 Устройства легкой нагрузки

Объекты легкой нагрузки, представленные на рисунке 3.5, относятся к разделу библиотеки элементов, обеспечивающих манипулирование легкими объектами

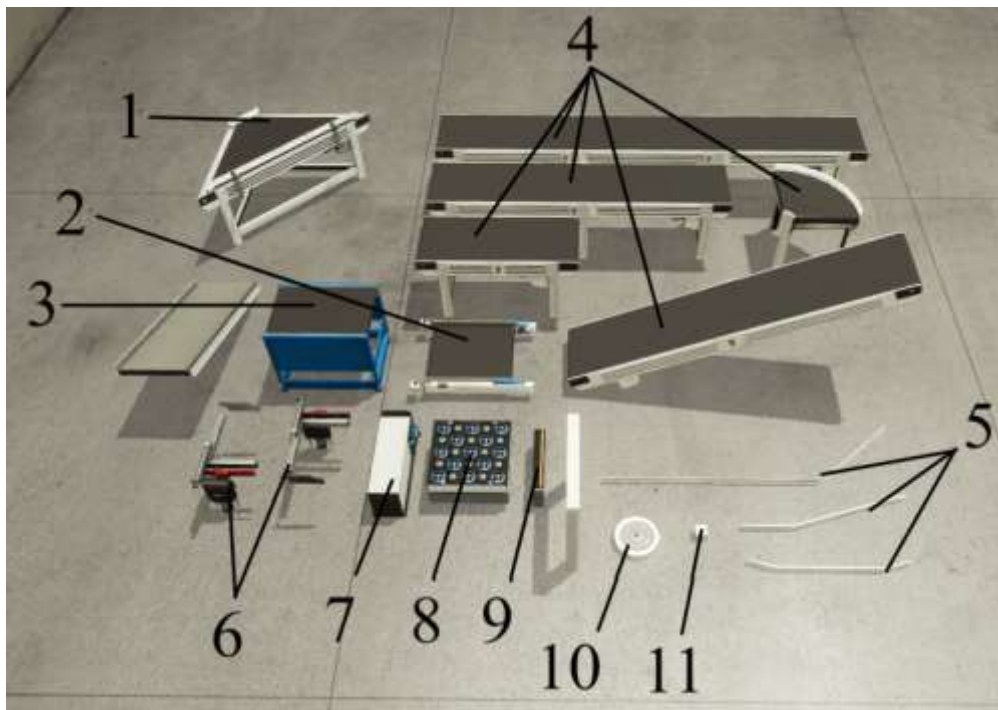


Рисунок 3.5 – Объекты легкой нагрузки:

- 1 – угловой конвейер;
- 2 – складывающийся ленточный конвейер;
- 3 – конвейер-весы;
- 4 – конвейеры различной длины;
- 5 – элайнеры;
- 6 – механизм позиционирования;
- 7 – толкатель;
- 8 – распределительный стол;
- 9 – останавливающий нож;
- 10 – элайнер-колесо;
- 11 – металлический уголок

3.6 Датчики

Объекты легкой нагрузки, представленные на рисунке 3.6, относятся к разделу библиотеки элементов, обеспечивающих манипулирование легкими объектами.

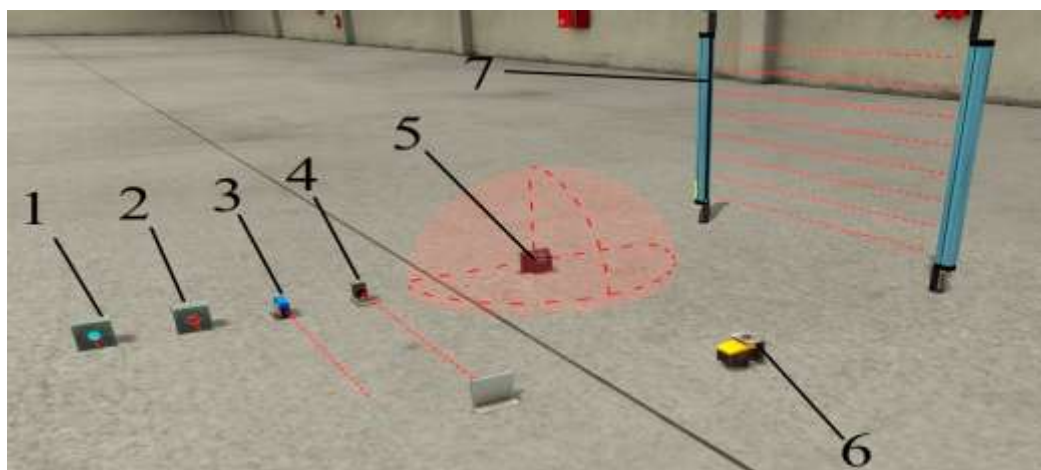


Рисунок 3.6 – элементы раздела “датчики”:

- 1 - ёмкостной датчик;
- 2 - индуктивный датчик;
- 3 - оптический датчик диффузионного типа;
- 4 - Оптический датчик рефлекторного типа;
- 5 - датчик видения;

3.7 Станции

В общей библиотеке так же находятся готовые сооружения, которые входят в состав “Станции”.

3.7.1 Центр механической обработки

Центр механической обработки, представленные на рисунке 3.7, используется для создания пластмассовых крышек и основ из заготовок [6].



Рисунок 3.7 – Центр механической обработки

3.7.2 Грузовой лифт

Грузовой лифт, представленные на рисунке 3.8, служит для поднятия или опускания тяжелого груза между этажами [6].



Рисунок 3.8 – Грузовой лифт

3.7.3 Трех-осевой механизм поднятия и укладывания

Установленный на раме механизм поднятия и укладывания, представленные на рисунке 3.9, работающий в трех осях, предназначен для перемещения легких грузов с одного места на другое. Управляется серводвигателями [6].



Рисунок 3.9 – Механизм поднятия и укладывания

3.7.4 Кран укладчик и стеллаж

Установленный на рельсах кран укладчик, представленные на рисунке 3.10, служит для складирования тяжелых грузов в стеллажах [6].



Рисунок 3.10 – Кран укладчик и стеллаж

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ

Лист

23

3.7.5 Укладчик

Укладчик, представленные на рисунке 3.11, служит для укладывания коробок в несколько уровней на поддон [6].



Рисунок 3.11 – Укладчик

3.7.6 Двух-осевой механизм поднятия и укладывания

Двух-осевой механизм поднятия и укладывания, представленные на рисунке 3.12, служит для перемещения легких объектов в двух осях. Для корректно работы необходимо использовать механизм позиционирования [6].



Рисунок 3.12 – Двух-осевой механизм поднятия и укладывания

3.7.7 Бак

Бак для воды, представленные на рисунке 3.13, служит для обучения контролю за уровнем воды в резервуаре и управлением потоком воды, наполняющей его [6].



Рисунок 3.13 – Бак

3.8 Устройства предупреждения

К устройствам аварийной сигнализации, представленные на рисунке 3.14, относятся (на рисунке слева направо) аварийная лампа, аварийная сирена, комбинированная сигнализационная лампа [6].



Рисунок 3.14 – устройства аварийной сигнализации

3.9 Заградительные сооружения, лестницы и перила

К данной категории относятся объекты, обеспечивающие безопасность и удобство персоналу, представленные на рисунке 3.15. [6].



Рисунок 3.15 – Заградительные сооружения, лестницы и перила

Вывод по разделу три:

Factory I/O обеспечивает сборку деталей на основе наиболее распространенного промышленного оборудования, состоящая из более 80 объектов. Эти части разбиты на девять категорий: объекты; устройства тяжелой нагрузки; объекты малой мощности; датчики; элементы панели управления; станции; устройства аварийной сигнализации; заградительные сооружения, лестницы и перила.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 25 |

4 СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В FACTORY I/O

Для начала визуализации своего технологического процесса необходимо установить одну из версий программного обеспечения FACTORY I/O. После установки запускаем соответствующую иконку на рабочем столе ПК, представленная на рисунке 4.1. На рисунке 4.2, в появившемся главном меню нажимаем на “Новый”. В открывшемся пустом рабочем пространстве, представленная на рисунке 4.3, можем начинать создавать свой процесс, открыв новый сценарий, представленная на рисунке 4.4. В программе доступна библиотека распространенных элементов, применяющихся на производстве. Эта библиотека приведена в правой части окна, из этой библиотеки необходимыми элементами начинаем создавать процесс, представленная на рисунке 4.5. Для возможности работы с созданным проектом в будущем сохраним его. Во вкладке FILE главного окна нажимаем на Save As... или комбинацией Ctrl+Shift+S сохраняем файл. В появившемся окне видим картинку, отображающую визуальный вид проекта и возможности дать имя и описание процесса. Сцена в FACTORY I/O готова.



Рисунок 4.1 – Внешний вид иконки на рабочем столе ПК

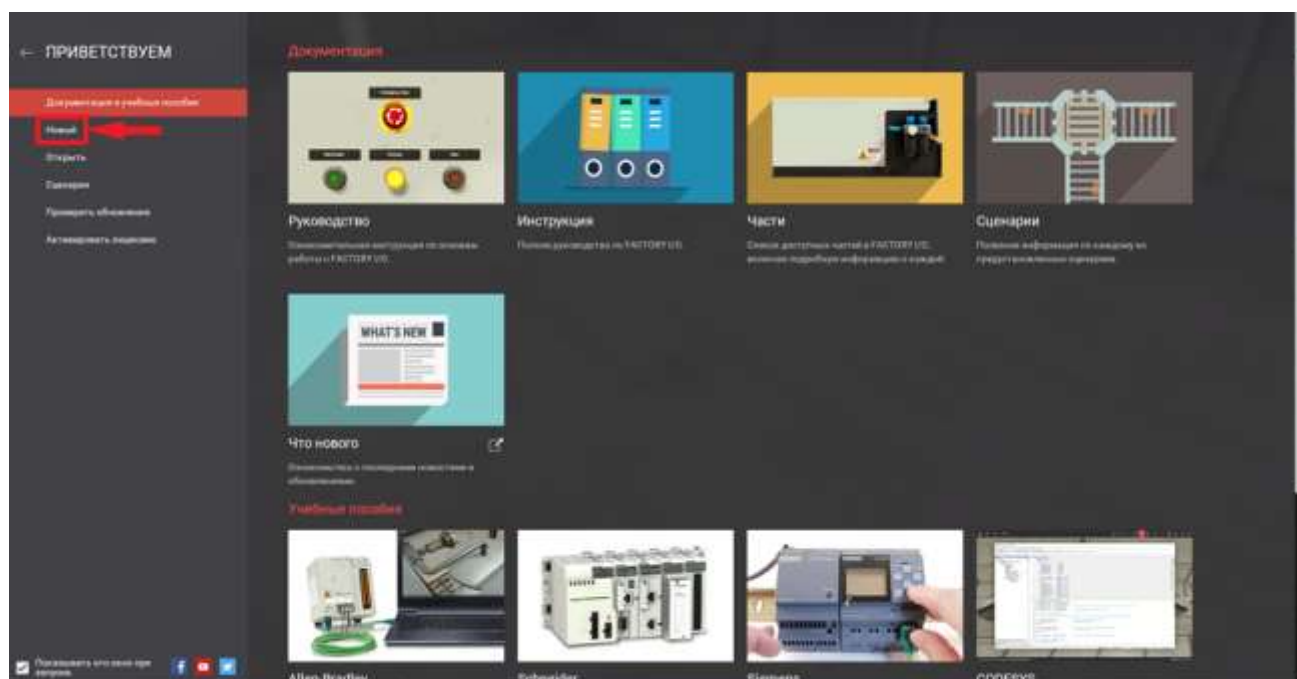


Рисунок 4.2 – Главное меню FACTORY I/O



Рисунок 4.3 – Интерактивное пространство FACTORY I/O, готовое для начала моделирования процесса

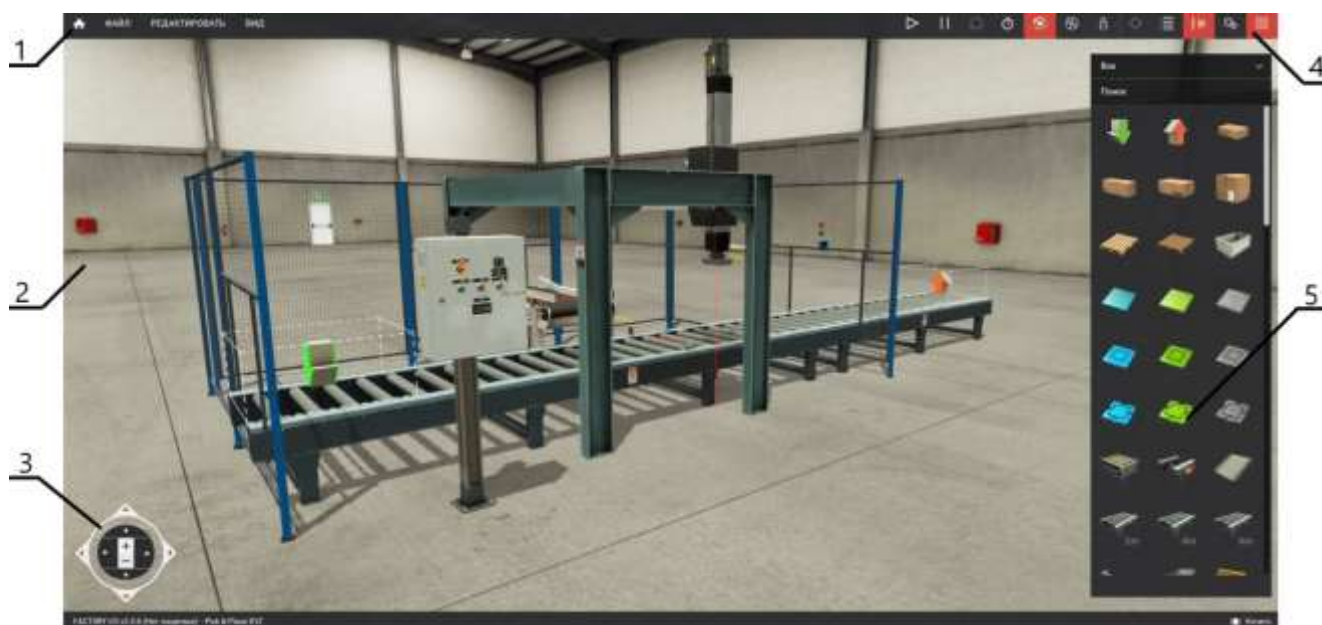


Рисунок 4.4 – Экран сборки объекта управления:

- 1 – главное меню;
- 2 – рабочее поле;
- 3 – главное меню;
- 4 – панель инструментов;
- 5 – панель выбора виртуальных объектов

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ

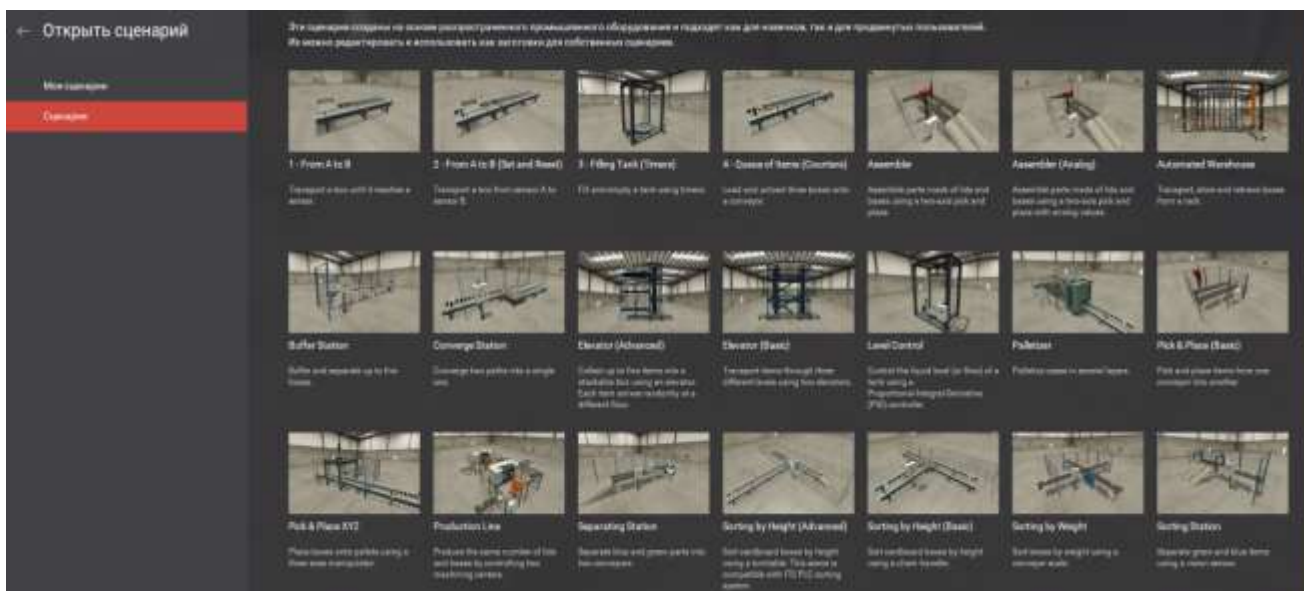


Рисунок 4.5 – Меню сценариев

Перед управлением сценой с помощью внешнего контроллера (например, ПЛК) рекомендуется проверить его вручную. Таким образом, вы можете убедиться, что макет сцены работает как положено. Но сначала вам нужно узнать, что такое теги и как их можно использовать для управления частями.

Любая деталь, являющаяся датчиком или приводом, имеет хотя бы одну метку. Метки сделаны из имени и значения и может быть двух различных типов: датчики метки и исполнительные механизмы Теги. Они могут содержать три различных типа данных: логическое значение для значений включения / выключения, число с плавающей запятой для аналоговых значений (действительные числа) и целое число для конкретных данных.

Значения тегов могут быть принудительно установлены в любой момент, что позволяет вам играть роль контроллера. Для того, чтобы контролировать сцену вручную, принудительно на исполнительные механизмы Теги, имитируя значение поступающего из контроллера.

Вывод по разделу четыре:

В данном разделе моей работы было произведено описание создания технологического проекта в TIA PORTAL из шаблона, а также подключение TIA PORTAL к FACTORY I/O.

5 СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА TIA PORTAL ИЗ ШАБЛОНА. ПОДКЛЮЧЕНИЕ TIA PORTAL К FACTORY I/O

Для начала визуализации своего технологического процесса необходимо установить одну из версий программного обеспечения FACTORY I/O. После установки запускаем соответствующую иконку на рабочем столе ПК. Изначально рабочее окно среды разработки TIA Portal находится в режиме порталного представления.

Для создания нового проекта необходимо выбрать левой кнопкой мыши действие Create new project (создать новый проект), после чего указать название проекта, задать каталог на диске, в котором будут храниться файлы проекта, и нажать на экране кнопку Create.

Следующий шаг – конфигурация используемого аппаратного оборудования – “Devices & Networks - Configure a device”. Необходимо добавить в проект (Add new device) контроллер Simatic S7-1200 модели “CPU - 1214C DC/DC/DC” с номером 6ES7 1214-1AG31-0XB0. При этом в поле Device name необходимо указать имя контроллера либо оставить автоматически предложенное имя (PLC_1). Нажать на экране кнопку Add. В результате этого представление проекта автоматически изменится на проектно-ориентированное, в котором в рабочей области окна появится графическое изображение добавленного в проект контроллера. Щелкнув на нем правой кнопкой мыши и выбрав во всплывающем меню пункт Properties (свойства), в нижней части экрана в окне инспектора свойств объекта можно просматривать и нужным образом настраивать свойства ЦПУ. В окне свойств можно установить следующие параметры

На рисунке 5.1-5.4 представлено поэтапное создание нового проекта из шаблона. Для создания нового проекта TIA Portal необходимо запустить TIA Portal, нажать на кнопку Поиск и открыть шаблонный проект FactoryIO_Template_S7-1200_V14. Данный проект настроен на работу со средой FACTORY I/O.

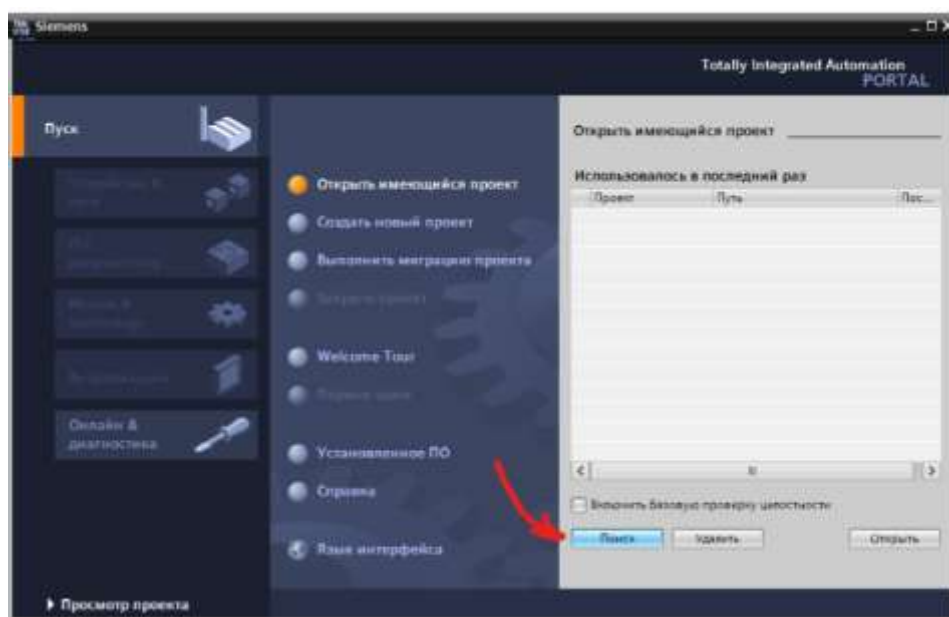


Рисунок 5.1 – Главное меню TIA Portal

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 29 |

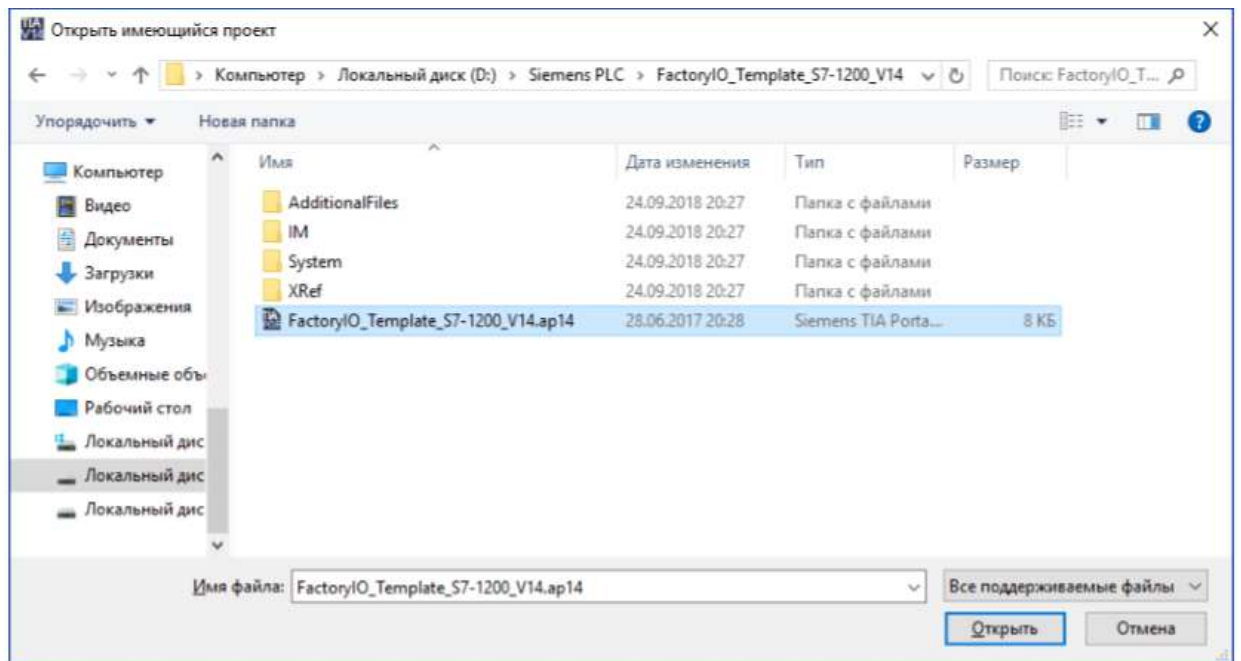


Рисунок 5.2 – Открытие проекта

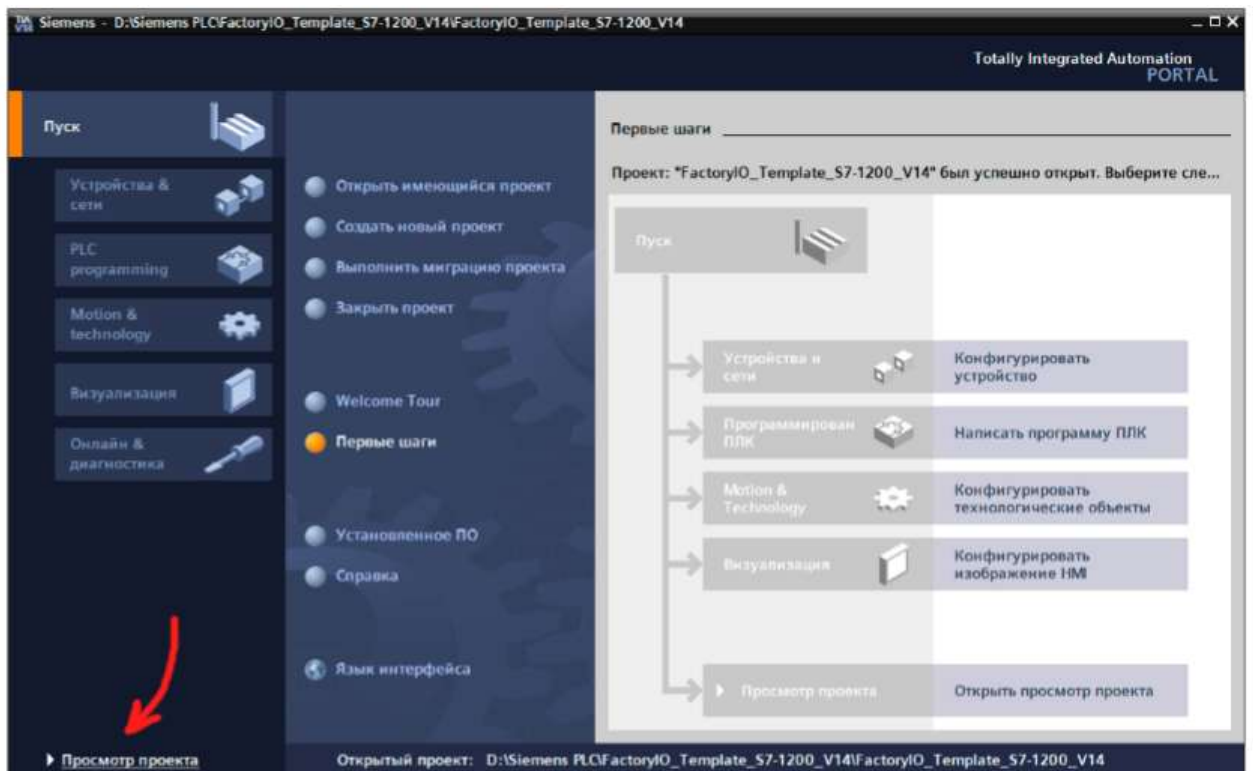


Рисунок 5.3 – Главное меню TIA Portal

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ

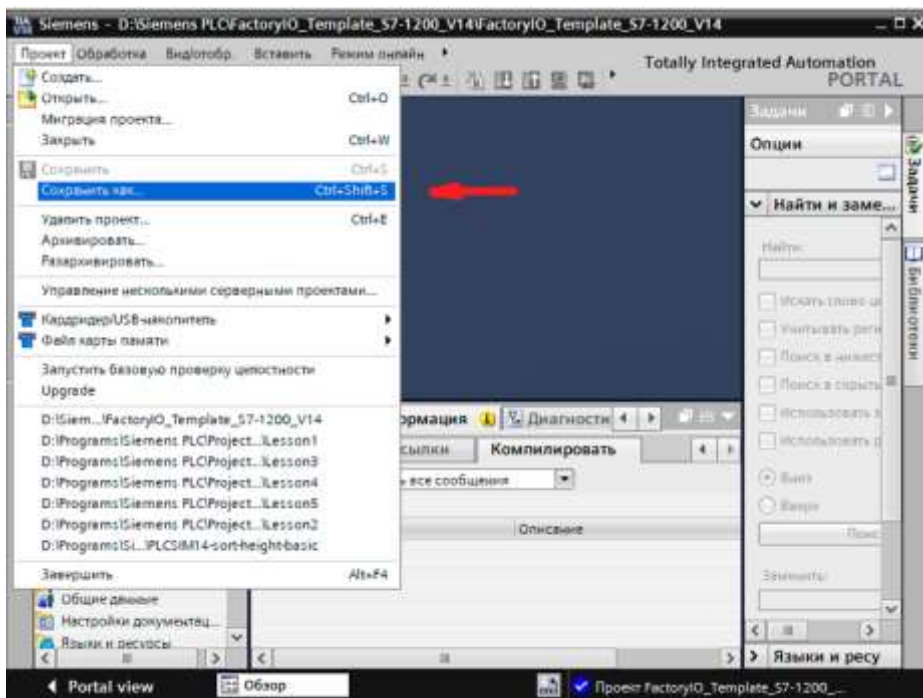


Рисунок 5.4 – Сохранение проекта

Чтобы начать запуск симулятора выберите программируемое устройство (PLC_1) или программный блок и нажмите “Запустить симуляцию” на панели инструментов сверху, представленное на рисунке 5.5. При первом запуске симулятора в него будет записана текущая программа из открытого проекта.

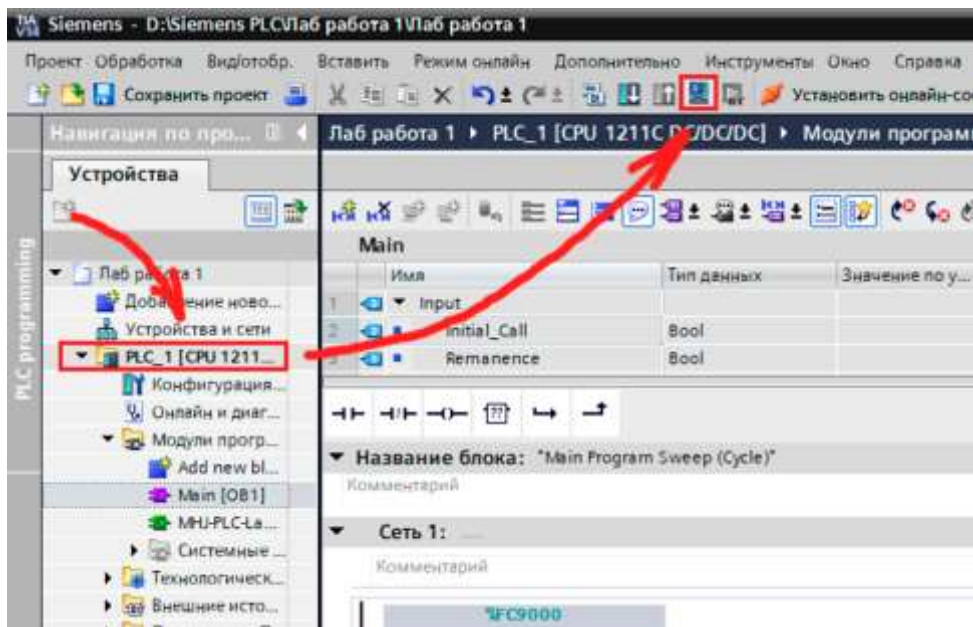


Рисунок 5.5 – Запуск симулятора ПЛК

Для выбора языка релейно-контактной логики необходимо нажать правой кнопкой мыши на программный блок Main [OB1] (в разделе Модули

программирования) и в строке Switch programming language выбрать LAD, представленное на рисунке 5.6.

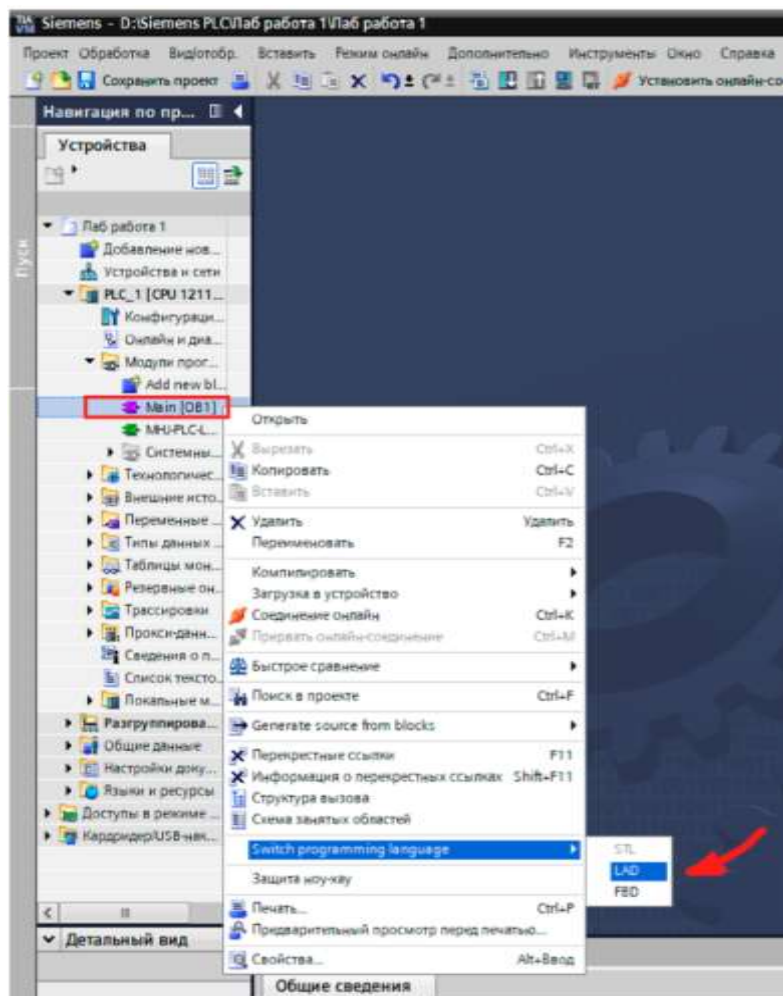


Рисунок 5.6 – Выбор языка программирование

Чтобы начать запуск симулятора выберите программируемое устройство (PLC_1) или программный блок и нажмите Запустить симуляцию на панели инструментов сверху, представленное на рисунке 5.7-5.9. При первом запуске симулятора в него будет записана текущая программа из открытого проекта.

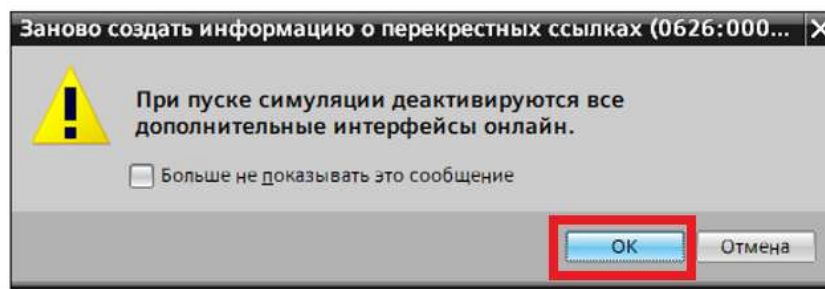


Рисунок 5.7 – Создание информации о перекрестных ссылках

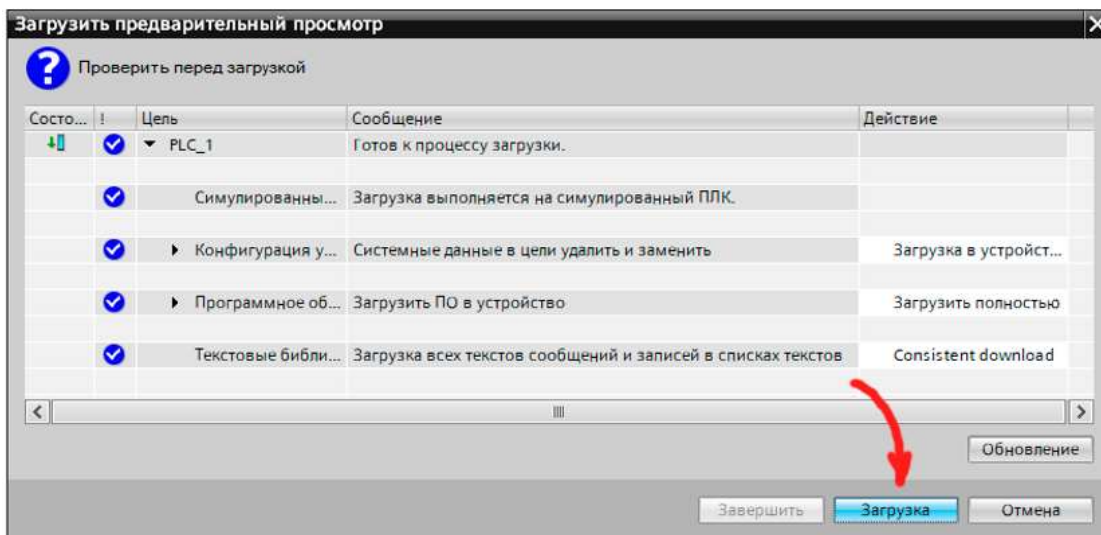


Рисунок 5.8 – Загрузка предварительного просмотра

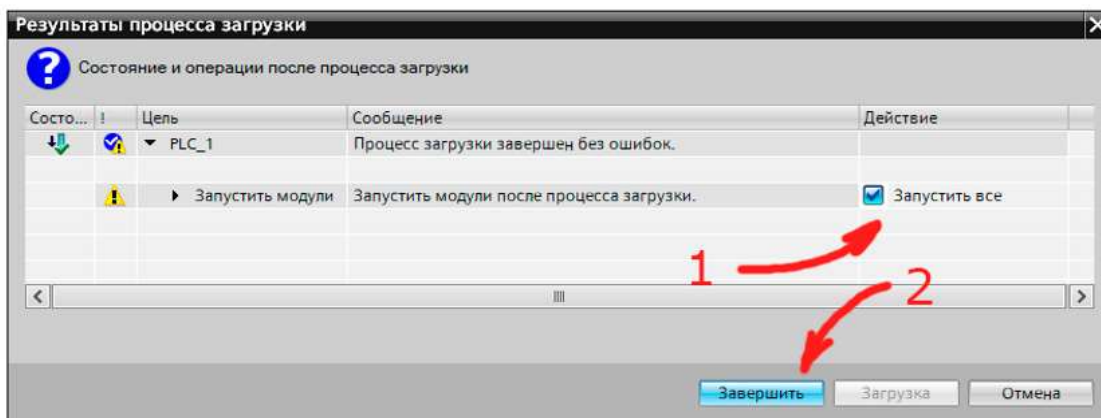


Рисунок 5.9 – Результаты процесса загрузки

После запуска симулятора его можно свернуть при помощи соответствующей кнопки представленное на рисунке 5.9.

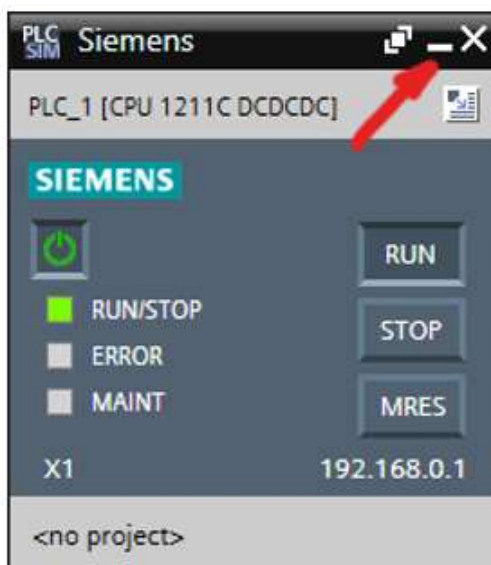


Рисунок 5.9 – Запуск симулятора ПЛК

Однажды запустив симулятор ПЛК, представленный на рисунке 5.11, его не требуется закрывать и запускать заново, чтобы испытать новую программу. Для загрузки программы достаточно нажать на “Загрузка в устройство” на панели инструментов, представленное на рисунке 5.12.

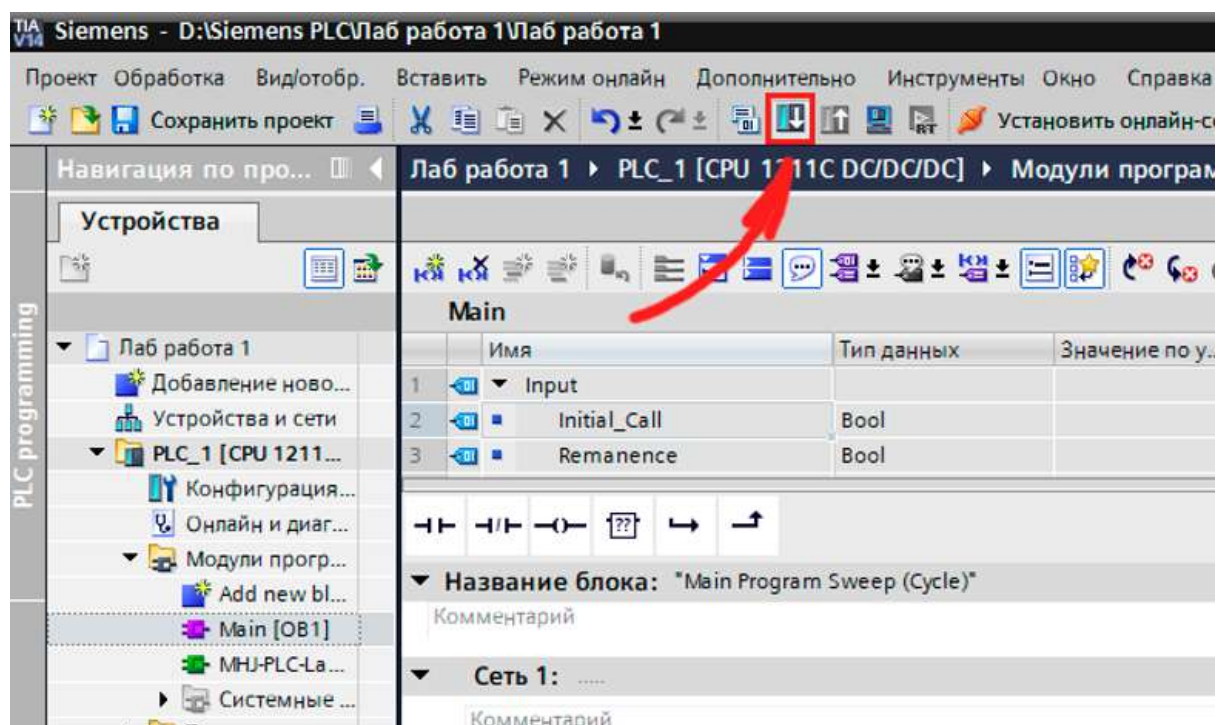


Рисунок 5.11 - Запись программы в симулятор ПЛК

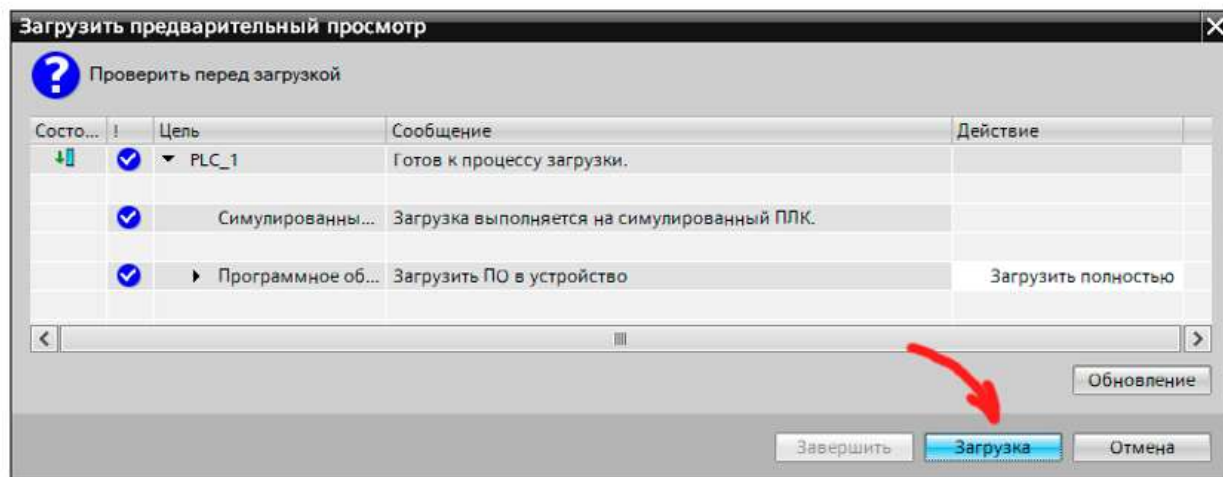


Рисунок 5.12 – Загрузка предварительного просмотра

В качестве системы управления смоделированным объектом были выбраны ПО от Siemens, а именно TIA Portal и S7-PLCSIM. Порядок инициализации управления объекта через ранее сказанные программы отображен на рисунках 5.11 – 5.16. Подробный порядок действий будет приведен ниже. Подключение FACTORY I/O к симулятору ПЛК

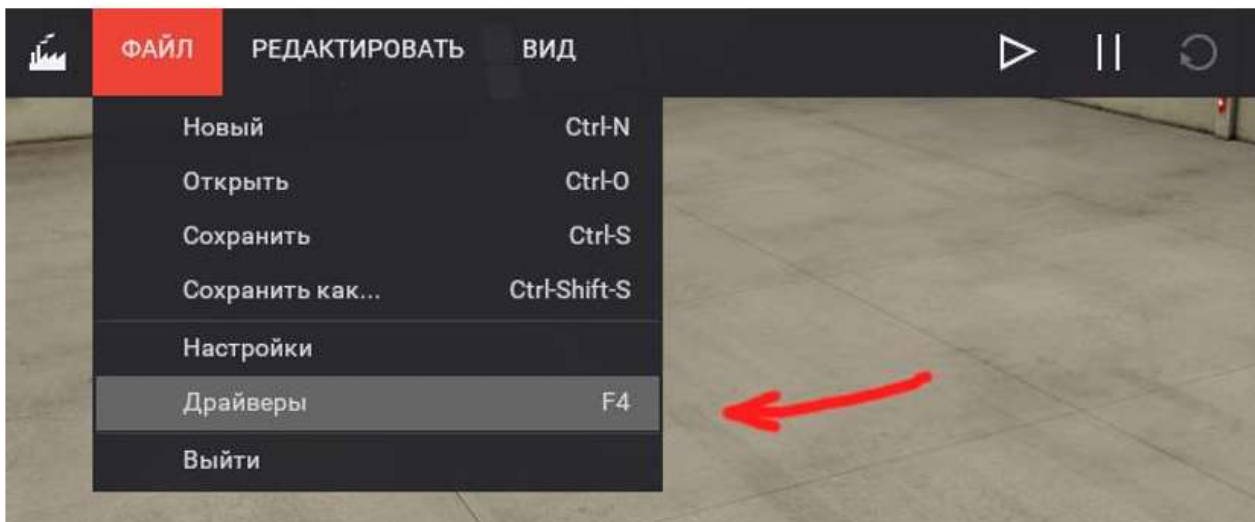


Рисунок 5.12 – Переход в меню драйверы



Рисунок 5.13 – Список ПЛК



Рисунок 5.14 - Переход в меню конфигурации

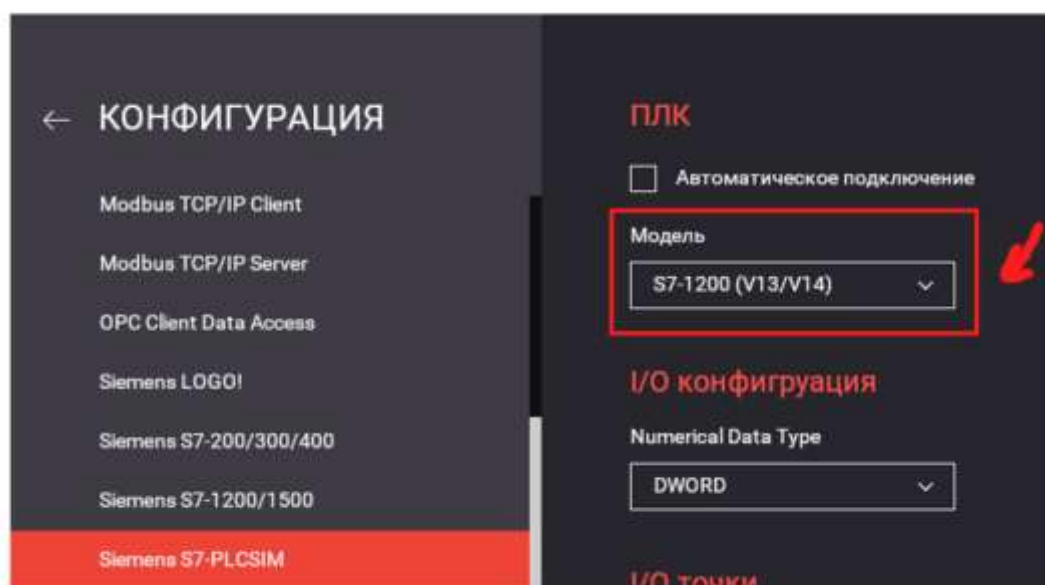


Рисунок 5.15 – Выбор модели ПЛК

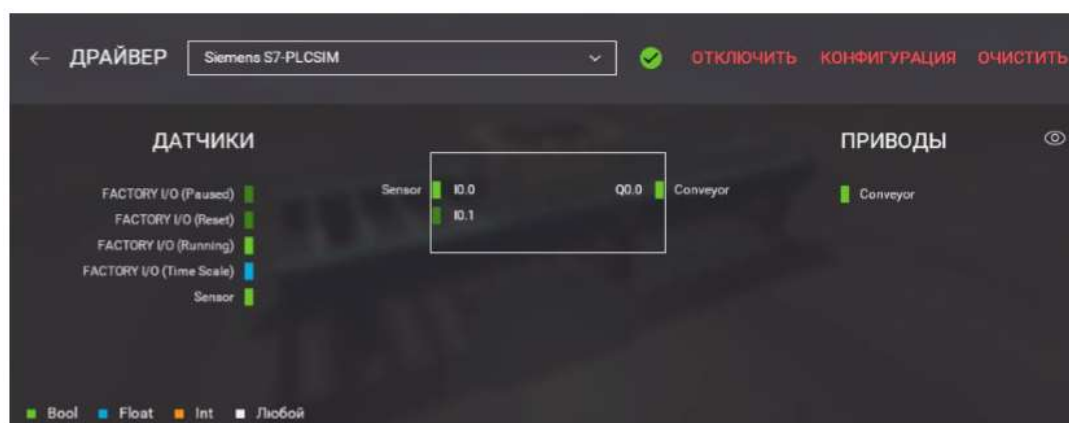


Рисунок 5.16 – Меню датчиков

В ранее написанном проекте TIA Portal запускаем симуляцию, выбрав контроллер в программном блоке которого, сохранена программа для управления

объектом в FACTORY I/O, представленное на рисунке 5.4. В окне загрузки программы в виртуальный ПЛК убеждаемся в правильности компиляции программы и отсутствии. Следующий шаг – запускаем, сохраненный ранее, проект FACTORY I/O и нажатием F4 или через вкладку главного окна открываем окно выбора управляющего ПО, представленные на рисунке 5.11. В открывшемся окне в выдвигном списке выбираем способ управления объектом, в нашем случае это Siemens S7-PLCSIM (рисунок 5.12). FACTORY I/O сама подтянет все сигналы управления к виртуальному плк, остается только перепроверить их, чтобы адреса сигналов управления FACTORY I/O и соответствующие им сигналы управления в программе TIA Portal имели одинаковый адрес. Обычно FACTORY I/O сопоставляет сигналы корректно. Стоит заметить, для корректности работы должно быть выбрано для виртуально плк необходимое число входов/выходов и модель плк в конфигурации FACTORY I/O (рисунок 5.13, рисунок 5.14) должна совпадать с виртуальным ПЛК от S7-PLCSIM. После выбора нужной модели плк и установки необходимого числа входов / выходов, возвращаемся к предыдущему окну. Перепроверяем входные и выходные сигналы и нажимаем на “Подключиться”. Появляется индикатор успешного подключения. Возвращаемся к главному окну программы, где также можно заметить успешность подключения и вид управления системой в правом нижнем углу . Для начала отладки или проверки системы нажимаем на кнопку PLAY в верхней части окна. В данном режиме можно воздействовать непосредственно на пульт оператора с помощью компьютерной мыши начать процесс. А в режиме от первого лица можно почувствовать себя оператором.

Factory I/O имеет множество драйверов, которые позволяют общаться с самыми разнообразными PLC 's, будь то через прямую связь с ними, через сервер, через плату для приобретения данных или используя открытые протоколы связи.

На протяжении данной ВКР единственным используемым драйвером было то, что позволяет подключать Factory I/O к OPC-серверу, и, следовательно, это будет единственным, к которому будут подходить

После настройки OPC-сервера, чего не делается в этой программе, выполнить подключение относительно просто. В окне настройки достаточно найти доступные серверы, нажав кнопку "Browse Server", а после завершения поиска выбрать нужный сервер. Затем необходимо провести опрос сервера в поисках переменных, и для этого достаточно нажать кнопку "Browse items", завершив настройку.

Вывод по разделу пять:

В данном разделе моей работы было произведено поэтапное описание создания нового проекта TIA PORTAL из шаблона, а также подключение TIA PORTAL к FACTORY I/O .

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 37 |

6 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

6.1 Общие сведения для выполнения лабораторных работ

Для выполнения лабораторных работ по данному пособию будет необходимо использовать следующее программное обеспечение:

1) TIA Portal – интегрированная среда разработки программного обеспечения систем автоматизации технологических процессов от уровня приводов и контроллеров до уровня человеко-машинного интерфейса. Разработчик – Siemens AG.

1.1) STEP 7 – редактор программ для ПЛК. Входит в состав TIA Portal.

1.2) S7-PLCSIM – симулятор ПЛК (S7-1200). Входит в состав TIA Portal.

2) FACTORY I/O – интерактивная трехмерная среда виртуальных объектов управления.

6.2 Состав рабочего места

Стандартное автоматизированное рабочее место имеет включает в себя следующие изделия и блоки.:

– Системного блока, включающий в себя основную аппаратную логику, обеспечивающую нормальное функционирование компьютера;

– Монитор, являющимся основным средством вывода информации, через который выдается подавляющее количество всей выводимой информации;

– Мультимедиа - акустической система, состоящей, как правило, из звуковой платы и двух небольших колонок;

– клавиатуры как основного средства ввода;

– манипулятора типа "мышь".

6.3 Порядок выполнения лабораторных работ

1. К выполнению лабораторных работ студент может приступить после инструктажа по технике безопасности в лаборатории (о чем студент расписывается в журнале по технике безопасности).

2. Получить задание на лабораторную работу.

3. Изучить теоретический материал, достаточный для выполнения лабораторной работы. Ответить на контрольные вопросы и получить у преподавателя разрешение к проведению лабораторной работы.

4. Перед написанием программы студент анализирует поставленную задачу и разрабатывает алгоритм. Алгоритм может быть представлен в виде блок-схемы, помогающей при программировании не упустить какие-либо операции, переходы и заикливания в программе. Примеры алгоритмов и тексты программ приведены в описании лабораторных работ.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 38 |

5. Разработка программы на графическом языке программирования FBD включает следующие этапы:

- а) подготовку исходной диаграммы программы;
- б) моделирование программы;
- в) отладку программы.

Обычно эти этапы циклически повторяются, потому что при нахождении ошибок при моделировании или при отладке приходится вновь возвращаться к первому этапу и изменять диаграмму программы для устранения ошибок.

6. Программирование контроллера при помощи программы TIA Portal.

7. Каждый студент оформляет индивидуальный отчет в объеме, указанном преподавателем. Отчет оформляется согласно требованиям ЕСКД и стандартов предприятия. К выполнению следующей лабораторной работы без сдачи отчета о предыдущей работе студент не допускается.

6.4 Лабораторная работа № 1. Создание элементарной программы

Цель работы: научиться запускать интегрированную среду разработки программ для ПЛК, изучить принцип составления программ на языке релейно-контактной логики.

Содержание работы:

1. научиться запускать интегрированную среду разработки TIA Portal и создавать новый проект из шаблона;
2. приобрести навыки составления программ на языке релейно-контактной логики;
3. составить программу управления выходом ПЛК в зависимости от входа;
4. научиться загружать программу в симулятор ПЛК S7-PLCSIM;
5. получить навыки работы с интерактивной трехмерной средой виртуальных объектов управления FACTORYI/O.

Синтаксис языка LD (LAD) (рисунок 6.1) удобен для замены логических схем, выполненных на релейной технике. Ориентирован на инженеров по автоматизации, работающих на промышленных предприятиях. Обеспечивает наглядный интерфейс логики работы контроллера, облегчающий не только задачи собственно программирования и ввода в эксплуатацию, но и быстрый поиск неполадок в подключаемом к контроллеру оборудовании.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 39 |

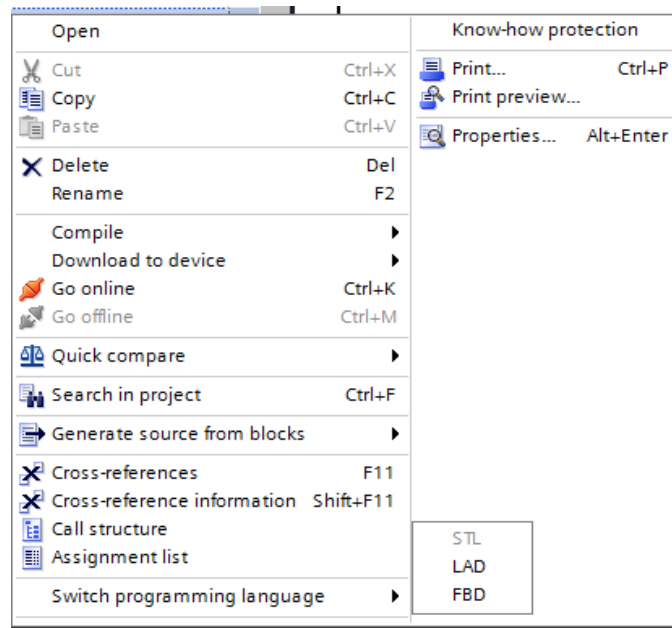


Рисунок 6.1 – Выбор языка программирования в среде TIA Portal

Программа на языке релейной логики имеет наглядный и интуитивно понятный инженерам-электрикам графический интерфейс, представляющий логические операции как электрическую цепь с замкнутыми и разомкнутыми контактами. Протекание или отсутствие тока в этой цепи соответствует результату логической операции (истина – если ток течёт; ложь – если ток не течёт).

Основными элементами языка являются контакты, которые можно образно уподобить паре контактов реле или кнопки. Пара контактов отождествляется с логической переменной, а состояние этой пары – со значением переменной.

Различаются нормально замкнутые и нормально разомкнутые контактные элементы, которые можно сопоставить с нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми кнопками в электрических цепях.

В LD можно использовать следующие элементы:

- $\text{—} | \text{—}$ Нормально разомкнутый контакт разомкнут при значении ложь назначенной ему переменной и замыкается при значении истина.
- $\text{—} | / | \text{—}$ Нормально замкнутый контакт, напротив, замкнут, если переменная имеет значение ложь, и разомкнут, если переменная имеет значение истина.
- $\text{—} (\quad) \text{—}$ Итог логической цепочки копируется в целевую переменную, которая называется катушка.
- Блоки функций Каждый блок представляет собой функцию, которая выполняется, когда к блоку течет ток.

Всем возможным типам переменных в контроллерах присвоены системные имена. Обозначения «I» и «Q» присвоены соответственно дискретным входам и

выходам. Для элементов логической схемы алгоритма предусматриваются специальные обозначения, напоминающие обозначения элементов электрических схем. На рисунке 6.2 показаны последовательно включенные ключ (вход) I0.1 и катушка реле (выход) Q0.1. Вертикальная линия условно определяет собой цепь подачи питания. Выход Q0.1 активизируется, как только появится сигнал на входе I0.1.

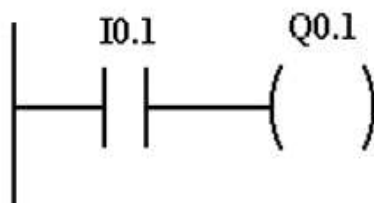


Рисунок – 6.2 Пример представления одной логической цепи

Выход Q0.1 в программе на рисунке 6.3 активизируется тогда, когда появится сигнал на входе I0.3 и сигналы хотя бы на одном из входов I0.1 или I0.2.

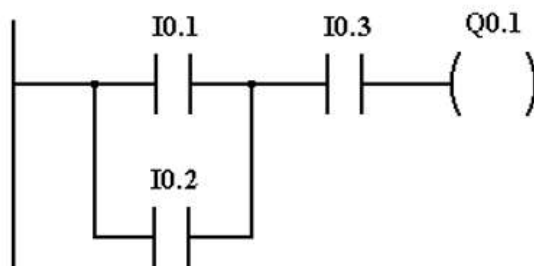


Рисунок 6.3 - Пример представления цепи с логическими элементами «ИЛИ» и «И»

На рисунке 6.4 представлена программа, содержащая в себе блок таймера. Указанный в программе таймер, имеет дискретность отсчета 10 мс. Установка таймера равна 300 и он сработает через 3000 мс после поступления сигнала на вход I0.1. При этом замкнется управляющий контакт таймера T32 и выход Q0.1 будет активизирован. Все действия программы выполняются по очереди – шаг за шагом, поэтому программа состоит из двух цепей.

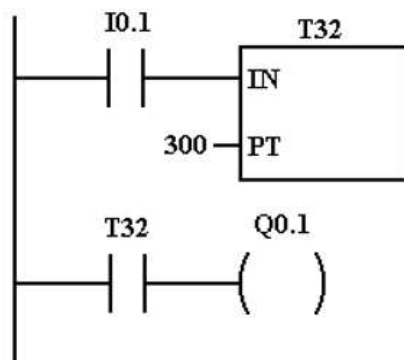


Рисунок 6.4 - Пример представления программы с таймером

Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы: научиться запускать интегрированную среду разработки программ для ПЛК, изучить принцип составления программ на языке релейно-контактной логики.

Задачи:

- научиться запускать интегрированную среду разработки TIA Portal и создавать новый проект из шаблона;
- приобрести навыки составления программ на языке релейно-контактной логики;
- составить программу управления выходом ПЛК в зависимости от входа;
- научиться загружать программу в симулятор ПЛК S7-PLCSIM;
- получить навыки работы с интерактивной трехмерной средой виртуальных объектов управления FACTORY I/O.

Использованное оборудование: персональный компьютер.

Ход работы

Запустить FACTORY I/O и открыть сценарий «1 - From A to B». Для выполнения лабораторной работы требуется заставить конвейер двигаться до тех пор, пока не работает датчик на его конце.

В меню выбора драйвера (указать Siemens S7-PLCSIM) слева можно видеть список датчиков и внутрисистемных переменных, а справа – список исполнительных устройств. В центральной части экрана расположен ПЛК, к входам и выходам которого можно подключать элементы ранее упомянутых списков простым перетягиванием курсором мыши.

Создание нового проекта TIA Portal из шаблона

Составим программу, запустив TIA Portal. Создадим новый проект на основе шаблона и сменим язык программирования на LAD (язык релейно-контактной логики).

Определившись с тем, какие имеются устройства для входов и какими устройствами нужно управлять через выходы, приступил к составлению программы.

Объектом управления будет служить конвейер (Conveyor), подключенный к выходу Q0.0.

На рисунке 6.5 представлен этап, когда выход будет активизирован сразу при включении контроллера.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 42 |

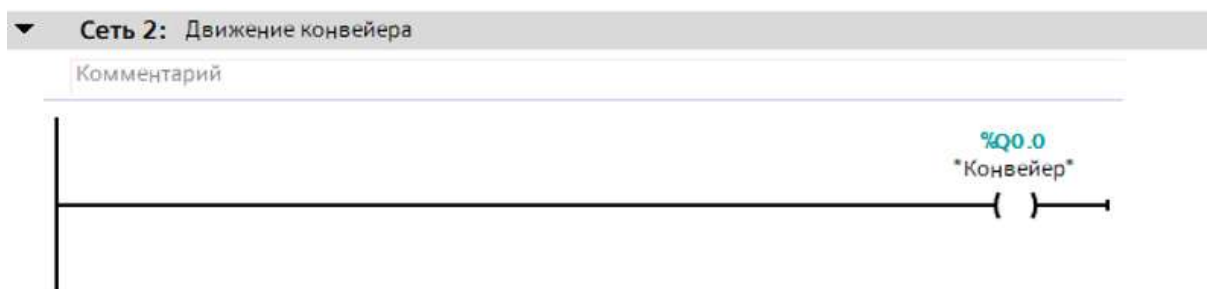


Рисунок 6.5 – Пример реализации движения конвейера

Согласно заданию работы, конвейер должен двигаться, пока не сработает датчик. С учётом ранее сказанного, пока датчик выдаёт «единицу», выход также должен выдавать её. Чтобы вовремя подать сигнал на блок выхода Q0.0 (активизировать его), необходимо использовать подходящий для нашего алгоритма блок контакта. Пропускает через себя «ток» (сигнал) в активизированном состоянии замыкающий (нормально разомкнутый) контакт.

Выделить горизонтальную линию слева от блока выхода и разместить на ней блок «Замыкающий контакт», присвоим ему вход %I0.0 и переименуем в «Датчик», показанной на рисунке 6.6.

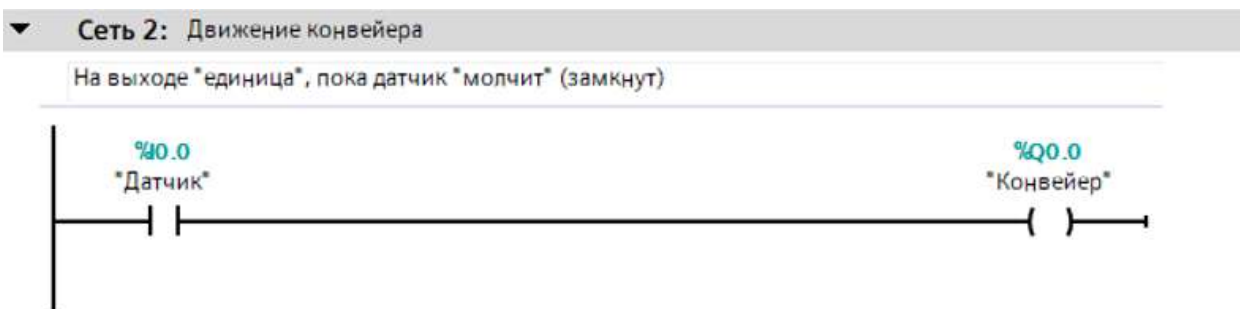


Рисунок 6.6 – Пример реализации движения конвейера

Запустить симулятор ПЛК и загрузить в него программу. В среде FACTORY I/O подключиться к симулятору и запустить сценарий вместе с исполнением программы контроллера, показанной на рисунке 6.7.



Рисунок 6.7 – панель запуска сценария

Требования к отчету

Отчёт должен содержать:

- цель исследования
- описания хода выполнения работы.

- описание требуемой автоматизировать в виртуальной среде FACTORYI/O установки
- наличие иллюстрации, подключения к выводам ПЛК в FACTORYI/O;
- наличие иллюстрации, демонстрирующей конечный вариант программы в TIA Portal.
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое ПЛК?
2. Раскройте понятие «микропроцессорная система управления». Какие существуют синонимы данного понятия?
3. Что такое дискретный вход или выход? Как определяются их состояния?
4. Понятие и состав программного обеспечения. Операционная система. Система программирования. Прикладная программа.
5. Как создать проект в системе программирования TIA (Totally Integrated Automation) Portal?
6. В чем вы видите достоинства и (или) недостатки микропроцессорных систем управления?
7. Дайте характеристику дискретным входам и выходам контроллера S7-1200.

6.5 Лабораторная работа № 2 Установка и сброс выходов

Исследовать блоки Set и Reset языка релейно-контактной логики, научиться проводить отладку программы при помощи режима мониторинга.

Язык LD (LAD) в своём распоряжении, кроме прочего, имеет такие блоки, как Set («Установка выхода») и Reset («Сброс выхода»). Они позволяют установить значение на выходе и сохранять его до тех пор, пока не будет активизирован блок, противоположный последнему использованному. То есть, например, если был активизирован блок Set для выхода Q0.0, то на нём появится логическая единица. После того, как с блока Set был снят сигнал, то на выходе Q0.0 по-прежнему останется логическая единица. Как только мы подадим сигнал на блок Reset для этого же выхода, то на нём появится логический ноль. После отключения сигнала с блока Reset выход Q0.0 будет продолжать выдавать логический ноль, вплоть до тех пор, пока не будет вновь активирован блок Set для данного выхода. В среде TIA Portal данные блоки расположены в панели инструкций, в папке «Соединение бит» и обозначаются как -(S)- и -(R)- , показанные на рисунке 6.8.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 44 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

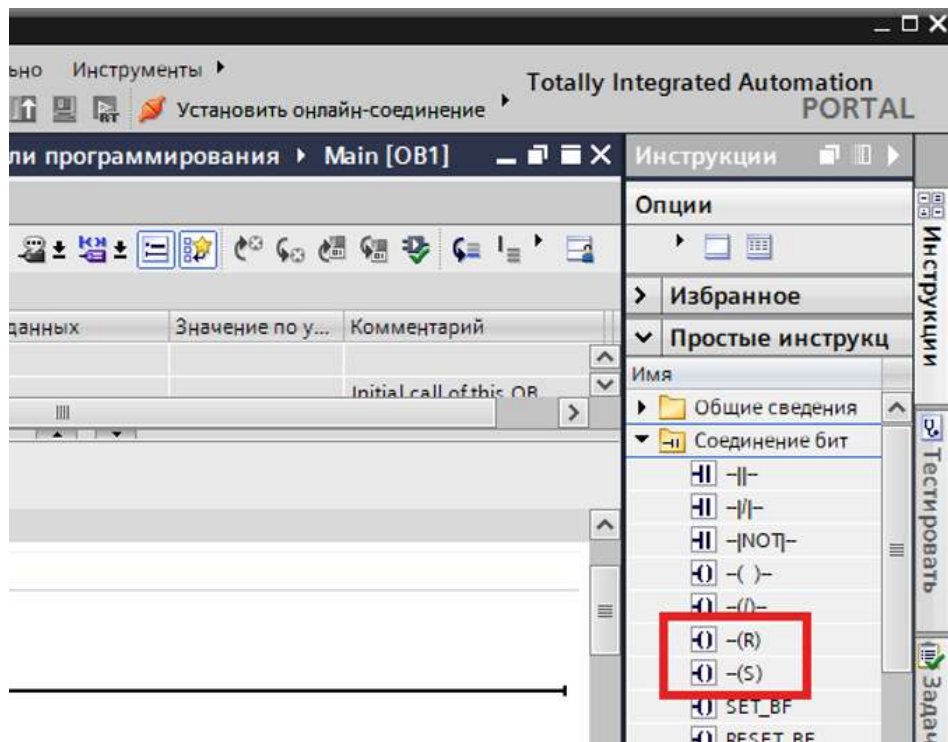


Рисунок 6.8 – Панель инструкций

Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы: изучить принцип работы с блоками Set и Reset, получить навыки составления программ на языке релейно-контактной логики.

Задачи:

- изучить принцип работы с блоками Set и Reset;
- приобрести навыки составления программ на языке релейно-контактной логики;
- научиться пользоваться режимом мониторинга для отладки программ.

Использованное оборудование: персональный компьютер.

Ход работы:

Запустим FACTORY I/O и откроем сценарий «2 - From A to B (Set and Reset)». Для выполнения лабораторной работы требуется реализовать следующий алгоритм управления: длинный (второй) конвейер (Conveyor) начинает работать, когда срабатывает датчик А, и останавливается, когда срабатывает датчик В.

В меню выбора драйвера можно видеть 2 конвейера. Первый (Entry conveyor) настроен на постоянную работу, она никогда не останавливается, управлять им не требуется. Второй (Conveyor) не активен и ждёт сигнала управления, чтобы начать движение. На рисунке 6.9 также имеются два датчика – Sensor A и Sensor B. Возникает вопрос какой стоит в каком месте. Для того, чтобы узнать это, необходимо нажать на кнопку «Тэги датчиков», после чего рядом с самими датчиками появляются их названия (тэги). Датчик А стоит в начале, В – в конце.

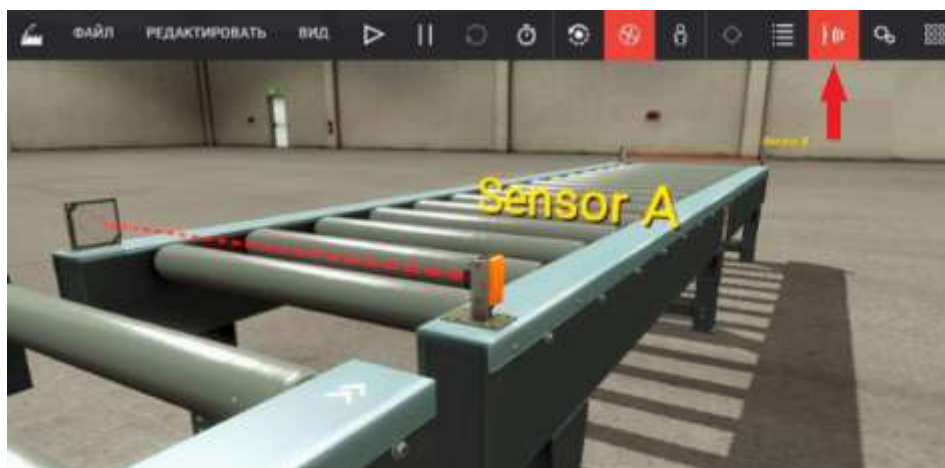


Рисунок 6.9 – теги датчиков

Так как датчики используют нормально замкнутый контакт, в чём можно убедиться в меню драйвера по ярко-зелёным значкам датчиков (см. рисунок ниже), то мы должны производить управляющие воздействия на конвейер при пропадании сигнала с соответствующих им входов. В среде TIA Portal требуемую функциональность нам обеспечивает блок «Размыкающий контакт». Когда груз доедет до датчика А, выход конвейера должен активизироваться. В результате груз продолжит движение, а вскоре покинет зону срабатывания датчика А. Следовательно, соответствующий ему вход изменит своё состояние на противоположное. Но, согласно заданию, конвейер не должен остановиться. Поэтому в качестве выхода должен быть использован не блок «Назначение» $(-)$, а блок Set («Установка выхода») (S) . После того, как с него снимается сигнал, назначенный выход сохраняет в качестве значения логическую единицу, пока не будет подан сигнал на блок Reset («Сброс выхода») (R) . А это должно произойти в момент срабатывания датчика В.

После составления программы будет полезно, а во многих случаях просто необходимо, провести отладку при помощи режима мониторинга. Для его включения в TIA Portal необходимо нажать на «Установить онлайн-соединение» на общей панели инструментов, а затем на «Вкл/выкл мониторинга» на панели инструментов окна редактирования программы, показанные на рисунке 6.10.



Рисунок 6.10 – Конечное построение в окне «Драйвер»

Перед включением режима мониторинга загрузите в симулятор ПЛК текущую (последнюю) версию программы.

После включения режима мониторинга, мы можем наблюдать на рисунке 6.11 следующее состояние входов и выходов:

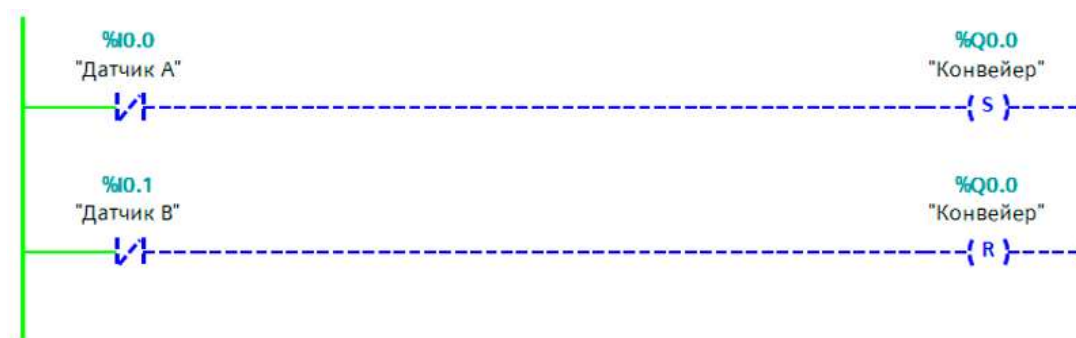


Рисунок 6.11 – Начало работы программы

Датчики замкнуты, поэтому блоки типа «Размыкающий контакт» не пропускают сигнал дальше. Выход %Q0.0 не активизирован, так как блоки Set и Reset синего цвета. Теперь запустим сценарий в FACTORY I/O и дождёмся момента, когда груз заедет в зону срабатывания датчика А, после чего нажмём паузу и посмотрим на нашу программу.

На рисунке 6.12 показано, что датчик А сработал, и сигнал дошёл до выхода %Q0.0 в блоке Set. После этого позволим грузу проехать зону действия датчика А и вновь взглянем на программу.



Рисунок 6.12 – Срабатывание датчика А

Сигнал опять не может пройти через «Размыкающие контакты», но выход %Q0.0 остался активизированным (рис. 6.13), что видно по зелёному цвету блоков, связанных с данным выходом. Продолжим выполнение сценария, позволив грузу доехать до датчика В.



Рисунок 6.13 – Выход %Q0.0 остался активизированным

На блок Reset был подан сигнал, в результате чего блоки, связанные с соответствующим ему выходом, окрасились в синий цвет, а значит и сам выход был отключен. После перезапуска или останова сценария, можно увидеть, что при пропадании сигнала с блока Reset, выход остаётся в отключенном состоянии.



Рисунок 6.14 – Подача сигнала на блок Reset

Требования к отчету

Отчёт должен содержать:

- цель исследования
- описания хода выполнения работы.
- описание требуемой автоматизировать в виртуальной среде FACTORYI/O установки
- наличие иллюстрации, подключения к выводам ПЛК в FACTORYI/O;
- наличие иллюстрации, демонстрирующей конечный вариант программы в TIA Portal.
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

- 1 Назначения блоков Set («Установка выхода») и Reset («Сброс выхода»)
- 2 Что такое “язык программирования”?
- 3 Что собой представляет стандарт МЭК 61131-3?
- 4 Перечислите графические языки программирования?
- 5 Перечислите текстовые языки программирования?

6.6 Лабораторная работа № 3 Построение собственного сценария

Существует два способа запуска проекта в Factory I/O. Это можно было бы сделать либо создавая новый проект с самого начала, либо используя одну из многочисленных сцен, которая поставляется с программным обеспечением. С помощью обоих методов сцена может быть изменена и сохранена в будущем.

Программное обеспечение было создано для удобства использования. Справа от него расположено окно палитры, содержащее все компоненты, доступные для создания сцен. Их можно добавить в главную сцену, перетащив в нужное место.

Делая то, что было упомянуто ранее о программном обеспечении Factory I/O, можно создать сцену, но если цель состоит в том, чтобы соединить ее и управлять ею с помощью ПЛК, требуются некоторые дополнительные шаги.

Поскольку целью было управление средой с помощью ПЛК, необходима конфигурация драйвера. Заводские операции ввода-вывода имеют драйверы для наиболее распространенных марок ПЛК. Конфигурация ПЛК выполняется на вкладке "Drivers" (Драйверы). Сначала необходимо выбрать модель ПЛК, а затем будет доступна оставшаяся для нее конфигурация. Для успешного приготовления кондитерских изделий необходимо выполнить следующие настройки:

1. Адрес хоста: адрес ПЛК.

2. Сетевой адаптер.

3. Смещение точек ввода/вывода: с целью отсутствия пересечений между реальным I/O и виртуальным I/O, смещение должно быть установлено с большим числом. Вместо ввода-вывода, доступного в ПЛК.

4. Флажок "Автосоединение" является необязательным, чтобы он был помечен. Если она помечена, программное обеспечение заводского ввода/вывода будет постоянно пытаться подключиться к ПЛК. В случае возникновения проблем с подключением ошибка окна не появляется.

После подключения ПЛК к заводскому вводу/выводу необходимо установить связи между входами и выходами. Это также выполняется на вкладке "Drivers" (Драйверы) путем перетаскивания датчиков, которые будут использоваться в соответствующем адресе входа (% I), и исполнительных механизмов на адресах выходов (% Q).

Существует два способа подключения ПЛК к заводскому вводу/выводу. Это можно сделать, установив флажок "Autocconnect" или выбрав опцию connect каждый раз, когда это необходимо. В любом случае при подключении устройств в левой части модели ПЛК появится зеленая проверка. Если опция "Autocconnect" не помечена и подключение невозможно, появится окно сообщения об ошибке, объясняющее основные причины этого.

После настройки заводских операций ввода-вывода для выбранного ПЛК и входов и выходов ПЛК должен быть сконфигурирован и запрограммирован, в данном случае для этой цели было выбрано программное обеспечение Siemens

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 49 |

TIA Portal. Фактически проект может быть выполнен либо с заводской частью ввода-вывода, либо с программируемой частью ПЛК.

В Siemens TIA Portal необходимо выполнить некоторые шаги для подключения ПЛК к заводским вводам/выводам. Важно убедиться, что в общей конфигурации устройства на вкладке "Protection" выбрана опция "no protection" и установите флажок "Permit access with PUD/GET communication from remote partner (PLC, HMI, OPC...)".

После настройки ПЛК необходимо выполнить программирование. Сначала добавьте список переменных в проект, а затем программирование основной программы. После этого отправьте изменения в ПЛК, чтобы его можно было использовать для управления процессом, созданным на заводе-изготовителе.

ПЛК и заводские входы/выходы будут подключены через Ethernet, поэтому важно проверить, что ПЛК и компьютер, на котором находится программное обеспечение, должны находиться в одной сети. Это можно сделать, открыв сеть и центр совместного использования и проверив подробности подключения Ethernet.

Как можно видеть на рисунке 6.16, имеется три конвейера, соединенных с цепным перемещателем. Имеется один вход объекта, прямоугольник с зелёной стрелкой, который обеспечивает процессу два различных типа объекта; Коробка (L) и синее сырье, оба сверху поддона. Есть два выхода для коробок, один прямой, а другой - влево. В обоих случаях прямоугольники исчезнут, когда дойдут до съемника, прямоугольника с красной стрелкой. Для управления процессом используются три диффузионных датчика. В таблицах 6.1-6.2 представлены входы и выходы для программирования ПЛК

Таблица 6.1 – Входы и выходы для программирования ПЛК

| | | |
|------------|---|-------|
| Start/Stop | Переключатель с ПЛК, если значение равно 1, то первый конвейер перемещается. Напротив, если значение равно 0, то первый конвейер не перемещается. | %I0.0 |
| (+)/Left | Переключатель с ПЛК, если значение равно 1, то коробка с первого конвейера уйдет налево. Напротив, если значение равно 0, то коробка будет по-прежнему прямо доходить до второго конвейера. | %I0.1 |
| Sensor 1 | Датчик из Factory I/O, расположенный в конце первого конвейера. | %I2.0 |
| Sensor 2 | Датчик из Factory I/O, расположенный в конце цепного перемещателя. | %I2.1 |
| Sensor 3 | Датчик из Factory I/O, расположенный в начале третьего конвейера. | %I2.2 |
| Sensor 4 | Датчик из Factory I/O, расположенный в конце первого конвейера. | %I2.3 |
| Sensor 5 | Датчик из Factory I/O, расположенный в конце третьего конвейера. | %I2.4 |

Таблица 6.2 – Выходы для программирования ПЛК

| | | |
|-----------------------|---|-------|
| Chain transfer (+) | Механизм управления движения конвейера из Factory I/O, который используется для перемещения цепного перемещателя в направлении (+) | %Q0.0 |
| Chain transfer (Left) | Механизм управления движения конвейера из Factory I/O, который используется для перемещения цепного перемещателя в направлении (Налево) | %Q0.1 |
| Roller conveyor 1 | Роликовый конвейер, который используется для подачи ящиков. | %Q0.2 |
| Roller conveyor 2 | Роликовый конвейер, который используется для подачи ящиков, если они идут прямо. | %Q0.3 |
| Roller conveyor 3 | Роликовый конвейер, который используется для подачи ящиков, если они налево. | %Q0.4 |

Как видно на рисунке 6.15 устанавливаются три рольганга и цепной перемещатель из библиотеки элементов Factory I/O, в необходимом для нас положении. Для этого используем меню настроек положения объектов – “Поворот по оси Z” или “Поворот по оси X”, показанное на рисунке 6.16.

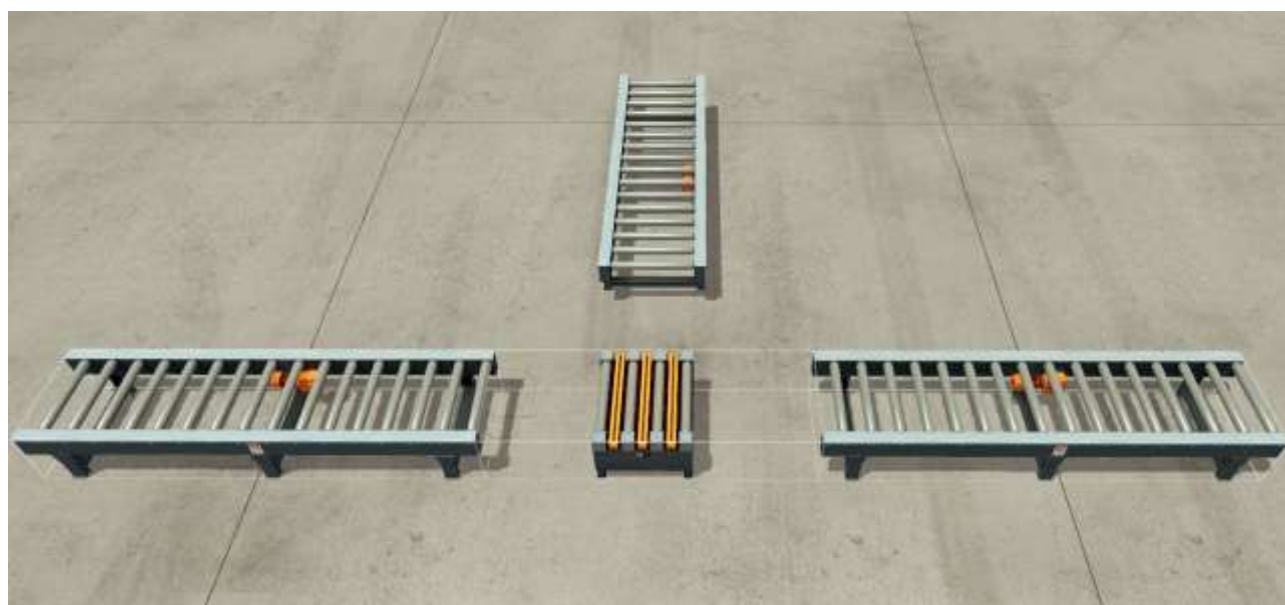


Рисунок 6.15 – Установка объектов из библиотеки элементов Factory I/O

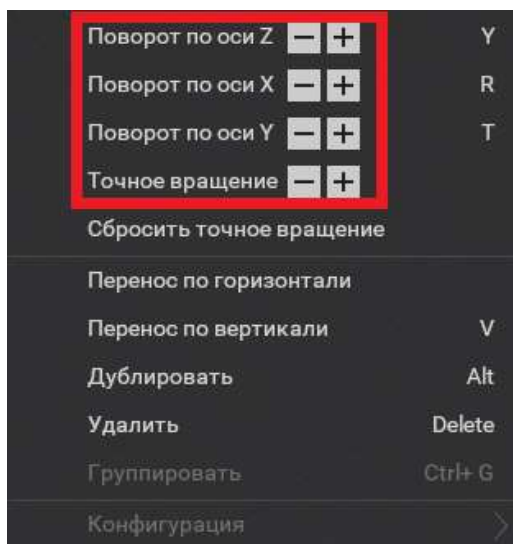


Рисунок 6.16 – меню настроек положения объекта

Объединение конвейеров с цепным перемещателем и установка блоков создания предметов и блока удаления. Данная установка служит для сортировки и укладки готовых изделий. Подобные системы распределения широко применяются в системах упаковки изделий, полученных на ТПА. Система распределения основана на базе горизонтального ленточного конвейера и цепным перемещателем, который при потребности в перемещении объектов вправо или влево, цепной повод поднимается. При поднятие открывают путь для движения изделий к конкретному выходу.

Как можно видеть на рисунке 6.17, имеется три конвейера, соединенных с цепным перемещателем. Имеется один вход объекта, прямоугольник с зелёной стрелкой, который обеспечивает процессу два различных типа объекта; Коробка (L) и синее сырье, оба сверху поддона. Есть два выхода для коробок, один прямой, а другой - влево. В обоих случаях прямоугольники исчезнут, когда дойдут до съёмника, прямоугольника с красной стрелкой. Для управления процессом используются три диффузионных датчика.



Рисунок 6.17 – объединение конвейеров с цепным перемещателем

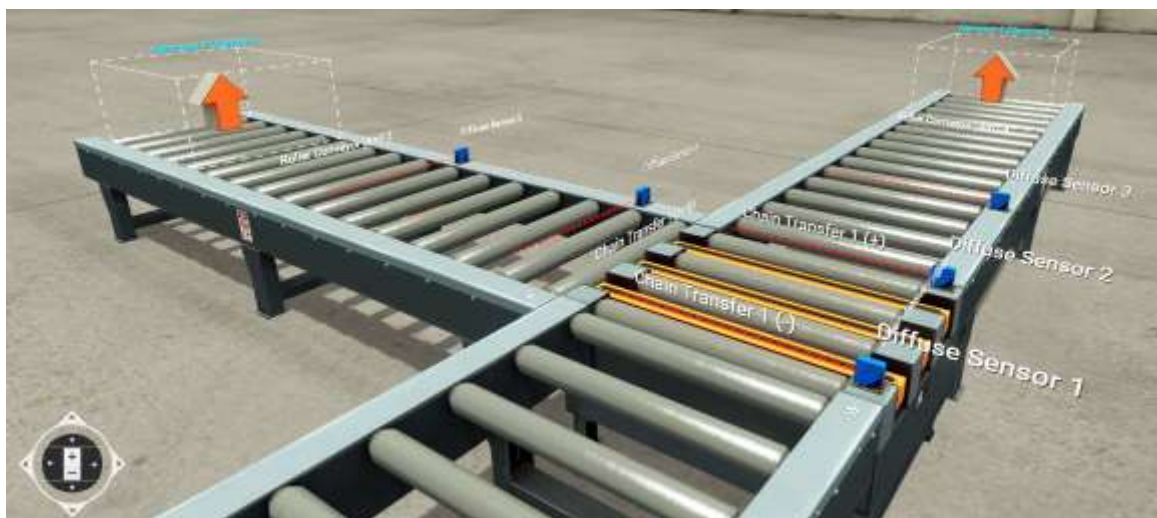


Рисунок 6.18– установка датчиков

Программа, используемая в ПЛК для запуска и управления проектом, выполненным в заводском вводе-выводе. Программа разделялась в пяти различных сетях, каждая из которых имела разное назначение.

Как можно видеть на рисунке 6.17, имеется три конвейера, соединенных с цепным перемещателем. Имеется один вход объекта, прямоугольник с зелёной стрелкой, который обеспечивает процессу два различных типа объекта; Коробка (L) и синее сырье, оба сверху поддона. Есть два выхода для коробок, один прямой, а другой - влево. В обоих случаях прямоугольники исчезнут, когда дойдут до съемника, прямоугольника с красной стрелкой. Для управления процессом используются три диффузионных датчика.

На рисунке 6.19 представлено управление первым роликовым конвейером:

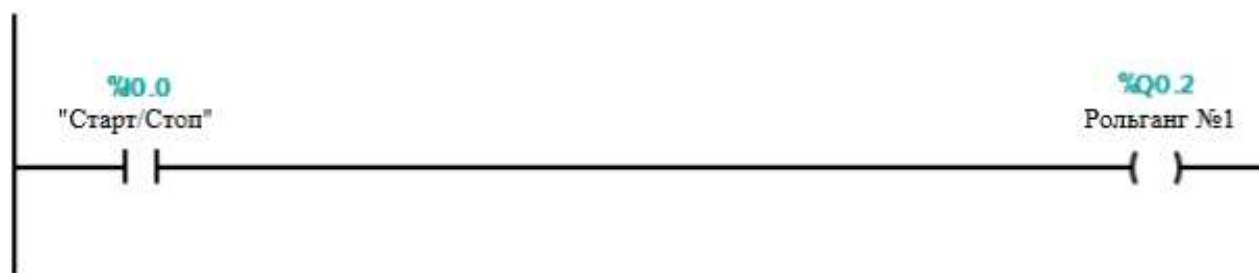


Рисунок 6.19 - управление первым роликовым конвейером

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ

На рисунке 6.20 представлено управление вторым роликовым конвейером, для выхода ящиков в прямом направлении:

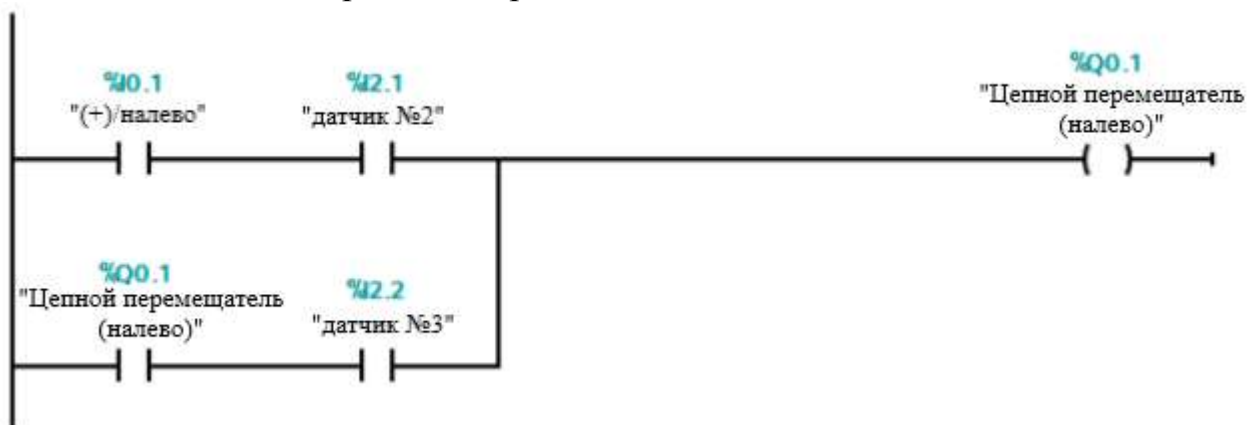


Рисунок 6.20 - выход ящиков в прямом направлении

На рисунке 6.21 представлено управление вторым роликовым конвейером, для выхода ящиков в левом направлении:

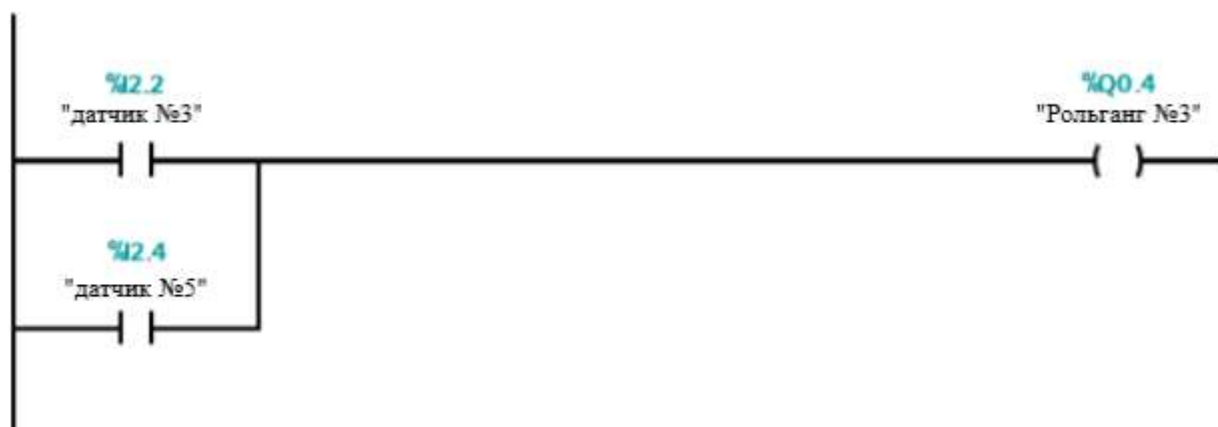


Рисунок 6.21 - выход ящиков в левом направлении:

На рисунке 6.22 представлено управление вторым роликовым конвейером, для выхода ящиков в левом направлении:

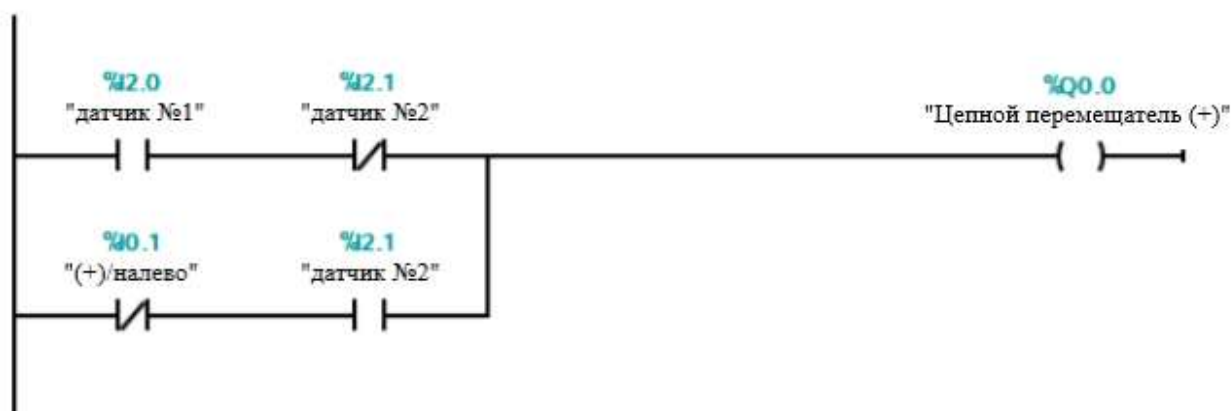


Рисунок 6.22 - для выход ящиков в левом направлении

На рисунке 6.23 представлено управление цепным перемещателем:

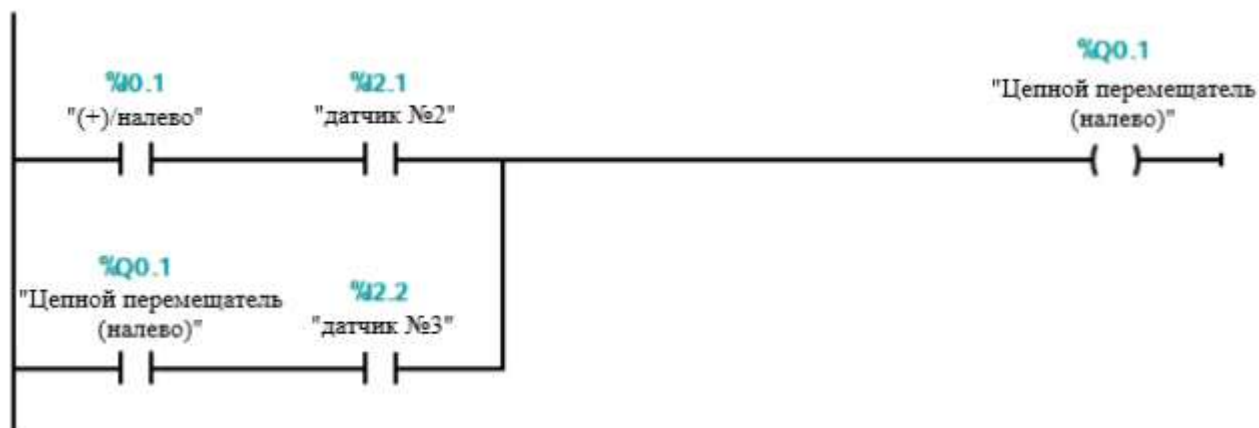


Рисунок 6.23 - Управление цепным перемещателем

Требования к отчету

Отчёт должен содержать:

- цель исследования
- описания хода выполнения работы.
- описание требуемой автоматизировать в виртуальной среде FACTORY I/O установки
- наличие иллюстрации, подключения к выводам ПЛК в FACTORY I/O;
- наличие иллюстрации, демонстрирующей конечный вариант программы в TIA Portal.
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение ролеганга и цепного перемещателя?
- 2 Назначение и классификация датчиков?
- 3 Типы выходов датчиков?
- 4 Способы подключения ПЛК к заводскому вводу/выводу?

6.7 Лабораторная работа № 4 Управление конвейером

Цель работы: научиться использовать программные средства, представленные в работе, для осуществления процедур управления конвейером на языке релейно-контактной логики.

Среда виртуальных объектов FACTORY I/O позволяет конфигурировать некоторые объекты. В частности, конвейер можно сделать управляемым в обе стороны для движения. Настройка или конфигурирование объекта осуществляется при помощи пункта «Конфигурация», представленный на 6.24, контекстного меню, которое вызывается путём нажатия на модель объекта правой кнопкой мыши.

алгоритм управления: груз на конвейере должен циркулировать между датчиками А и В.

Для длинного конвейера (Conveyor) выберем конфигурацию «Digital (+/-)», чтобы можно было управлять направлением его движения. В конфигурации драйвера (для S7-PLCSIM) установим количество входов и выходов, равное 2, – по входу на каждый из датчиков и по выходу на каждое из направлений движения конвейера.

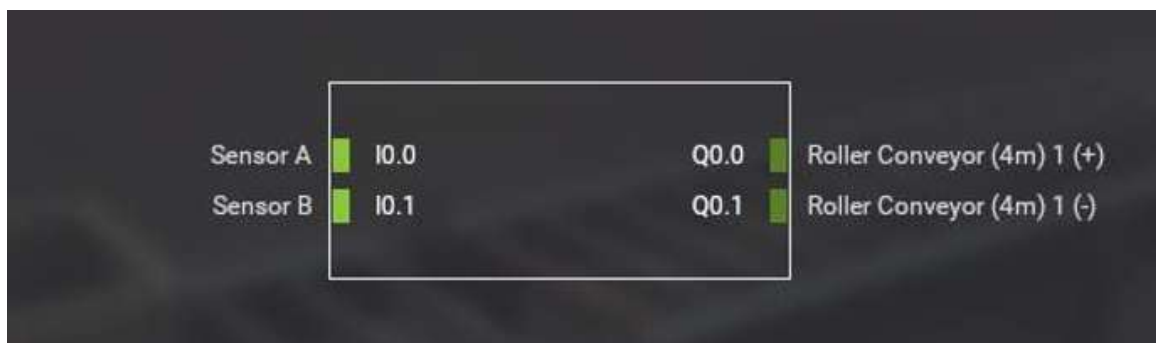


Рисунок 6.25 – Конечное построение в окне «Драйвер»

Нужно иметь в виду, что одновременно должен работать только один из выходов, чтобы конвейер двигался в нужном направлении, иначе он будет стоять на месте. Следовательно, при достижении грузом одного из датчиков, один из выходов должен отключиться, а другой – активизироваться. На рисунке 6.26 представлена реализация, требуемого алгоритма управления выглядит следующим образом:

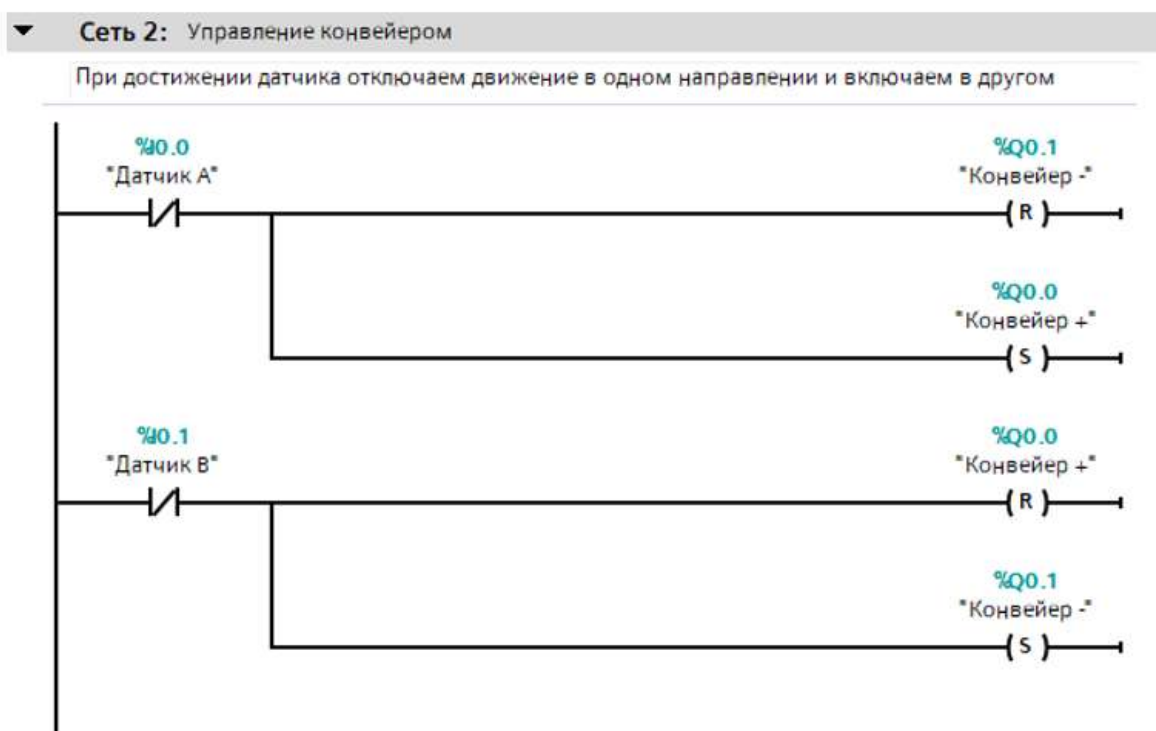


Рисунок 6.26 – При достижении датчика отключение движения

На рисунке 6.27 представлено, когда груз достигает датчика А, блоком Reset производится сброс выхода Q0.1, управляющего движением в условном направлении «-», и блоком Set производится активизация выхода Q0.0, управляющего движением в условном направлении «+».

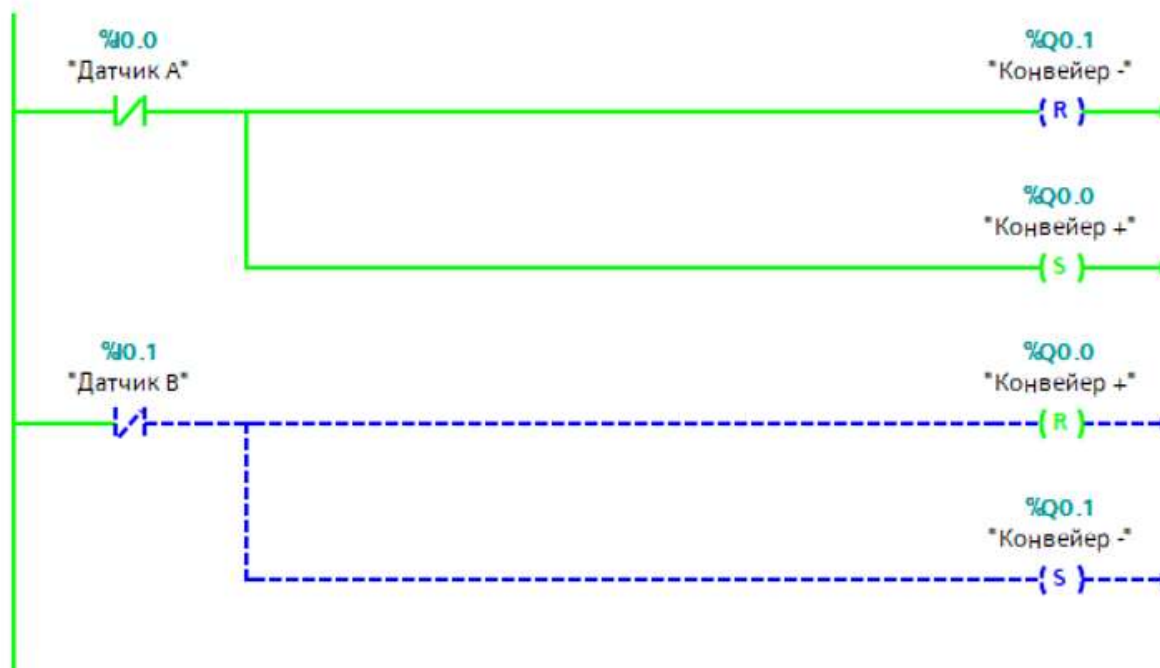


Рисунок 6.27 – активизация выхода, управляющего движением

На рисунке 6.28 представлено, когда груз достигает датчика В, блоком Reset останавливается движение в направлении «-», а затем блоком Set начинается движение в направлении «+».

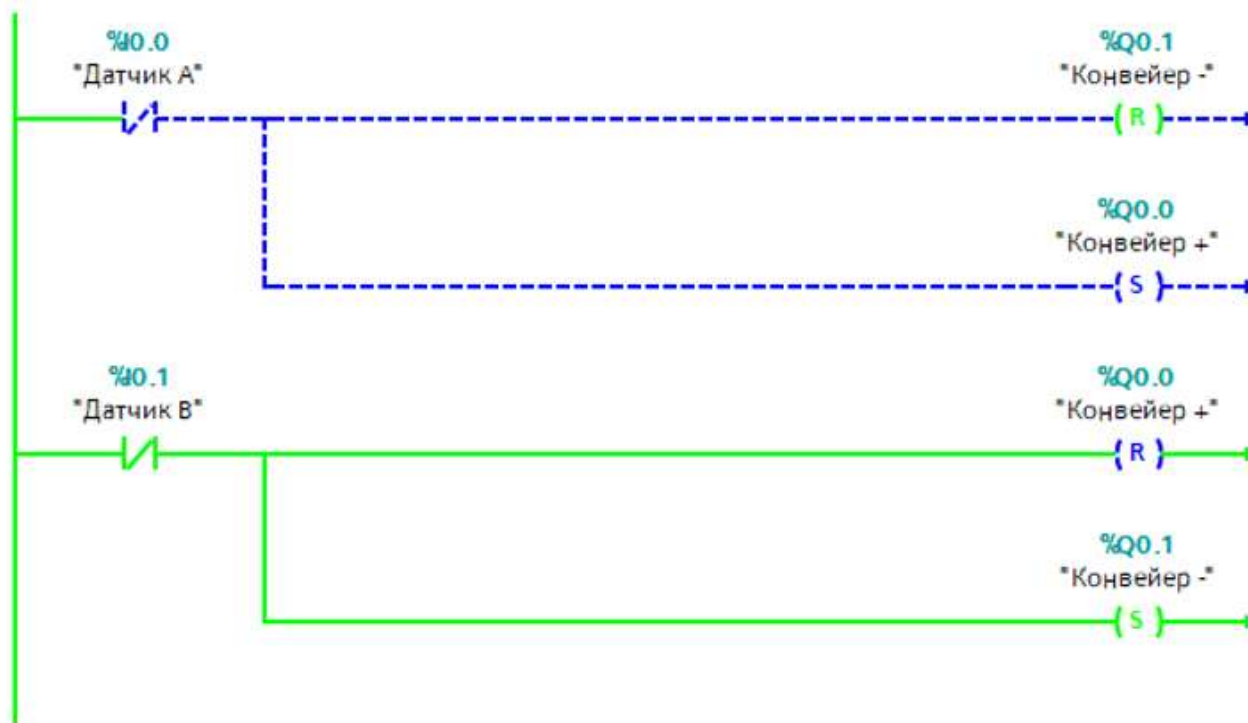


Рисунок 6.28 – Начало движения груза в заданном направлении

Требования к отчету

Отчёт должен содержать:

- цель исследования
- описания хода выполнения работы.
- описание требуемой автоматизировать в виртуальной среде FACTORYI/O установки
- наличие иллюстрации, подключения к выводам ПЛК в FACTORYI/O;
- наличие иллюстрации, демонстрирующей конечный вариант программы в TIA Portal.
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Назначение и область применения ленточных конвейеров?
2. Современное конвейерное оборудование и тенденции его развития?
3. Общее устройство ленточного конвейера?
4. Классификация ленточных конвейеров?
5. Элементы ленточных конвейеров?

6.7 Лабораторная работа № 5 Исследование блока Таймера

Существуют задачи, в которых требуется оперировать временем. Для этого в инструментарии разработки программ в TIA Portal имеются компоненты с соответствующим функционалом. Они собраны в разделе «Таймеры», показанные на рисунке 6.29.

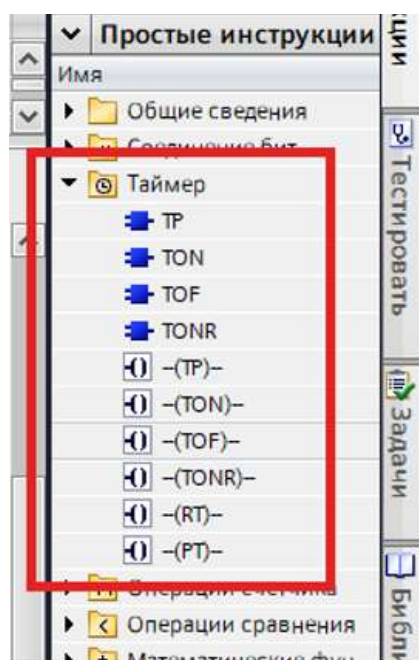


Рисунок 6.29 – раздел «Таймеры»

Рассмотрим подробнее инструкции TON и TOF с синим значком слева от их названия. Называются они «Создать задержку включения» и «Создать задержку выключения» соответственно. На рисунке 6.30 представлен блон TON.

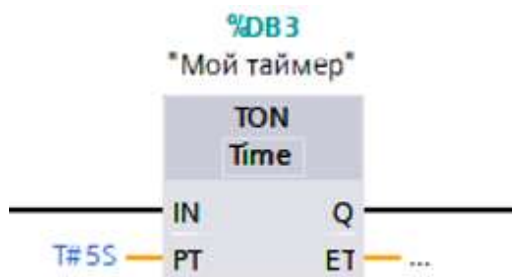


Рисунок 6.30 – блок таймера

Блок TON позволяет установить логическую единицу на выходе Q по истечению установленной временной задержки PT. Инструкция начинает работать, когда на входе IN происходит смена «0» на «1» (фронт сигнала). Установленное время PT начинает отсчитываться одновременно с началом работы инструкции. Когда время PT истекает, выход Q переходит в состояние «1» и сохраняет его, пока на входе остаётся тоже «1». Как только сигнал на входе меняется с «1» на «0», выход Q сбрасывается. Функция таймера срабатывает вновь при следующем фронте сигнала на входе блока. На рисунке 6.31 представлена временная диаграмма блока TON.

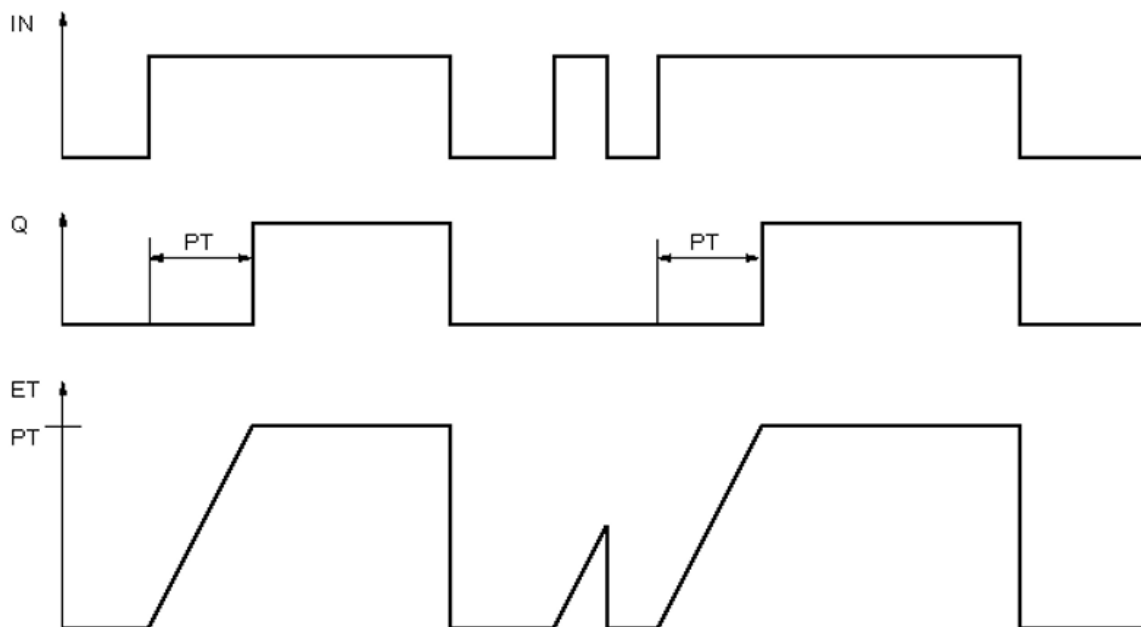


Рисунок 6.31 – Временная диаграмма блока TON

Таблица 6.2 – Параметры (выводы) блока TON

| Параметр | Тип вывода | Тип данных | Область памяти S7 - 1200 | Описание |
|----------|------------|------------|--------------------------------|---|
| IN | Вход | BOOL | I, Q, M, D, L | Вход срабатывания |
| PT | Вход | TIME | I, Q, M, D, L Или константа | Длительность задержки на включение |
| Q | Выход | BOOL | I, Q, M, D, L | Выход, устанавливаемый при истечении времени PT |
| ET | Выход | TIME | I, Q, M, D, L | Текущее значение времени |

Блок TOF работает по аналогичному принципу и позволяет сбрасывать выход Q через заданное время PT. На выходе Q появляется «1», когда сигнал на входе IN изменяет своё состояние с «0» на «1» (фронт сигнала). В тот момент, когда состояние сигнала на входе IN меняется обратно на «0», начинается отсчёт установленной временной выдержки PT. Выход Q сохраняет состояние «1», пока продолжается процесс её отсчёта. Как только время длительностью PT истекает, выход Q сбрасывается. Если состояние сигнала на входе IN меняется на «1» до того, как время выдержки PT истекает, то таймер сбрасывается, и на выходе Q сохраняется «1». На рисунке 6.32 представлена временная диаграмма блока TOF.

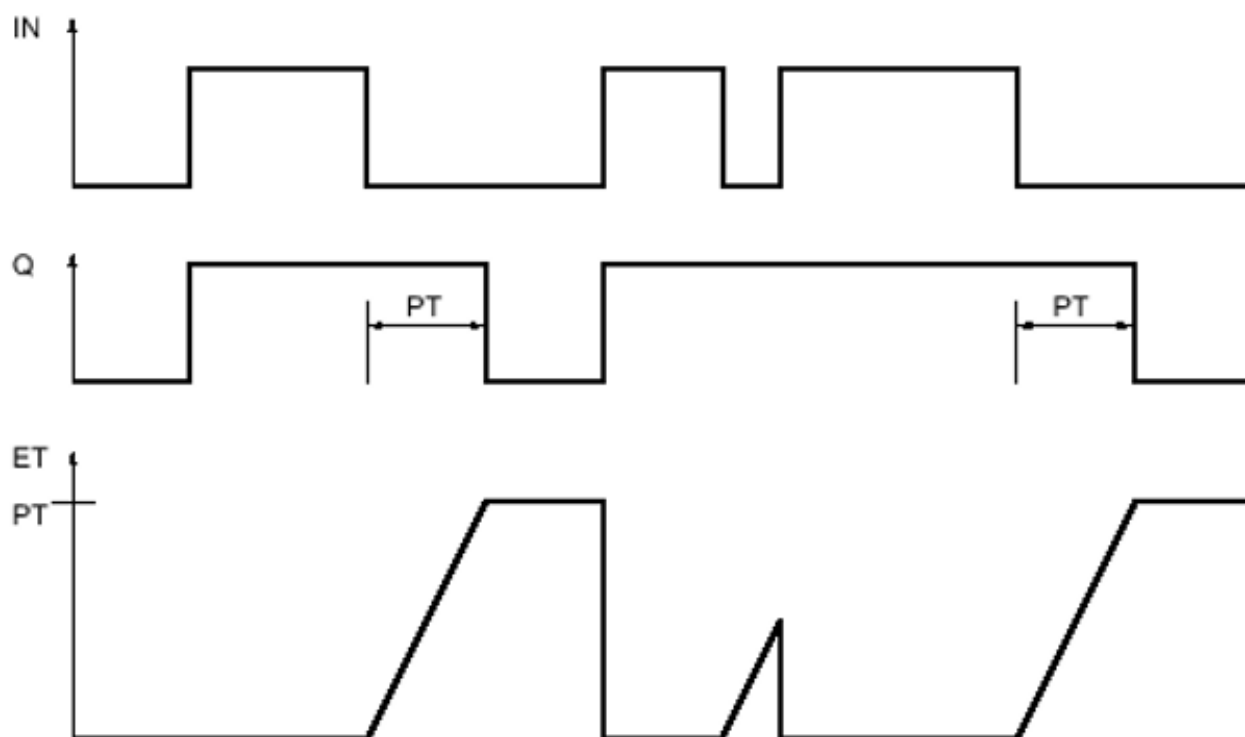


Рисунок 6.32 – Временная диаграмма блока TOF

Таблица 6.3 – Параметры (выводы) блока TOF

| Параметр | Тип вывода | Тип данных | Область памяти S7 - 1200 | Описание |
|----------|------------|------------|--------------------------------|---|
| IN | Вход | BOOL | I, Q, M, D, L | Вход срабатывания |
| PT | Вход | TIME | I, Q, M, D, L Или константа | Длительность задержки на включение |
| Q | Выход | BOOL | I, Q, M, D, L | Выход, устанавливаемый при истечении времени PT |
| ET | Выход | TIME | I, Q, M, D, L | Текущее значение времени |

Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы: исследовать базовый функционал блока таймера, приобрести навыки составления программ на языке релейно-контактной логики.

Задачи:

- исследовать базовый функционал блока таймера;
- приобрести навыки составления программ на языке релейно-контактной логики.

Использованное оборудование: персональный компьютер.

Ход работы:

Запустим FACTORY I/O и откроем сценарий «3 - Filling Tank (Timers)». Для выполнения лабораторной работы требуется реализовать следующий алгоритм управления:

- При нажатии на зелёную кнопку запускается процесс наполнения ёмкости в течение 3 секунд.
- При нажатии на красную кнопку запускается процесс слива в течение 4 секунд. Прерывается процесс наполнения, если активен. Процесс слива блокирует запуск процесса наполнения.
- Процессы залива и слива жидкости сопровождаются световой индикацией на соответствующих кнопках (Filling и Discharging).

На рисунке 6.33 представлен меню “Драйверы”. К выводам I0.0, Q0.0 и Q0.1 подключим кнопку наполнения ёмкости «Fill», заливной клапан «Fill valve» и световую индикацию кнопки «Filling» соответственно.

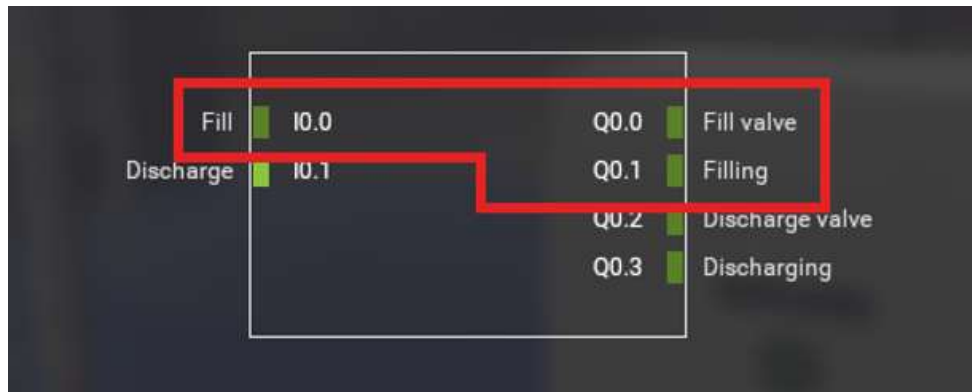


Рисунок 6.33 – Конечное построение в окне “Драйвер”

В TIA Portal воспользуемся блоком TOF таймера задержки на отключение. На рисунке 6.34, когда установим временную задержку, равную 3 секундам, т.е. значение «T#3S» на выводе PT. Активировать его будет кнопка, подключенная ко входу ПЛК I0.0.

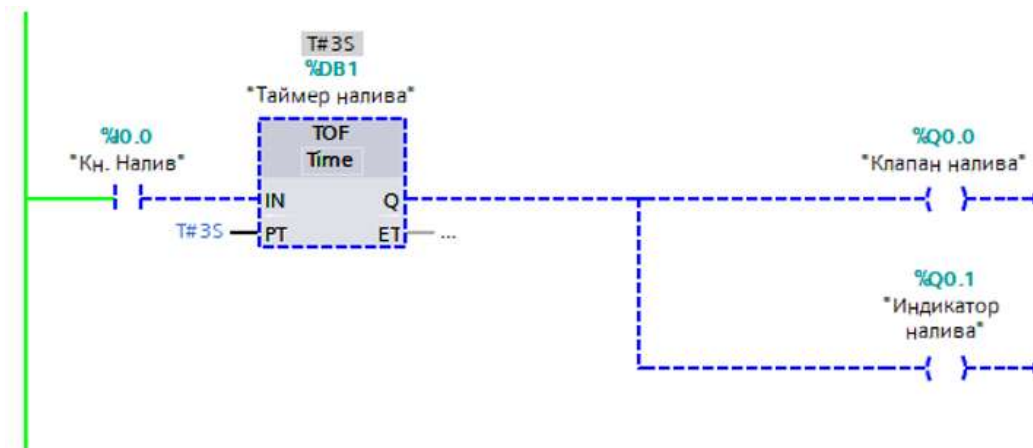


Рисунок 6.34 – Установка временной задержки

На рисунке 6.35 представлена, когда выход Q таймера будет активизироваться одновременно со входом IN.

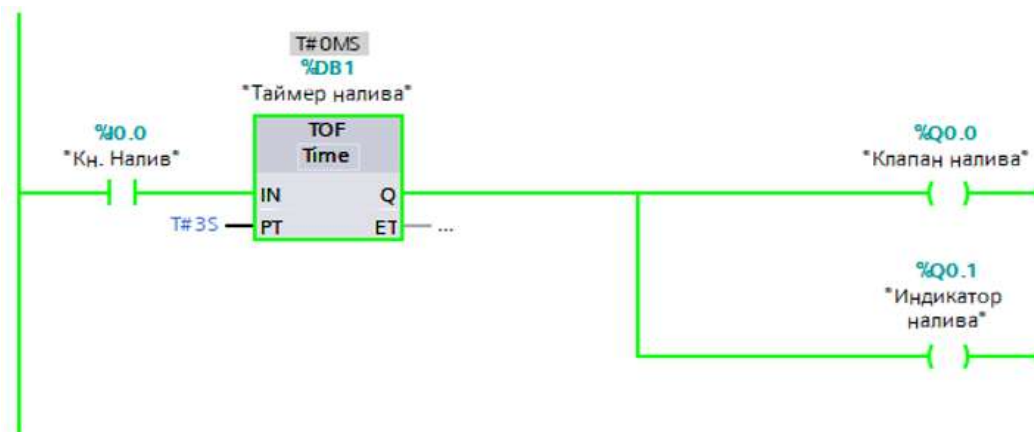


Рисунок 6.35 – Выход Q таймера будет активизироваться одновременно со входом

На рисунке 6.36 показано, как только кнопка будет отпущена, таймер запустится, и в течение заданной выдержки времени выход Q будет сохранять значение «1».

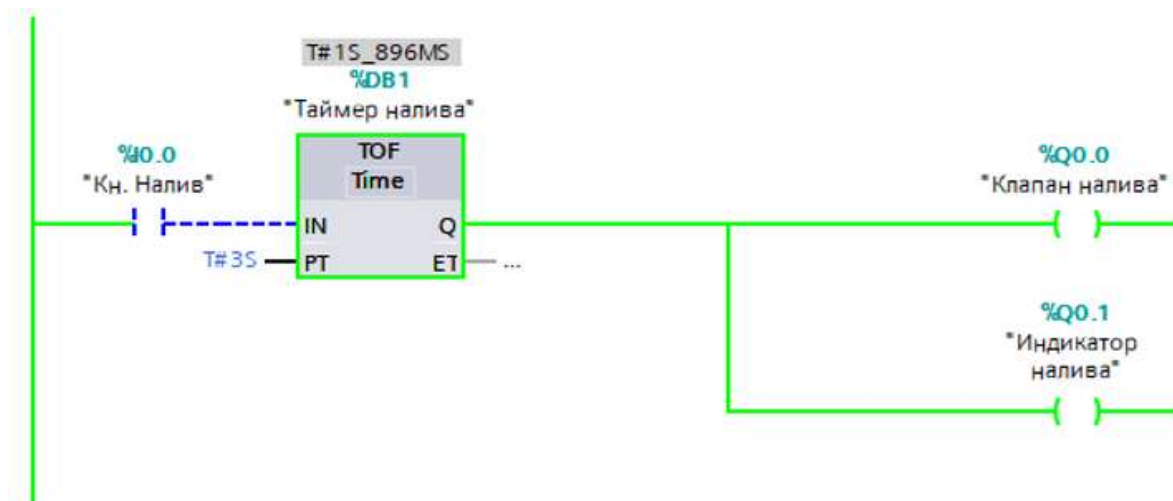


Рисунок 6.36 – Запуск таймера

В режиме мониторинга над блоком таймера можно видеть отсчитанное время с момента его запуска (1 с 896 мс). Как только заданная выдержка времени истечёт, выход Q таймера сбросится. Следовательно, выходы ПЛК Q0.0 и Q0.1 также будут сброшены.

Аналогичным образом реализуется управление процессом слива жидкости. Следует только учесть, что красная кнопка задействует нормально замкнутые контакты.

После этого остаётся добавить блокировку запуска залива при активном сливе и прерывание залива при включении слива.

Требования к отчету

Отчёт должен содержать:

- цель исследования
- описания хода выполнения работы.
- описание требуемой автоматизировать в виртуальной среде FACTORYI/O установки
 - наличие иллюстрации, подключения к выводам ПЛК в FACTORYI/O;
 - наличие иллюстрации, демонстрирующей конечный вариант программы в TIA Portal.
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

1 Как обеспечивается питание датчика и как подключается его нагрузка к его выходам?

2 Как рассчитывается среднеквадратическое отклонение случайной составляющей погрешности датчика?

3 Что такое гистерезис датчика?

4 Какие режимы может реализовать таймер?

5 Какую максимальную задержку времени можно выполнить на таймере?

6.8 Лабораторная работа № 6. Переменные и математические блоки.

Цель работы: изучить принципы работы с переменными и математическим блоком Calculate, приобрести навыки составления программ на языке релейно-контактной логики.

Память ПЛК поделена на области, представлены в таблицах 6.4-6.6. В их число, кроме прочих, входят:

– I (область входов снимка процесса): CPU каждый цикл операционной системы проводит сканирование физических входов и присваивает соответствующие значения во входа снимка процесса, которые, как правило, доступны только для чтения. Существует возможность обращаться со значениями входов снимка процесса, как с битами (bits), байтами (bytes), словами (words) или двойными словами (double words).

– Q (область выходов снимка процесса): CPU копирует значения, хранящиеся в области выходов снимка процесса, в физические выходы ПЛК. Доступны и для чтения, и для записи. Существует возможность обращаться со значениями выходов снимка процесса, как с битами (bits), байтами (bytes), словами (words) или двойными словами (double words).

– M (область битовой памяти): используется для хранения данных о промежуточных статусах рабочего алгоритма или любой другой информации. Область доступна и для чтения, и для записи. Существует возможность обращаться со значениями области битовой памяти, как с битами (bits), байтами (bytes), словами (words) или двойными словами (double words).

Таблица 6.4 - область входов снимка процесса

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Bit | I[адрес байта].[адрес бита] | I0.1 |
| Byte, Word, или Double Word | I[размер][адрес начального байта] | IB4, IW5, или ID12 |

Таблица 6.5 - область выходов снимка процесса

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Bit | Q[адрес байта].[адрес бита] | Q1.1 |
| Byte, Word, или Double Word | Q[размер][адрес начального байта] | QB5, QW10, или QD30 |

Таблица 6.6 - область битовой памяти

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Bit | M[адрес байта].[адрес бита] | M26.7 |
| Byte, Word, или Double Word | M[размер][адрес начального байта] | MB2, MW20, или MD40 |

(Подробнее см. «SIMATIC S7-1200 System Manual», п. «4.2 Data storage, memory areas, I/O and addressing», стр. 87-91.)

Слово (word) имеет размер 2 байта, а двойное слово (double word или dword) – 4 байта. Следовательно, если в программе была использована переменная типа двойное слово, начинающаяся с адреса [0], то 4 байта под адресами [0, 1, 2, 3] будут отведены именно для неё. Например, при создании переменной MD2 следующую переменную можно будет создать только начинающуюся с адреса [6], т.е. MD6.

Блоки таймеров TON и TOF имеют вывод ET. В присвоенной ему переменной хранится текущее время от начала запуска таймера. После истечения выдержки времени в ET остаётся значение её длительности, до следующего запуска таймера. На рисунке 6.37 представлен блок таймера TOF.

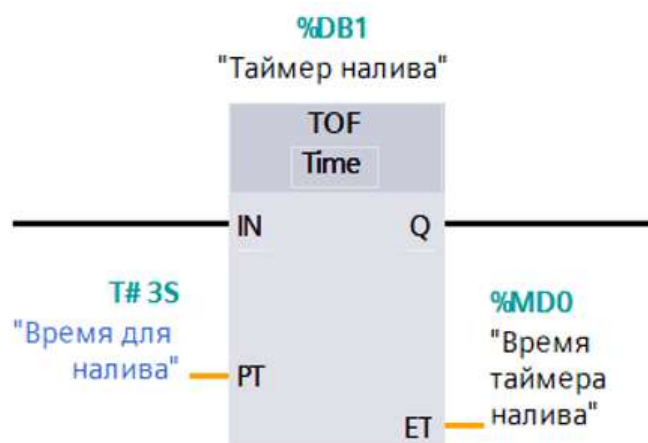


Рисунок 6.37 – блок таймера TOF

В реальных приложениях могут быть различные применения данной особенности. К примеру, вывод на дисплей оставшегося времени до окончания технологического процесса. Для того, чтобы использовать эти данные, можно присвоить выводу ET переменную из области битовой памяти M, с которой далее будут проводиться необходимые математические операции.

Для проведения математических операций существуют инструкции, расположенные в разделе «Математические функции» указанный на рисунке 6.38.

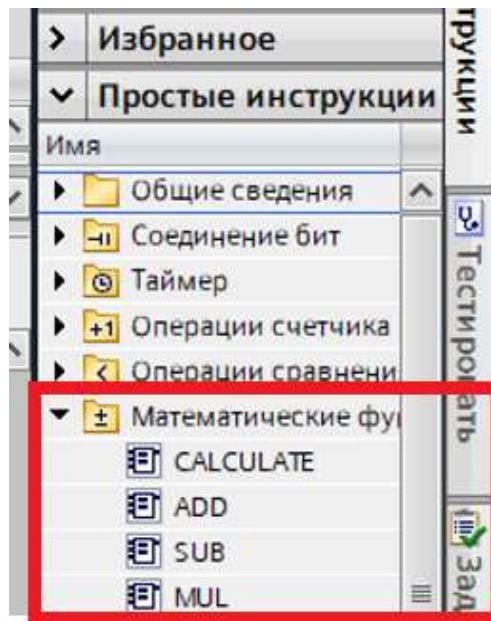


Рисунок 6.38 – в разделе «Математические функции».

Наиболее универсальной из них является Calculate («Расчитать»). Блок Calculate, указанный на рисунке 6.39 позволяет решать математические выражения, указываемые внутри её блока

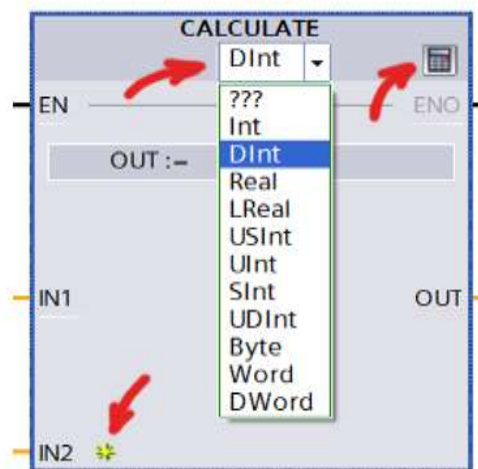


Рисунок 6.39 – блок Calculate

В верхней центральной части блока осуществляется выбор типа выходных данных. Если требуются дополнительные входы для блока, то добавить их можно при помощи звездочки рядом с последним входом. Вычисляемое выражение задаётся в окне, вызываемом кнопкой с иконкой калькулятора в верхнем правом углу.

Для составления математического выражения разрешается использовать только входы блока и, так называемые, указания для установленного типа выходных данных (рис. 6.40).

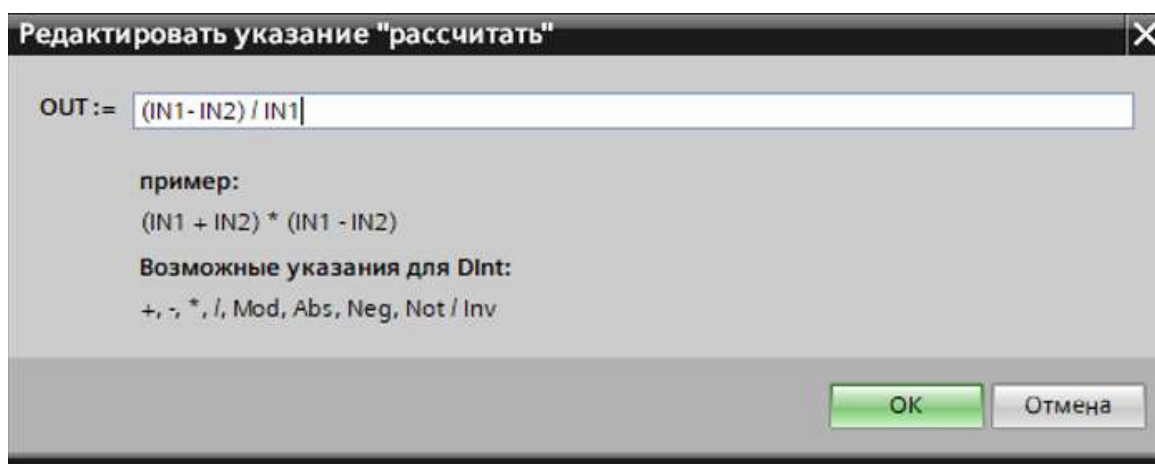


Рисунок 6.40 – Окно ввода дополнительных входов для блока

Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы: изучить принципы работы с переменными и математическим блоком Calculate, приобрести навыки составления программ на языке релейноконтактной логики.

Задачи:

- изучить принципы работы с переменными;
- исследовать математический блок Calculate;
- приобрести навыки составления программ на языке релейно-контактной логики.

Использованное оборудование: персональный компьютер.

Ход работы:

Запустим FACTORY I/O и откроем сценарий «3 - Filling Tank (Timers)». Для выполнения лабораторной работы требуется реализовать следующий алгоритм управления:

- При нажатии на зелёную кнопку запускается процесс наполнения ёмкости в течение 3 секунд.
- При нажатии на красную кнопку запускается процесс слива в течение 4 секунд. Прерывается процесс наполнения, если активен. Процесс слива блокирует запуск процесса наполнения.
- Процессы залива и слива жидкости сопровождаются световой индикацией на соответствующих кнопках (Filling и Discharging).
- Оставшееся до окончания активного процесса время в секундах отображается на цифровом индикаторе.

К входам I0.0 и I0.1 подключим кнопку наполнения ёмкости «Fill» и кнопку слива «Discharge» соответственно. К выходу Q0.0 подключаем клапан налива «Fill valve», к Q0.1 – световую индикацию кнопки наполнения «Filling», к Q0.2 – клапан слива «Discharge valve», к Q0.3 – световую индикацию кнопки слива «Discharging».

На рисунке 6.41 можно увидеть список исполнительных устройств в меню выбора драйвера, где можно видеть цифровой индикатор «Timer», который является устройством, принимающим данные типа Int (integer – целочисленное значение). Для того, чтобы подключить его к ПЛК, последнему необходимо добавить «DWORD выход» на странице конфигурации. При этом смещение (офсет) должно равняться 1.

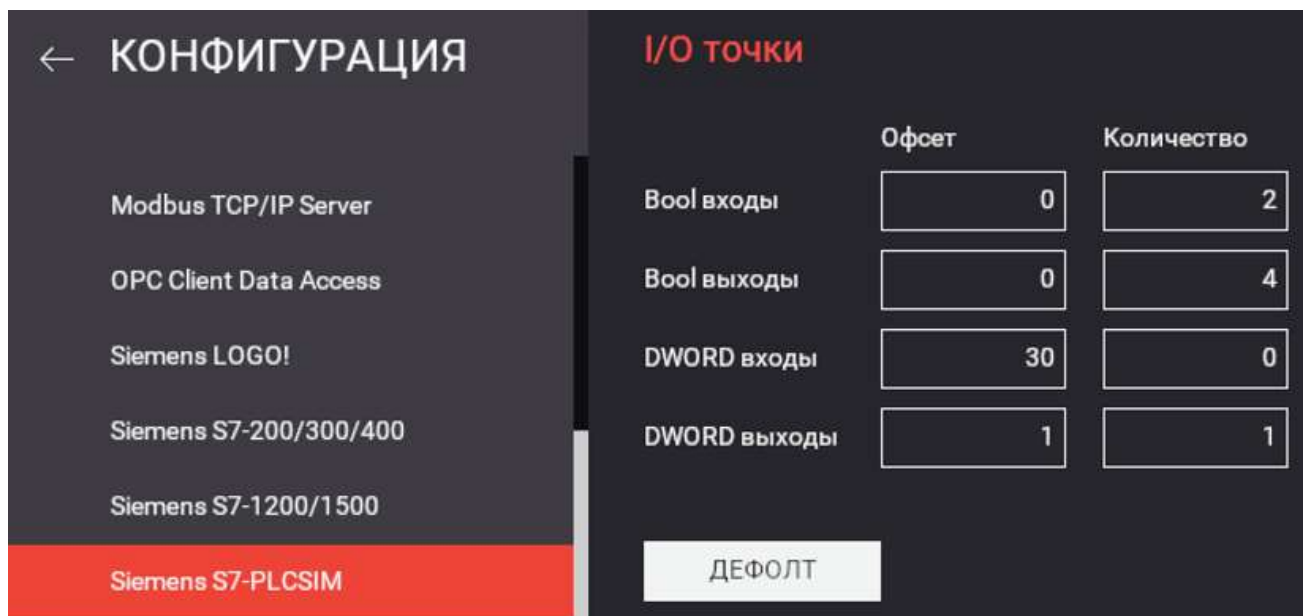


Рисунок 6.41 – меню выбора драйвера

На рисунке 6.42 представлен список приводов. Смещение (офсет) определяет, с какого адреса байта начнут нумероваться (располагаться в памяти ПЛК) выходы типа DWORD (по 4 байта на каждый такой выход). Присваиваем новому выходу цифровой индикатор и видим, что данные для него должны быть в формате DInt (double integer – целочисленное значение расширенного диапазона).



Рисунок 6.42 – Список приводов

Адрес начального байта в этом случае равен [1], т.к. биты байта под адресом [0] уже были использованы (Q0.0 - Q0.3).

При разработке программы в TIA Portal используем блок TOF таймера задержки на отключение. В данной работе задействуется также вывод ET. Для таймера слива присваиваем выводу ET переменную %MD0, а для таймера залива

– переменную из той же области памяти, но со следующим доступным адресом начального байта, т.е. %MD4.

Следующим этапом является расчёт числа, которое будет выводиться на дисплей цифрового индикатора. Для этого воспользуемся математическим блоком Calculate («Рассчитать»). Причём для процессов наполнения и слива жидкости должны быть свои расчёты, учитывающие соответствующие временные уставки.

Установим 2 различных блока Calculate. Первый будет выполнять расчёт оставшегося времени до окончания процесса наполнения и активироваться переменной, которая определяет состояние клапана налива – %Q0.0. Второй же будет рассчитывать время до окончания процесса слива и активироваться переменной, которая определяет состояние клапана слива – %Q0.2. Оба блока будут передавать результаты своих расчётов в переменную %QD1, но каждый в своё время. Тип выходных данных уже predetermined – DInt.

Чтобы вычислить оставшееся время до окончания процесса $t_{remaining}$, нужно из его длительности $t_{duration}$ вычесть прошедшее время от его начала $t_{elapsed}$:

$$t_{remaining} = t_{duration} - t_{elapsed} \quad (6.1)$$

Учитывая, что время на выводе ET блоков таймера TOF выражается в миллисекундах, а требуются секунды, то выражение принимает вид:

$$t_{remaining} = \frac{t_{duration} - \checkmark_{elapsed}}{1000} \quad (6.2)$$

Соответственно, для процесса наполнения жидкости блок Calculate должен быть подключен следующим образом (рис. 6.43).

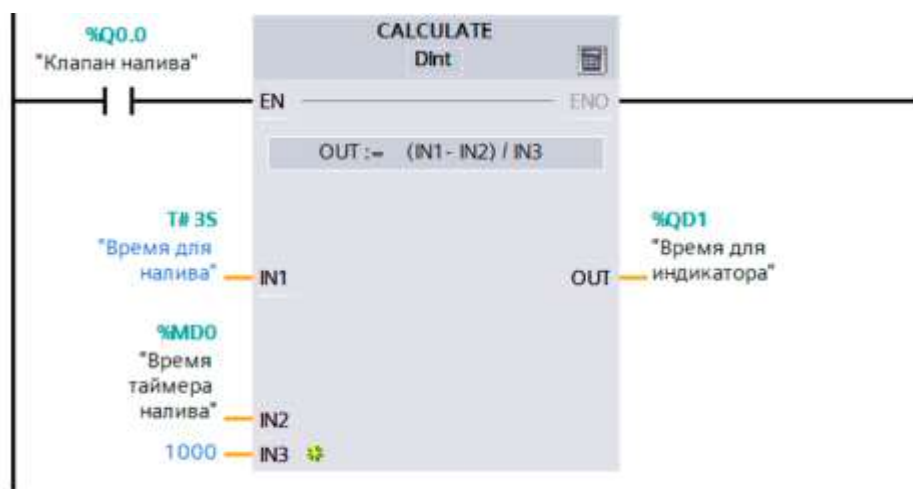


Рисунок 6.43 – блок Calculate

Требования к отчету

Отчёт должен содержать:

- цель исследования
- описания хода выполнения работы.
- описание требуемой автоматизировать в виртуальной среде FACTORY I/O установки
 - наличие иллюстрации, подключения к выводам ПЛК в FACTORY I/O;
 - наличие иллюстрации, демонстрирующей конечный вариант программы в TIA Portal.
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Какие управляющие элементы используются для графического описания релейно-контактных схем?
2. В чем сходство и отличия описания управляющих программ в нотации LD от описания релейно-контактных схем?
3. Какие типы сенсоров предлагаются в составе современных ПЛК?
4. Какими типами выходов снабжаются ПЛК?
5. Какие средства коммуникаций предлагаются для передачи данных между ПЛК?
6. Опишите структуру рабочего цикла ПЛК.

6.9 Лабораторная работа № 7. Сортировка по параметру

Существуют задачи, в которых требуется оперировать временем. Для этого в инструментарию разработки программ в TIA Portal имеются компоненты с соответствующим функционалом. Они собраны в разделе «Таймеры».

Цель работы: приобрести навыки составления программ на языке релейно-контактной логики.

Задачи:

- изучить возможности конфигурирования объектов в среде FACTORY I/O;
- изучить инструменты сортировки объектов в для симулятора ПЛК в FACTORY I/O;
- приобрести навыки составления программ на языке релейно-контактной логики.

Использованное оборудование: персональный компьютер.

Ход работы:

1. Запустить ПО "Factory I / O".
2. Открыть готовую сцену с технологическим оборудованием из библиотеки. На панели инструментов следует с меню "File" выбрать "Open". В меню выбора сцен нажать ЛКМ на "Scenes". Выбрать сцену "Sorting by Height".

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 71 |

3. Изучить принцип работы технологического оборудования, поданного в сцене, определить местонахождение и типы поводков и датчиков, их обозначение и переменные, этим связаны с ними. Результаты анализа занести в таблице.

4. Дать описание принципа работы автоматизированного оборудования.

5. Ответить на вопросы

На рисунке 6.44 представлена сцена сортировки цепным перемещателем по заданному параметру.



Рисунок 6.44 – Сцена «Sorting by Height».

В таблицах 6.7-6.8 представлены необходимые для построения сцены приводы, исполнительные механизмы и датчики.

Таблица 6.7 - Приводы и исполнительные механизмы

| Предназначение | Обозначения на сцене | Обозначение переменной в программе | Тип переменной | Состояние переменной при запуске |
|--|-------------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| Центральный роликовый конвейер (Перемещение паллет) | Conveyor entry | oConveyorEntry | BOOL | True |
| Правый роликовый конвейер (Перемещение паллет) | Conveyor right | oConveyorRight | BOOL | True |
| Левый роликовый конвейер (Перемещение паллет) | Conveyor left | oConveyorLeft | BOOL | True |
| Цепной перемещатель (Направляет паллет на нужный конвейер) | Transf. right Transf. left | oTransfRight oTransfLeft | BOOL BOOL | False False |

Таблица 6.8 – Датчики

| Предназначение | Обозначения на сцене | Обозначение переменной в программе | Тип переменной | Состояние переменной при запуске |
|---|---------------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| Датчик для измерения высоты коробок | High sensor Low sensor | iHigh_sensor iLow_sensor | BOOL BOOL | False False |
| Датчик выхода паллет с цепного перемещателя | At right entry At left entry | iAtRightEntry iAtLeftEntry | BOOL BOOL | False False |
| Датчик выхода паллет с конвейера | At right exit At left exit | iAtRightExit iAtLeftExit | BOOL BOOL | False False |

При перемещении коробок на паллетах по центральному конвейере, осуществляется измерения высоты каждой коробки. Когда паллет попадает на транспортер цепного типа, он направляет ее в нужную сторону (направо или налево) согласно сработкой датчиков высоты.

На рисунке представлен 6.45 цепной перемещатель - это механизм, который может перемещать детали между конвейерами максимум в 4 направлениях. Механизм имеет набор роликов и цепных ремней, которые выполняют передачу предмет - ролики могут отправить предмет вперед или назад и цепь Пояс может перенести их влево или вправо. Конструктивно транспортер состоит из двух частей – роликового конвейера и цепной перемещателя, что позволяет ему перемещать объекты в четырех направлениях. В состоянии по умолчанию роликовый повод находится выше цепного, то есть объекты движутся или вперед или обратно.



Рисунок 6.45 – Переход цепного перемещателя из состояния по умолчанию в состояние “поднятым приводом”

Когда паллета попадает на один из конвейеров, датчики (At right entry или At left entry) указывают транспортеру, что на нем нет паллеты. Тогда цепной перемещатель опускается, для того чтобы на него могла попасть новой паллет. На рисунке 6.46 Представлен алгоритм сцены “Сортировка по высоте”.

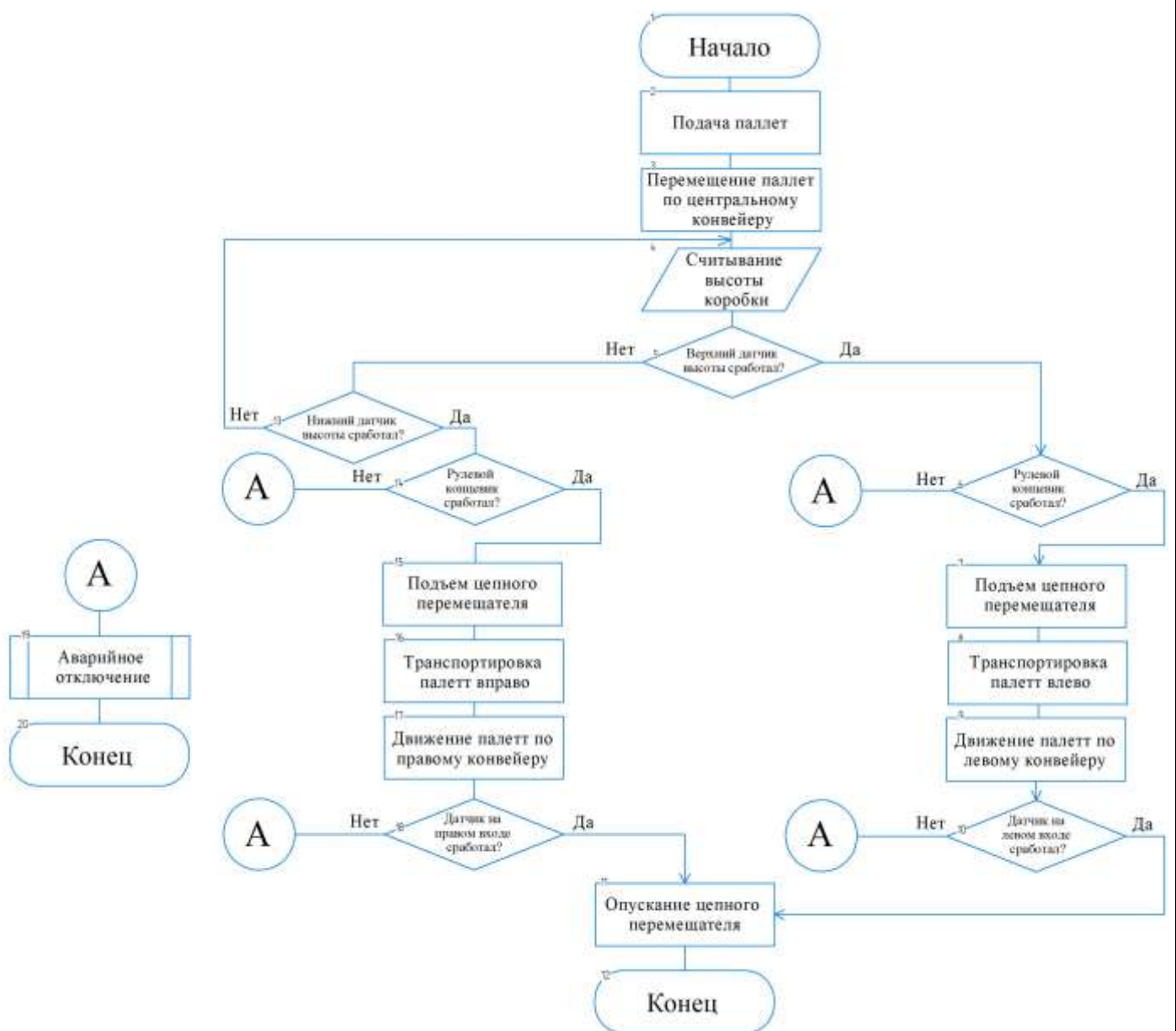


Рисунок 6.46 - Алгоритм сцены “Сортировка по высоте”

Требования к отчету

Отчёт должен содержать:

- цель исследования
- описания хода выполнения работы.
- описание требуемой автоматизировать в виртуальной среде FACTORYI/O установки
- наличие иллюстрации, подключения к выводам ПЛК в FACTORYI/O;
- наличие иллюстрации, демонстрирующей конечный вариант программы в TIA Portal.
- выводы по работе.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ

Лист

74

Контрольные вопросы

- 1 Что такое сортировка? По каким параметрам можно ее реализовать?
- 2 Охарактеризуйте язык лестничной диаграммы LD.
- 3 Что такое катушка в языке LD?
- 4 Что такое контакт в языке LD?
- 5 Для чего служат связи? Какие связи различают в языке LD?
- 6 Что является необходимым условием выполнения FFB в диаграмме LD?

Вывод по разделу шесть:

Разработанный комплекс лабораторных работ обеспечивают изучение принципов работы, моделирование и программирование систем промышленной автоматизации, а так же, позволяют студентам освоить пользовательские навыки по составлению программ на языке релейно-контакторной логики для линейки программируемых логических контроллеров Simatic S7 производства Siemens в программе TIA Portal.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 75 |

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1 Краткое описание производственного участка

Лаборатория располагается в здании университета филиала ЮУрГУ в городе Златоусте в кабинете 2-305 «Электролаборатория кафедры ЭАПП». Лаборатория специализирована для выполнения лабораторных работ на учебно-лабораторных стендах специального назначения. В лаборатории присутствует электронно-вычислительная техника для обработки проведенных опытов и полученных результатов. Лаборатория рассчитана на преподавателей, лаборантов и студентов, занимающихся научно-исследовательской работой, в том числе и над выпускной квалификационной работой.

В учебно-лабораторном стенде присутствуют токоведущие части, которые представляют угрозу поражения электрическим током. Эта угроза была решена путем разделения силовой и управляющей части электроснабжения стенда, а также установкой защитного заземления. Стенд устанавливается на поверхность рабочего стола сделанного из диэлектрического материала.

Во время выполнения лабораторных работ на студентов воздействуют физические факторы:

- температура, влажность, скорость потока воздуха;
- электрически заряженные частицы воздуха;
- тепловое излучение;
- электромагнитные поля и излучения: электростатические поля, постоянные магнитные поля, электрические;
- шум;
- освещение: естественное (отсутствие или недостаточность), искусственное (недостаточная освещенность), прямая и отраженная слепящая местность, пульсация освещенности;
- электрический ток.

Помимо физических факторов на студентов действуют психофизиологические факторы, к ним относятся:

- физические перегрузки (статические, динамические, гиподинамия) ;
- нервно-психические перегрузки (эмоциональное, умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов (слуха, зрения, кожи), монотонность труда).

Влияние отмеченных выше неблагоприятных факторов приводит к уменьшению трудоспособности, утомлению, а также раздражению и возникновению недомогания и болей.

7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Рабочая деятельность в лаборатории напрямую связана с ПК и работой с лабораторными стендами, соответственно с вредными условиями труда, что значительно уменьшает эффективность работы. Лабораторные стенды, а также

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 76 |

персональные компьютеры имеют свойство ломаться. При проведении внепланового и планового ремонта вычислительной техники выполняются следующие действия:

- отключение компьютера и лабораторного стенда от сети;
- проверка отсутствия напряжения;
- заземление отключенных токоведущих частей.

Уже после выполнения данных операций, можно осуществлять ремонт неисправного оборудования.

Разработка мероприятий и требований, дают возможность сформировать безопасные и благоприятные условия для работы студентов.

7.3 Выбор нормативных значений, факторов рабочей среды и трудового процесса

Для нормальной и высокопроизводительной работы в помещении лаборатории необходимо, чтобы метеорологические условия (температура, влажность и скорость движения воздуха) находились в определенных соотношениях.

В лаборатории 2-305 применяется естественная вентиляция, а именно ветровой напор. Наиболее часто изменения микроклимата в помещениях лаборатории вызываются изменением температуры рабочих помещений. Температуру в помещении лаборатории следует корректировать в зависимости от времени года, числа тепловыделений. Оптимальные нормы (ГОСТ 2.2.2006-05) приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Оптимальные нормы микроклимата для лаборатории

| Период года | Температура воздуха, °С не более | | Относительная влажность воздуха, % | | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------------------|----|---------------------------------------|----|-----------------------------------|
| | 22 | 24 | 40 | 60 | |
| Холодный | 22 | 24 | 40 | 60 | 0,1 |
| Теплый | 23 | 25 | 40 | 60 | 0,1 |

В лаборатории также присутствуют устройства производящие шум. Стандарт устанавливает допустимые уровни шума на рабочих местах при эксплуатации вычислительных машин и лабораторного стенда, характеризующихся эквивалентным уровнем звука. Допустимые значения (ГОСТ 23337-2014) приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Допустимые уровни шума

| Категория рабочего места | Допустимое значение, дБ не более | Примеры устройств, которыми снабжены указанные рабочие места |
|--|----------------------------------|--|
| Рабочие места с использованием устройств в лабораториях | До 60 | ЭВМ для проведения лабораторных работ |
| Рабочие места с использованием устройств для исследований и программирования | До 50 | Дисплеи, клавиатуры, настольные вычислительные машины |

К числу неблагоприятных факторов относятся электромагнитные поля. В таблице 7.3 представлены параметры допустимых значений электро-магнитных излучений.

Таблица 7.3 – Предельно допустимые значения электромагнитного излучения

| Наименование параметров | Допустимое значение |
|--|---------------------------------|
| Напряженность электромагнитного на расстоянии 45 см от монитора (электрическая составляющая) | 10 В/м |
| Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 45 см от поверхности монитора (магнитная составляющая) | 0,3 А/м |
| Напряженность электростатического поля | 20 кВ/м (не более) |
| Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 45 см вокруг монитора должна находиться в пределах: – в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц; – в диапазоне частот 2 – 400 кГц | 25 В/м 2,5 В/м (не более) |

7.4 Охрана труда

Студенты должны ознакомиться с инструктажем по охране труда, а также проходить проверку по правилам нормативно – технических документов (правил и инструкций по технической эксплуатации, пожарной безопасности).

К работе в лаборатории допускаются студенты, прошедшие:

- вводный инструктаж по охране труда;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- проверку знаний требований охраны труда.

Студентам чтобы избежать поражения электрическим током в лаборатории, необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- не использовать поврежденный шнур и устройства;
- не тянуть шнур из розетки;
- не трогать оборудование мокрыми руками;
- отсоединять от источника питания компьютер и лабораторный стенд, когда они длительное время не используются;
- не передвигать компьютер и стенд;
- не включать компьютер и учебно-лабораторный стенд со снятым корпусом и кожухом;
- не эксплуатировать компьютер и стенд с неисправным шнуром питания;

Электропитание компьютера и лабораторного стенда подключается посредством автоматических выключателей, установленных в месте, подходящем для быстрого отключения питания рабочего места, вдобавок ко всему организованы мероприятия с целью обесточивания в аварийных режимах.

На рабочем месте студента (лаборанта, преподавателя) металлическим является корпус системного блока компьютера и сам стенд, где кроме рабочей изоляции предусмотрен элемент для заземления и провод с заземляющей жилой для присоединения к источнику питания.

Для защиты студентов и преподавателей от поражения электрическим током используются заземление. Сопротивление заземления должно быть не больше 10 Ом.

Характерной чертой лаборатории считается разрядные токи статического электричества, образующие при прикосновении студентов, лаборантов и преподавателей к некоторым элементам компьютера и лабораторных стендов. Подобные разряды не представляют опасности, однако приводят к неприятным ощущениям в виде удара или толчка. С целью уменьшения возникающих зарядов статического электричества, покрытия технологических полов в лабораторных помещениях выполняется из антистатического материала.

7.5 Производственная санитария

Лаборатория, в которой работают студенты (лаборанты, преподаватели), принадлежит к помещениям без повышенной опасности. В эту категорию включаются помещения, характеризующиеся пониженной влажностью воздуха, оснащенные вентиляционной системой и отоплением. Полы в данном помещении выполняются из не токопроводящего материала.

Освещение в помещении лаборатории 2-305 является гибридным, а именно естественным и искусственным. Естественное освещение осуществляется через оконные проемы в боковой части здания филиала ЮУрГУ. Для предотвращения малой освещенности искусственное освещение в лаборатории с ЭВМ осуществляется люминесцентными источниками света в потолочных светильниках.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 79 |

Освещенность плоскости рабочего места должна быть в пределах 300-500 лк, а общая освещенность помещения - не менее 400 лк. Величина коэффициента естественной освещенности (к.е.о.) соответствует СНиП 52.13330.2016

«Естественное и искусственное освещение».

Освещение искусственным светом в лаборатории осуществляется общим освещением, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования.

Необходимо рассчитать освещение помещения лаборатории. Система освещения общая равномерная, светильники типа ЛВО с светодиодными лампами которые обладают следующими характеристиками: мощность лампы $W = 22$ Вт, напряжение питания $U = 220$ В. Расчет выполняется методом коэффициента использования светового потока.

Световой поток лампы Φ , вычисляется по формуле (7.1):

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot n \cdot \gamma \cdot \eta_n}, \quad (7.1)$$

где E_n – нормированная освещенность, лк;

S – площадь помещения, m^2 ;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий запыление светильников и износ источников света в процессе эксплуатации;

Z – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность освещения, $Z=1,1$;

N – количество светильников;

n – количество ламп в светильнике;

γ – коэффициент затенения рабочего места работающим человеком, $\gamma=0,9$;

η_n – коэффициент использования светового потока.

Выбирается лампа соответствующей мощности, обладающая необходимым световым потоком и обеспечивающая нормативную освещенность. Для учебных аудиторий нормированная освещенность составляет $E_n=400$ лк. Световой поток одной лампы принимается $\Phi=1800$ лм, коэффициенты отражения потолка, стен и пола принимаются соответственно 70%, 50%, 10%. Из формулы (7.1) выразим N , тогда количество ламп будет вычисляться по формуле:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{\Phi \cdot n \cdot \gamma \cdot \eta_n}, \quad (7.2)$$

Коэффициент использования светового потока определяется в зависимости от типа светильника, а также коэффициента отражения стен и потолка помещения и индекса помещения, определяемого по формуле (7.3):

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 80 |

$$i = \frac{A \cdot B}{h_0 \cdot (A + B)}, \quad (7.3)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

h_0 – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

Значения подставляются в формулу (7.3):

$$i = \frac{6 \cdot 7}{2,7 \cdot (6 + 7)} = 1,2$$

В соответствии с индексом помещения получается коэффициент использования светового потока равный 0,42. Количество ламп вычисляется по формуле (7.2):

$$N = \frac{400 \cdot 42 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{1800 \cdot 3 \cdot 0,9 \cdot 0,42} = 11,77.$$

Получившееся значение округляется до 12 ламп, следовательно принимается количество светильников равное 4.

7.6 Эргономика

Немаловажную значимость играет планировка рабочей зоны. Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать эргономическим, физическим и психологическим требованиям. Весомость имеет также вид осуществляемой деятельности.

Эргономическими нюансами проектирования рабочих мест являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, расстояние от глаз студента до лабораторного стенда, экрана монитора, документа, клавиатуры, характеристики рабочего стула, требования к поверхности рабочего стола, а также регулируемость элементов рабочего места согласно ГОСТ 16371-2014.

Так как рабочим положением студента является положение сидя, главными сопутствующими элементами являются стол и стул. Основным. Конструкция стола, стула должна обеспечиваться возможностью индивидуальной регулировки соответственно росту студента.

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом норм (ГОСТ 16371-2014);
- нижняя часть стола не должна мешать студенту, чтобы он не был вынужден поджимать ноги;
- блики от поверхности рабочего стола студента не допускаются;

— высота рабочей поверхности должна осуществляться в пределах 680 – 750 мм.

Для создания благоприятных условий труда для студентов в лаборатории, следует брать во внимание психофизические особенности студентов, а также общую гигиеническую ситуацию. Большим значением в создании оптимальных условий труда является социальный климат.

При выполнении лабораторных работ на ПК у студентов появляется значительное напряжение зрительного аппарата. Появление жалоб на неудовлетворенность работой, мигрени, раздражительность, усталость и болезненные ощущения в пояснице, в области шеи и руках также является следствием продолжительной работы за компьютером. Кроме этого возникает перенапряжение анализаторов.

Для предотвращения нервно-эмоционального напряжения и снижения работоспособности студентов следует делать 5 минутные перерывы. Во время перерывов, после каждых 25 минут работы за компьютером, следует выполнять комплексы упражнений (гимнастику), направленный на профилактику зрительного аппарата, шеи, спины. В таблице 7.4 представлены визуальные эргономические параметры и пределы их изменения.

Таблица 7.4 – Визуальные эргономические параметры

| Наименование параметров | Пределы значений параметров | |
|---|-----------------------------|----------|
| | не менее | не более |
| Яркость знака (фона), кд/м ² | 35 | 120 |
| Внешняя освещенность экрана, лк | 100 | 250 |
| Угловой размер знака, угл. мин. | 16 | 60 |

В случаях появления зрительного дискомфорта или неблагоприятных индивидуальных ощущениях, к студентам выполняющие работу за компьютером или стендом требуется индивидуальный подход в ограничении времени на выполнение работы и увеличить количество перерывов для отдыха.

7.7 Противопожарная и взрывобезопасность при работе в лаборатории

Пожарная безопасность направлена на безопасность студентов, лаборантов и преподавателей. Сбережение материальных ценностей лаборатории также учитывается пожарной безопасностью.

Пожары в лаборатории представляют собой особую угрозу. Отличительной чертой лаборатории является небольшое пространство. Пламя, в котором может возникнуть при взаимодействии горючих веществ и окислителя при наличии источников зажигания. В помещениях лаборатории находятся все три основных компонента для возникновения пламени, а вследствие и пожара. Горючими элементами считаются материалы эстетической отделки лаборатории, перегородки, двери, изоляция силовых сигнальных кабелей, обмотки деталей,

панели, стойки, шкафы, столы, стулья и прочие элементы находящиеся внутри помещения.

Причины возможного возникновения пожара в помещении лаборатории:

- несоблюдение правил эксплуатации электроустановок и электросети;
- перегрев мест соединений токоведущих частей;
- несоблюдение правил пожарной безопасности студентами.

Для предотвращения пожаров проводиться инструктаж, постоянный контроль преподавателем правильности эксплуатации аппаратуры и оборудования.

Вдобавок ко всему, в лаборатории используются носители информации на бумажной основе, образующие большое количество бумажной пыли. Пыль, оседая на элементах электронных схем вызывает нагревание устройств ЭВМ, что в конце концов может привести к возгоранию оборудования.

Источниками пожара в помещении лаборатории могут быть электронное оборудование, используемое в процессе обучения, а именно приборы для технологического обслуживания ЭВМ, устройства питания, оборудование лабораторного стенда, различные датчики, контроллеры.

Предотвращение пожара достигается следующими мероприятиями:

- установка пожарной сигнализации;
- установкой вентиляторов на платы компьютера;
- не оставлять без присмотра работающий компьютер и стенд;
- не допускается попадание внутрь компьютера и лабораторных стендов посторонних предметов и жидкостей;
- не допускается перегиб, передавливание и натяжение питающих кабелей;
- не допускается установка компьютера и учебно-лабораторных стендов вблизи источников тепла;
- не допускается закрытие вентиляционных отверстий.

В здании университета ЮУрГУ в г.Златоусте для ликвидации пожаров применяются пожарные краны, которые в свою очередь устанавливаются в доступных и заметных местах. Также применяются огнетушители типа ОХП – 10 и ОУ – 2, ОУ – 5, ОУ – 8, ОП – 5 – 01.

7.8 Экологическая безопасность

При выполнении работ в лаборатории выбросов вредных веществ в атмосферу не происходит, но происходит сбрасывание воды, которая используется для технических нужд лаборатории.

Компоненты, подтвержденные утилизации представляют из себя твердые отходы, не разлагающиеся в почве. Некоторые электронные компоненты перерабатываются, но в большинстве случаев корпуса и различные электронные устройства не перерабатываются. Отходы, получаемые при эксплуатации ЭВМ и учебно-лабораторных стендов, вывозятся и перерабатываются специализированными организациями. Экологическую опасность представляют

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 83 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | | | | | |

методические указания и другая информация, напечатанная на бумаге, однако бумага имеет свойство к быстрому разложению.

7.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайной ситуации

В период проведения лабораторных работ, при первых признаках аварийной ситуации (возникновение дыма, запаха) необходимо отключить ПК и лабораторный стенд от питающей сети.

Подготовка студентов и преподавателей к чрезвычайной ситуации увеличивает безопасность. Ответственным, за оповещение лаборанта, преподавателя и студентов, а также их эвакуацию, считается заведующий лабораторией. При наличии сигнала тревоги также следует отключить оборудование лаборатории от питающей сети, чтобы не допустить аварийных ситуаций при коротком замыкании или обрыве токоведущих частей. При выходе из помещения лаборатории необходимо проконтролировать отсутствие там кого-либо и уже после этих действий, закрыть дверь с целью исключения проникновения посторонних лиц. Затем следуя за преподавателем необходимо покинуть университет согласно планам эвакуации, которые находятся на каждом этаже здания.

Вывод по разделу семь:

В разделе проведен анализ вредных и негативных факторов действующих на студента, лаборанта и преподавателя. Так же сформулированы требования пожарной безопасности, согласно принципам и методам защиты в помещении лаборатории, а также требования производственной санитарии. Таким образом, рассмотренные в данном разделе задачи обеспечивают безопасность студентов производящих работу на ПК или учебно-лабораторном стенде, при постоянном контроле и мониторинге преподавателя.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 84 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выпускной квалификационной работы был разработан комплекс лабораторных работ для дисциплины “Автоматизация типовых технологических процессов” с помощью программных продуктов TIA Portal и Factory IO.

Данный комплекс виртуальных лабораторных работ разрабатывался на базе линейки программируемых логических контроллеров Simatic S7 производства Siemens. В среде FACTORY I/O могут быть использованы не только ПЛК известных мировых производителей, но и программируемые контроллеры российских производителей, например, компании Fastwel, Овен, Эмикон. Однако, для этого необходимо использование версии Ultimate Edition.

Главными преимуществами данного комплекса является возможность программирования, используя виртуальный ПЛК.

Разработка комплекса состоит из 7 лабораторных работ по дисциплине АТПП.

Рассмотренные программные продукты вполне могут быть использованы не только для обучения инженеров-электриков работе с ПЛК, но и для отработки программного обеспечения ПЛК в реальных системах управления.

Данные программные продукты позволят не только повысить качество подготовки студентов - бакалавров, но и ускорить процесс внедрения цифровых технологий на промышленных предприятиях.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 85 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

2. Выбор Микроконтроллера для технологических систем / Кочетков Е. К., Савин Н. Г. // научной статьи по специальности «Экономика и бизнес». – Красноярск, 2015.

3 R. Games, «Основные характеристики FACTORY I / O - Моделирование 3D factory », обучение ПЛК с помощью FACTORY I / O. [Интернет]. Доступно: <https://factoryio.com/es/features/>. (дата обращения: 23.02.2020)

4 Factory I/O сайт производителя. [Интернет]. Доступно: <https://factoryio.com> (дата обращения: 23.02.2020)

5 Factory I/O документация. [Интернет]. Доступно: <https://factoryio.com/docs/> (дата обращения: 13.02.2020)

6 Введение в ПЛК: что такое программируемый логический контроллер [Интернет]. Доступно: <https://www.compel.ru/lib/95591> (дата обращения: 13.02.2020)

7 Богданов Ю.К., Токарев Е.К. Автоматизация типовых технологических процессов. Учебное пособие к лабораторным работам. – Челябинск: ЧГТУ, 1996.

8 Горошков, Б.И. Элементы радиоэлектронных устройств: справочник / Б.И. Горошков. – М.: Радио и связь, 1988. – 176 с.

9 Микроконтроллеры: учебное пособие к выполнению лабораторных работ / П.А. Торопыгин, И.Н. Таранов, О.В. Терентьев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 59 с.

10 Классификация датчиков, основные требования к ним // <http://electrolibrary.info> [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://electrolibrary.info/subscribe/sub_16_datchiki.htm (дата обращения: 23.02.2020)

11 Языки программирования промышленных контроллеров // <http://учебныйцентр-армо.рф> [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://учебный-центрармо.рф/assets/files/presentation/jci/sfc.pdf> (дата обращения: 23.02.2020)

12 Программируемые логические контроллеры (ПЛК, PLC) // <http://www.asutp.org> [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.asutp.org/index.php?option=com_content&task=view&id=31&Itemid=61 (дата обращения: 23.02.2020)

13 Программируемые логические контроллеры // <http://cxem.net> [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://cxem.net/promelectr/promelectr5.php> (дата обращения: 23.02.2020)

14 Протокол ОВЕН для «чайников» // <http://ftp.owen.ru> [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://ftp.owen.ru/index.html/AiP/29/site0107\(29\)/aip0107s12-15.pdf](http://ftp.owen.ru/index.html/AiP/29/site0107(29)/aip0107s12-15.pdf) – (дата обращения: 23.02.2020)

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 86 |

15 Modbus для Чайников // <http://we.easyelectronics.ru> [Электронный ресурс]
- Режим доступа: <http://we.easyelectronics.ru/khomin/modbus-rtu-dlyachaynikov.html>
(дата обращения: 23.02.2020)

16 Автоматические системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) // <http://nppra.ru> [Электронный ресурс]- Режим доступа: <http://nppra.ru/pro/asutp> (дата обращения: 23.02.2020)

17 Зыль С.Н. Проектирование, разработка и анализ программного обеспечения систем реального времени – СПб.: БХВ -Петербург, 2010.

18 Новиков Ю.В., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники. - Интернет-университет информационных технологий – www.intuit.ru , БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 г., 358 стр. Рекомендовано УМО.

19 Корнеев В.В., Киселев А.В. Современные микропроцессоры. Изд-е 3-е. – М., НОЛИДЖ, 2002. – 320 с.; ил.

20 Черняков, М. Основы информационных технологий. Учебник для вузов. [Текст] / М. Черняков, А. Петрушин, – 2006. – 406 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.205.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 87 |