

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

Кафедра

вычислительной техники

«Вычислительная техника»

Направление подготовки: 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки: «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

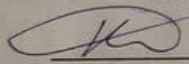
на тему

ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ
ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ

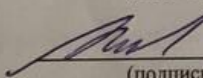
Студент

 04.06.2025 Назаров Евгений Александрович
(подпись, дата)

Руководитель

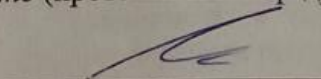
 05.06.2025 Тарасов Д.А.
(подпись, дата)

Нормоконтролёр

 05.06.2025 А.С. Бычков
(подпись, дата)

Работа допущена к защите (протокол зас. кафедры от 28.05.2025 г. № 16)

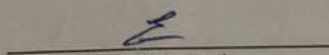
Заведующий кафедрой

 М.А. Митрохин
(подпись)

Работа защищена с отметкой хорошо (протокол заседания ГЭК от

09.06.2025 г. № 22)

Секретарь ГЭК

 Е.И. Гурин
(подпись)

Пенза 2025

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
вычислительной техники

Кафедра
«Вычислительная техника»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
М.А. Митрохин
« 06 » 05 2025г.

**ЗАДАНИЕ
НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ**

1. Студент Назаров Евгений Александрович гр.21ВВП1 факультета вычислительной техники
2. Тема работы «Программа управления установкой перемешивания для пищевых производств»

Тема утверждена приказом ПГУ №601/о от "06" мая 2025г.

3. Руководитель бакалаврской работы к.т.н., доцент каф. ВТ ПГУ Тарасов Д.А.

4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.)

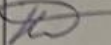
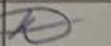
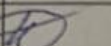
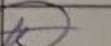
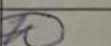
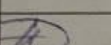
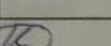
Разработать программу «Программа управления установкой перемешивания пищевых производств», предназначенную для автоматизации работы электромеханической установки. Программа должна обеспечивать выбор между автоматическим и ручным режимами, а также иметь интуитивно понятный графический интерфейс на панели оператора. В автоматическом режиме мотор включается и выключается с заданными интервалами, с возможностью остановки по таймеру или вручную. В ручном режиме управление осуществляется напрямую кнопками. Система должна контролировать датчик перегрузки: при срабатывании установка отключается, активируются световая и звуковая сигнализация, последняя отключается кнопкой СБРОС.

Таким образом, программа обеспечивает надёжное и удобное управление установкой с функциями безопасности и контроля.

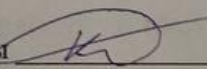
5. Перечень подлежащих разработке вопросов

Требуется произвести анализ предметных областей: изучить существующие автоматизированные системы, выделить их достоинства и недостатки. Выбрать язык программирования, который подойдет для создания графического интерфейса. Определить архитектуру приложения и вспомогательные средства разработки.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1	Изучение предметной области	32	06.05.2025 – 08.05.2025	
2	Анализ требований	32	09.05.2025 – 11.05.2025	
3	Выбор технологий, применяемых при проектировании и разработке	30	12.05.2025 – 13.05.2025	
4	Установка и настройка средств разработки	40	14.05.2025 – 16.05.2025	
5	Разработка основной части программы	66	17.05.2025 – 22.05.2025	
6	Реализация графического интерфейса	70	23.05.2025 – 27.05.2025	
7	Оформление пояснительной записки	54	28.05.2025 – 30.05.2025	

Дата выдачи задания "06" мая 2025 г.

Руководитель бакалаврской работы  06.05.2025 Тарасов Д.А.
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент  06.05.2025 Назаров Е.А.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета  09.06.2025 Фионова Л.Р.
(подпись, дата)

Реферат

Бакалаврская работа содержит 90 листов, 115 рисунков, 5 таблиц, 7 источников, 3 приложения.

ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Цель работы – разработать программу, позволяющую управлять установкой перемешивания для ПЛК ОВЕН ПР200 и панели оператора ОВЕН СП270.

Объектом разработки является управляющая программа, которая должна обеспечивать выбор режима управления электромотором. В автоматическом режиме электромотор включаться и отключаться с заданными интервалами. Установка должна отключаться по истечению временного интервала или с помощью специальной кнопки. В ручном режиме электромотор управляется кнопками, без временного интервала. В случае перегрузки электромотора установка должна автоматически отключаться с индикацией режима неисправности и звуковым прерывистым сигналом. Звуковой сигнал должен отключаться отдельной кнопкой. Для проверки сигнализационной аппаратуры должна быть специализированная кнопка.

В конечном итоге разработана система, удовлетворяющая поставленной задаче, а именно: интуитивно понятный интерфейс и организация управления перемешиванием для пищевых производств.

Созданная система может быть внедрена в любые производственные организации.

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Программа управления установкой перемешивания для пищевых производств Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Назаров Е.А.		05.06.25					
Провер.		Тарасов Д.А.		05.06.25			2	90	
Н. Контр		Бычков А.С.		05.06.25		ФВТ, каф. ВТ гр. 21ВВП1			
Утверд.		Митрохин М.А.		05.06.25					

Содержание

Перечень сокращений и обозначений.....	5
Введение.....	6
1 Программа управления установкой перемешивания для пищевых производств.....	9
1.1 Анализ предметной области	9
1.1.1 Обзор аналогов.....	9
1.1.2 Анализ требований к разработке	10
1.1.3 Выбор архитектуры программы	11
1.1.4 Выбор языка программирования	12
1.1.5 Выбор среды разработки	14
1.2 Проектирование и разработка.....	30
1.2.1 Конфигурирование контроллера ОВЕН ПР200	30
1.2.2 Разработка управляющей программы	35
1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270	44
1.3 Анализ результатов	56
1.3.1 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора ОВЕН СП270.....	59
1.3.2 Тестирование и отладка на стенде целевой платформы	61
2 Охрана труда.....	69
2.1 Анализ негативных факторов, воздействующих на оператора ПЭВМ и способы их устранения.....	69
2.1.1 Оборудование рабочего места	70
2.1.2 Освещенность рабочего места	72
2.1.3 Электробезопасность	72

2.1.4 Пожарная безопасность	73
2.1.5 Режим труда и отдыха	74
2.2 Меры безопасности при работе с ПЛК ОВЕН ПР200 и панелью оператора ОВЕН СП270	75
Заключение	77
Список использованных источников	78
Приложение А	80
Приложение А.1 - UML-диаграмма последовательности.....	81
Приложение А.2 - UML-диаграмма прецедентов.....	82
Приложение А.3 - UML-диаграмма состояний.....	83
Приложение Б	84
Приложение Б.1 - UML- Схема функциональных блоков.....	85
Приложение В.....	86

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения

ОВЕН СП270 – панель оператора фирмы ОВЕН модель СП270

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство

ПК – персональный компьютер

ПЛК – программируемый логический контроллер

ПЛК ОВЕН ПР200 – программируемый логический контроллер фирмы ОВЕН модель ПР200

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина

FBD (Function Block Diagram) – графический язык диаграмм функциональных блоков, который предназначен для визуального программирования

IEC 61131 – международный стандарт, описывающий языки программирования для программируемых логических контроллеров

Modbus RTU – коммуникационный протокол, основан на архитектуре ведущий-ведомый

OWEN Logic – среда программирования для создания алгоритмов работы программируемых логических контроллеров

RS-485 (Recommended Standard 485) – стандарт физического уровня для промышленных сетей

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления

USB (Universal Serial Bus) – последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств к вычислительной технике

Введение

В современных системах перемешивания пищевой продукции важно обеспечить не только сам процесс перемешивания, но и соблюдение временных интервалов. Автоматизация процесса управления позволяет обеспечить точные интервалы перемешивания, а также снизить риски на производствах.

В рамках автоматизации производства человек и управляемая им машина должны рассматриваться как единая функциональная система «человек – машина». Основная задача управления в данной системе заключается в преобразовании команд человека-оператора в соответствующие воздействия, а также в представлении оператору информации о состоянии объекта.

В случае, когда объектом является автоматизированный технологический процесс управляющая система намного сложнее и будет представлять собой комбинацию различных видов оборудования. Связь с оператором также будет совершенно иной, когда выдача команд и отображение информации осуществляется с помощью множества устройств. В данных условиях сам человек является неотъемлемой частью системы управления. Такое взаимодействие между человеком и системой управления называют человеко-машинным интерфейсом. В частном случае, когда человеко-машинный интерфейс предназначен для совместной работы оператора с автоматизированным технологическим процессом, его называют SCADA-системой (Supervisory Control And Data Acquisition). Этот термин переводится буквально как «диспетчерское управление и сбор данных», но на практике он понимается гораздо шире, так как современные SCADA-системы включают в себя широчайший набор функциональных возможностей, далеко выходящий за рамки данного представления.

Целью данной работы является разработка программы управления установкой перемешивания на пищевых производствах, реализующей управление электродвигателем с помощью панели оператора.

Задача заключается в следующем:

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- реализовать автоматический и ручной режим управления;
- в автоматическом режиме обеспечить включение электромотора на 15 секунд и отключение на 10 секунд в течении всего интервала работы, который составляет 5 минут;
- обеспечить отключение принудительную остановку автоматического режима, с помощью соответствующей кнопки;
- в ручном режиме обеспечить работу без временных интервалов;
- реализовать механизм аварийной остановки электромотора с последующим звуковым и световым сигналом: звуковой сигнал должен быть прерывистым, с интервалами повторения в 3 секунды, световой сигнал должен гореть на всё протяжении аварийной остановки;
- для отключения звуковой сигнализации реализовать соответствующую кнопку;
- реализовать кнопку для проверки работы лампы и звукового сигнала.

Входными данными для программы являются:

- состояние тумблера режимов;
- таймеры, реализующие временные задержки;
- состояние датчика аварии (включен/выключен);
- цифровое значение (задание частоты).

Выходными данными являются:

- сигнал управления электромотором;
- состояние электромотора;

На рисунке 1 можно увидеть UML-диаграмму сценариев использования, описывающую шаблоны использования системы.

После анализа возможных сценариев использования панели и алгоритма взаимодействия пользователя и системы был начат процесс конфигурирования интерфейса панели оператора.

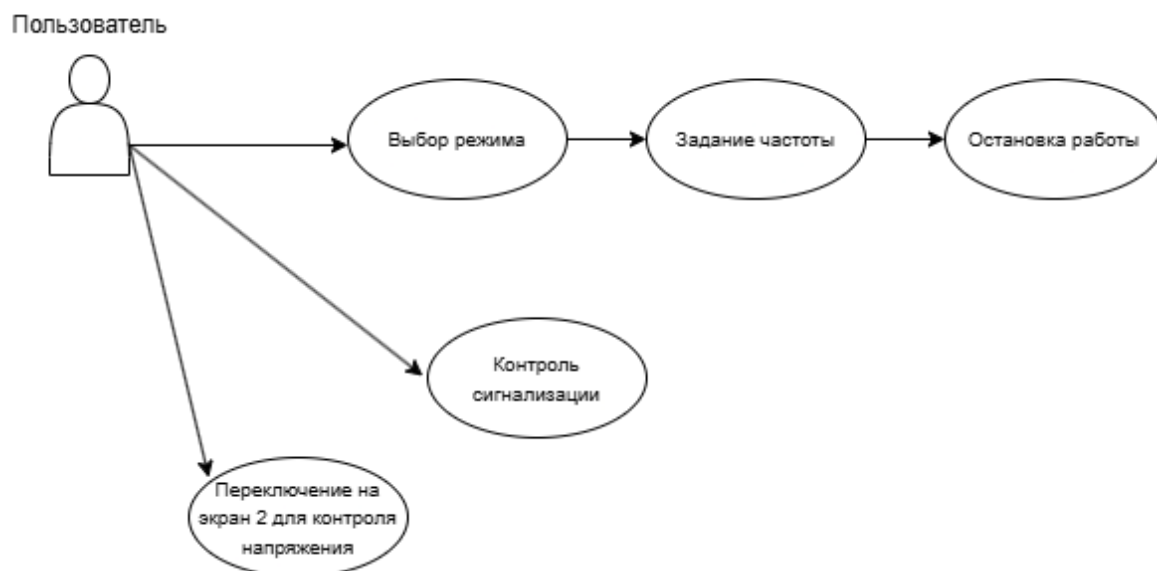


Рисунок 1 - UML-диаграмма прецедентов.

Результатом выполнения проекта является полностью готовая программа управления, предназначенная для работы в реальных условиях эксплуатации системы отопления и позволяющая автоматизировать процесс регулирования температуры на объекте.

1 Программа управления установкой перемешивания для пищевых производств

1.1 Анализ предметной области

Перемешивание компонентов при производстве пищевых продуктов

Перемешивание — один из ключевых технологических процессов в пищевой промышленности. Оно обеспечивает однородность смеси, улучшает вкус, текстуру, консистенцию и влияет на срок хранения готового продукта. В зависимости от типа продукта, смешиваемых ингредиентов и желаемого результата, перемешивание может осуществляться в течение строго определенного времени и при заданных условиях.

Современные пищевые производства используют автоматизированные системы управления для точного контроля времени, скорости и интенсивности перемешивания. Сенсоры могут контролировать температуру, вязкость, и другие параметры, а программируемые логические контроллеры (ПЛК) позволяют запрограммировать разные режимы перемешивания для разных рецептур.

Спрос на автоматизированные системы перемешивания пищевых производств растёт. Такие системы применяются на промышленных объектах, где необходимо контролировать точное время перемешивания пищевой продукции.

Разработка программного обеспечения для управления установкой перемешивания пищевой продукции является важной инженерной задачей, которая решает проблемы автоматизации, энергоэффективности и безопасности на производствах.

1.1.1 Обзор аналогов

Разработка программного обеспечения для управления установкой перемешивания пищевой продукции является важной инженерной задачей,

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

которая решает проблемы автоматизации, энергоэффективности и безопасности на производствах.

В рамках исследования были проанализированы готовые решения, предназначенные для управления установкой перемешивания пищевых производств.

Таблица 1 - Анализ аналогов

Конкурент	Продукт	Сильные стороны	Слабые стороны
GEAGrop	MULTIMIX	Бережное смешивание, универсальность, интеграция	Высокая стоимость, требует квалификации
SPX FLOW (Ystral)	Inline Mixer VJ-T Series	Энергоэффективность, простота очистки, минимальные повреждения	Ограничен по объему, цена выше среднего
Alfa Laval	In-line Mixer CM	Надежность, долговечность, энергоэффективность	Не подходит для вязких продуктов, высокая цена
IKA	MR 5000 Control	Точная настройка, многофункциональность, подходит для R&D	Ограниченная производительность, высокая цена
Schenck Process	DosiMix	Точная дозировка, интеграция, модульность	Требуется обслуживания, высокая стоимость

1.1.2 Анализ требований к разработке

Требуется разработать программу контроля времени работы инструмента металлорежущего станка для ПЛК ОВЕН ПР200 подключенного к панели оператора. Управление программой будет осуществляться через панель оператора ОВЕН СП200.

Разработать следующий функционал:

- автоматическое отключение инструмента в случае превышения установленного времени;
- изменение суммарного времени работы для каждого инструмента станка;
- возможность сброса счетчика суммарного времени включения всех инструментов; – индикация о скором времени отключения инструмента;
- организация взаимодействия панели оператора как master устройства и контроллера как slave;
- взаимодействие управляющей программы с интерфейсом панели оператора.

1.1.3 Выбор архитектуры программы

Требуется организовать взаимодействие между пользователем и управляющей программой ПЛК. Функциональная схема выполнения программы на ПЛК показана на рисунке 2.

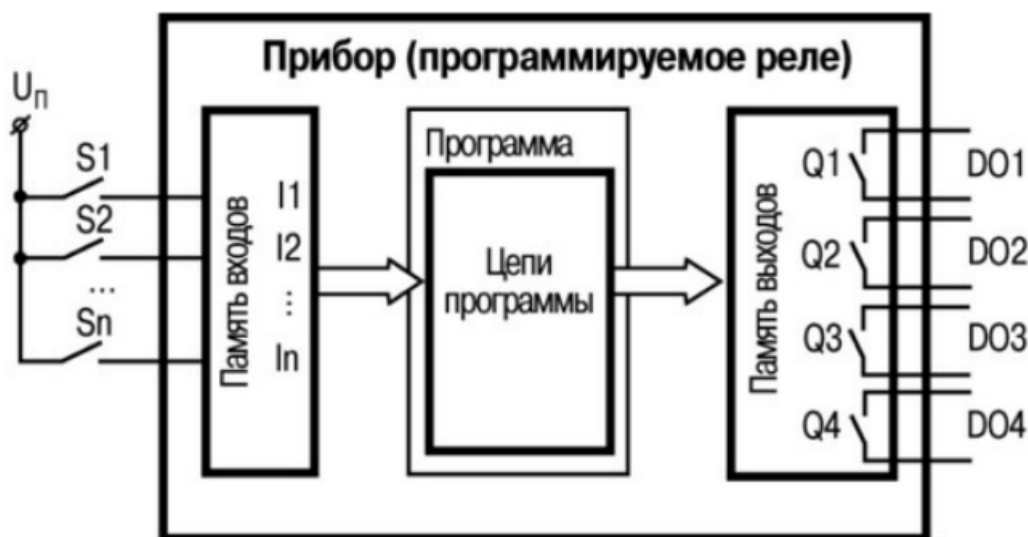


Рисунок 2 - Схема выполнения программы на ПЛК

Работу прибора можно представить в виде последовательно выполняемых шагов (рабочий цикл):

- логическое состояние входов автоматически записывается в ячейки памяти входов (количество ячеек равно числу входов – $I1 \dots In$);
- программа считывает значения из ячеек памяти входов и выполняет над ними логические операции в соответствии с алгоритмом работы;
- после обработки всей программы результаты записываются на физические выходы прибора (для включения выходных элементов $Q1 \dots Q4$);
- переход к Шагу 1 (после выполнения всех предыдущих шагов обработки программы цикл работы прибора повторяется с первого шага);

Время выполнения всех шагов зависит от сложности алгоритма программы.

Взаимодействие с пользователем будет организовано через панель оператора, работающую как master-устройство, к которой подключен контроллер в режиме slave по протоколу Modbus RTU через интерфейс RS485. RS-485 для обмена данными использует витую пару, где информация передается дифференциальными сигналами. Это обеспечивает высокую устойчивость к помехам. Разница напряжений одной полярности кодирует логическую единицу, а другой – ноль.

Исходя из требуемого функционала, планируемой архитектуры проекта и выбранной целевой платформы был определен следующий набор инструментов разработки: язык FBD стандарта IEC 61131-3, среда разработки OWEN Logic, конфигуратор панели оператора СП200, ОС Microsoft Windows 10.

Создание графического интерфейса панели для взаимодействия с пользователем происходит в программе «Конфигуратор СП200».

1.1.4 Выбор языка программирования

Для разработки был выбран язык FBD. Язык функциональных блоков FBD – это графический язык программирования, разработанный для ПЛК согласно стандарту IEC 61131-3. Он позволяет создавать программы из готовых функциональных блоков, что упрощает разработку и повышает наглядность кода.

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Блок – это подпрограмма, функция или функциональный блок (И, ИЛИ, НЕ, триггеры, таймеры, счётчики, блоки обработки аналогового сигнала, математические операции и др.).

Каждая отдельная цепь представляет собой выражение, составленное графически из отдельных элементов. К выходу блока подключается следующий блок, образуя цепь. Внутри цепи блоки выполняются строго в порядке их соединения. Результат вычисления цепи записывается во внутреннюю переменную либо подается на выход ПЛК.

Пример фрагмента программы на FBD в среде OWEN Logic представлен на рисунке 3: переменную a разделить на переменную b, результат деления умножить на 2 и записать в переменную result.

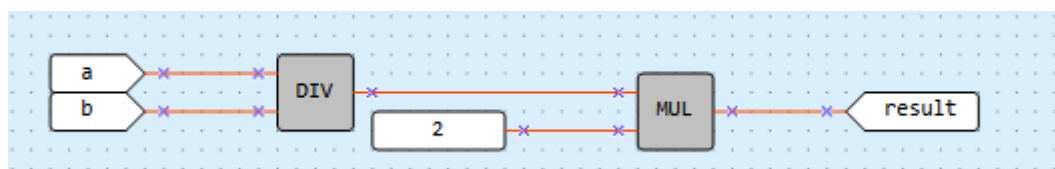


Рисунок 3 - Пример программы на языке FBD

Запись этой же функции на псевдокоде: $result := 2 * (a/b);$

Язык FBD прост в изучении, нагляден и удобен для прикладных специалистов, не имеющих специальной подготовки в области информатики. Алгоритм программы представляется в виде блок-схемы, где каждый блок выполняет свою функцию. Жесткая последовательность выполнения команд обеспечивает надежность и предсказуемость работы системы, а лаконичная структура кода облегчает его чтение и модификацию. FBD-диаграмма также наглядно отображает взаимосвязи между входами и выходами программы. В сравнении с текстовыми языками программирования, FBD более интуитивно понятен и информативен, что делает его идеальным инструментом для разработки надежных и понятных управляющих алгоритмов.

1.1.5 Выбор среды разработки

В качестве среды программирования, исходя из целевой платформы проекта, была взята OWEN Logic. Для создания графического интерфейса используется программа Конфигуратор СП200.

OWEN Logic – среда программирования, предназначенная для создания алгоритмов работы коммутационных приборов, относящихся к классу программируемых реле, в частности, приборов серий ПР1хх, ПР200 и панели ИПП120 производства компании OWEN.

Среда позволяет пользователю разработать программу автоматизации системы по собственному алгоритму и записать ее в энергонезависимую память прибора. Для составления программы используется графический язык FBD стандарта IEC 61131-3.

Перечень приборов, для программирования которых может использоваться OWEN Logic, представлен на сайте компании OWEN. Данная среда программирования бесплатна, распространяется через сайт производителя, что показано на рисунке 4.

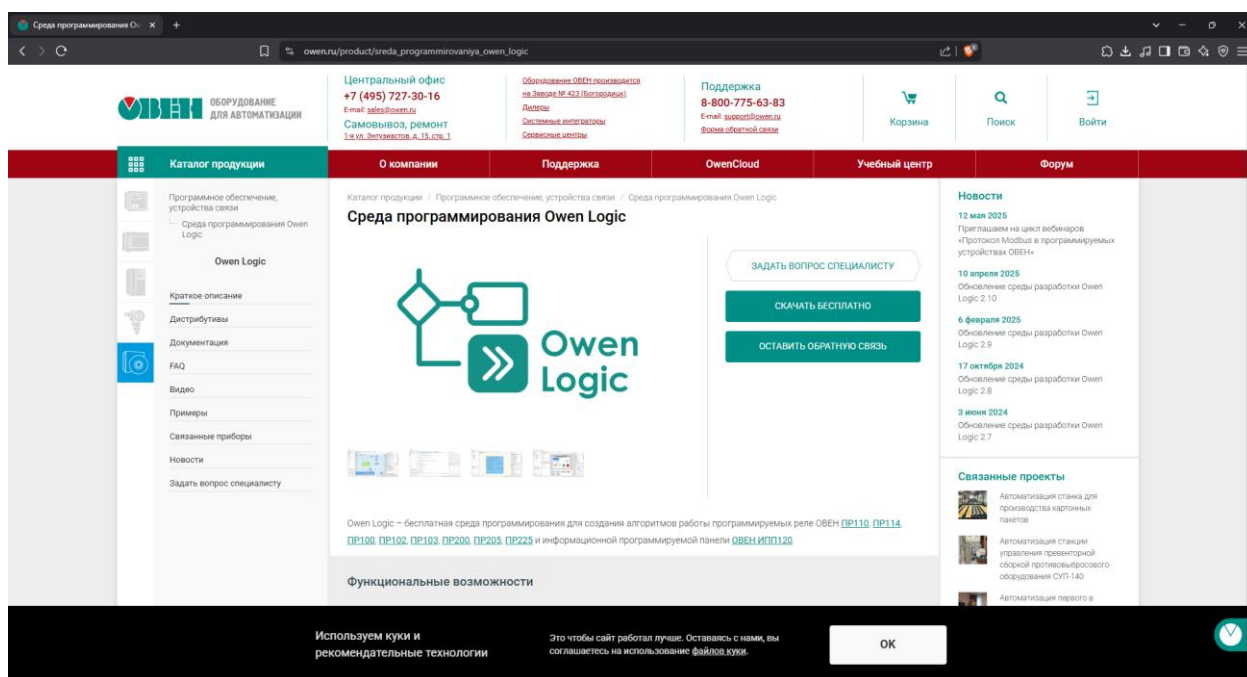


Рисунок 4 - Сайт OWEN

Чтобы загрузить на свой компьютер среду программирования OWEN Logic на странице загрузки нужно нажать на «Скачать бесплатно», что показано на рисунке 5.

При нажатии на «Скачать бесплатно» появляется окно, которое требует подтверждение об ознакомлении и принятии лицензионного соглашения, которое можно увидеть на рисунке 6. С текстом соглашения можно ознакомиться на официальном сайте OWEN.

После подтверждения нужно нажать «Скачать».

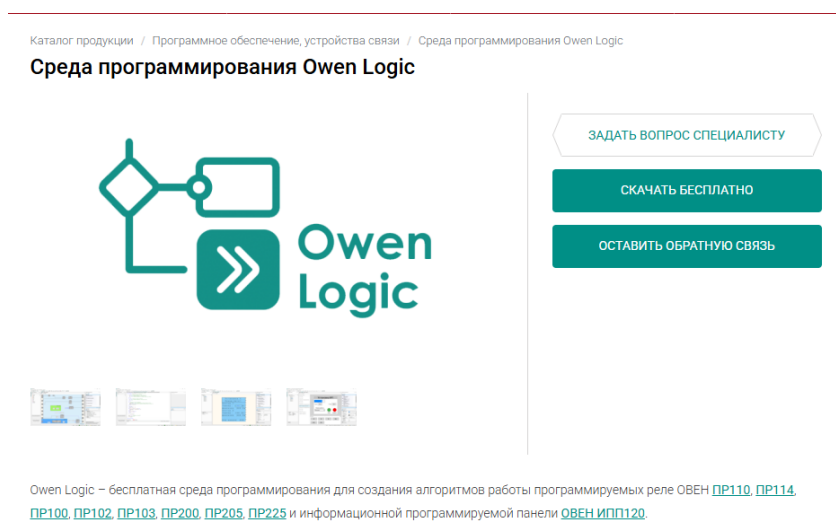


Рисунок 5 - Начало скачивания OWEN Logic

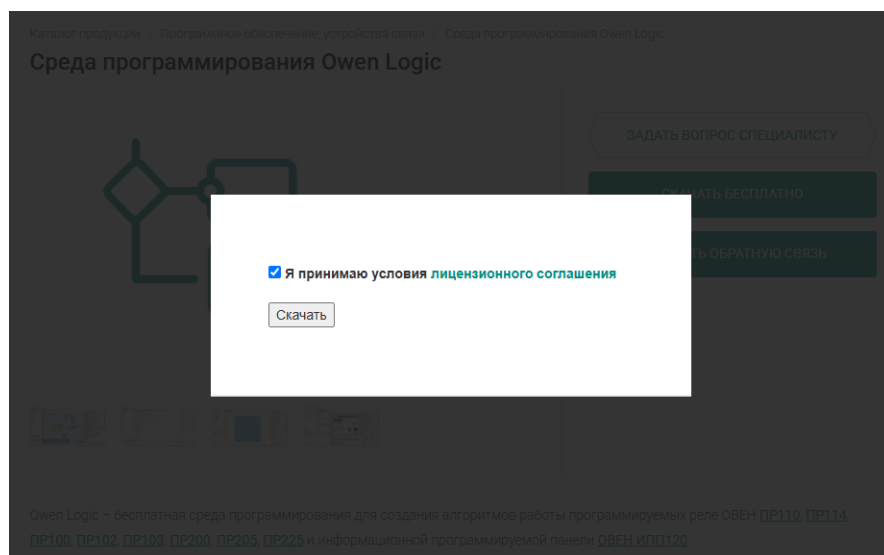


Рисунок 6 - Уведомление о необходимости ознакомиться и принять лицензионное соглашение

После нажатии на кнопку «Скачать» начнется загрузка архива с установочным файлом среды программирования OWEN Logic. Процесс загрузки показан на рисунке 7.

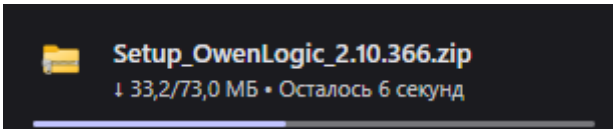


Рисунок 7 - Процесс загрузки OWEN Logic

Для начала установки нужно извлечь из скачанного архива установочный файл, что показано на рисунке 8, после чего файл был запущен.

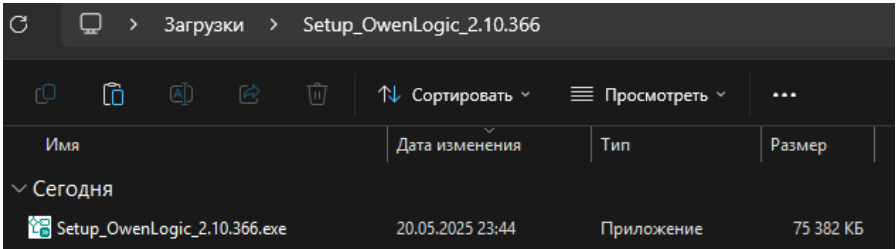


Рисунок 8 - Распакованный архив с установочным файлом

Процесс установки среды программирования OWEN Logic представлен на рисунках 9-14. После запуска установочного файла открывается окно Мастера установки среды OWEN Logic. Для продолжения установки требуется нажать «Далее».

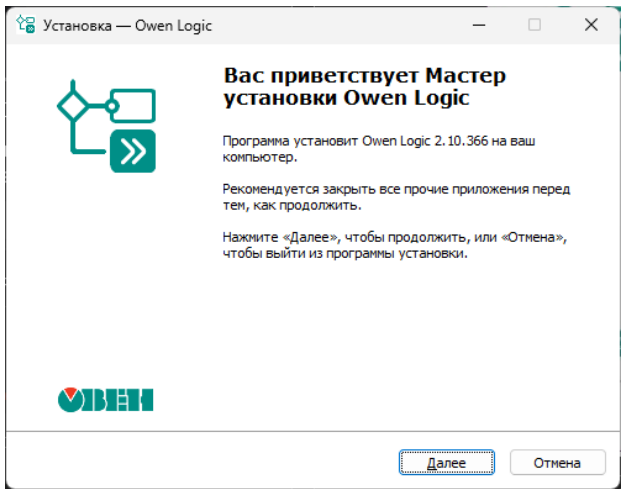


Рисунок 9 - Мастер установки OWEN Logic

На рисунке 10 показано окно, в котором требуется ознакомиться и принять лицензионное соглашение. После ознакомления с текстом лицензионного соглашения нужно поставить отметку в пункте «Я принимаю условия соглашения» и нажать «Далее».

Далее, на рисунке 11, требуется выбрать папку для установки среды OWEN Logic. Для этого нужно нажать на «Обзор», в открывшемся окне указать нужное расположение. В случае если изменять расположение не требуется оставить это поле со значением по умолчанию. Для продолжения нажать «Далее».

В следующем окне, на рисунке 12, можно выбрать расположение в меню «Пуск». Чтобы продолжить нужно нажать на «Далее», а чтобы выбрать другую папку нажать на «Обзор».

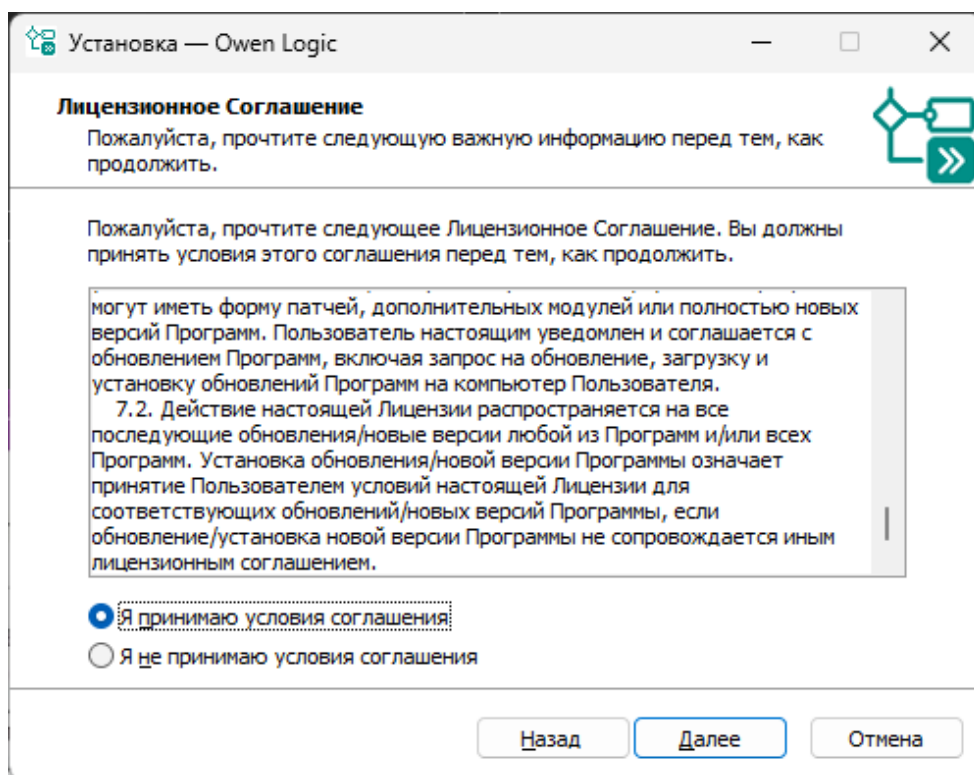


Рисунок 10 - Лицензионное соглашение

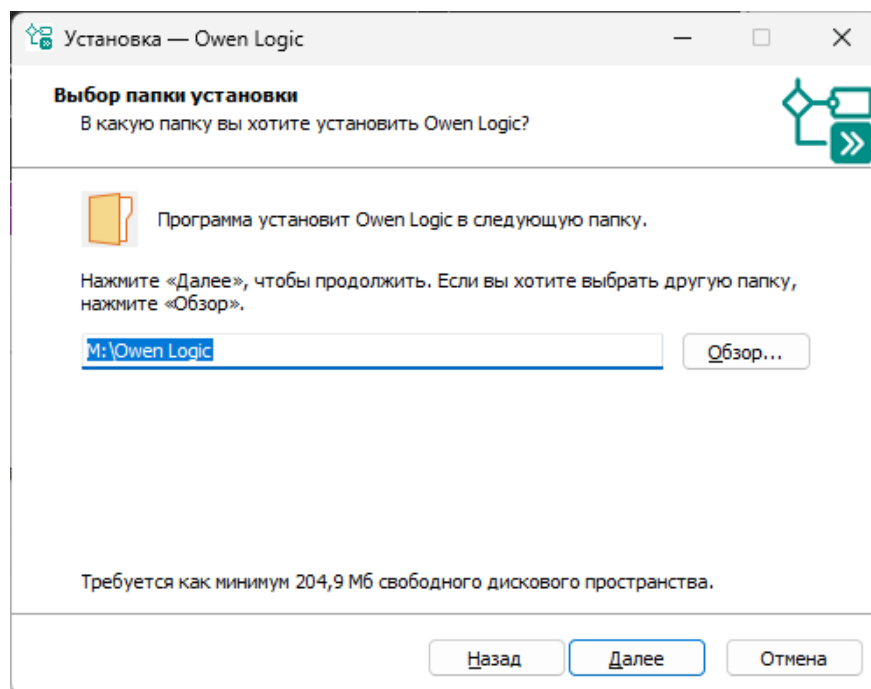


Рисунок 11 - Выбор директории установки

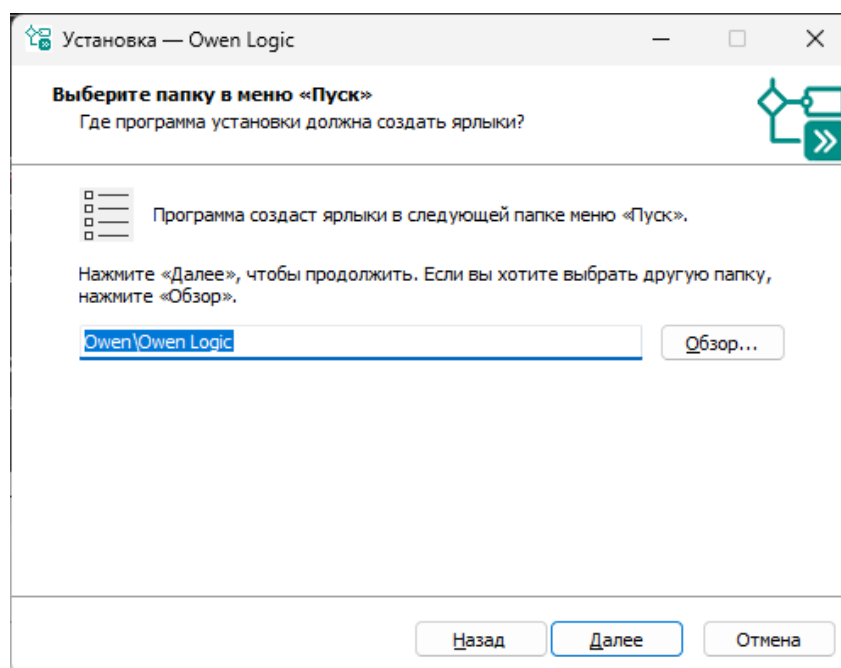


Рисунок 12 - Выбор расположения в меню «Пуск»

На рисунке 13 предлагается выбрать дополнительные настройки, такие как создание значка на рабочем столе и в панели быстрого доступа, а также привязку файлов с расширением owl и owle к среде OWEN Logic.

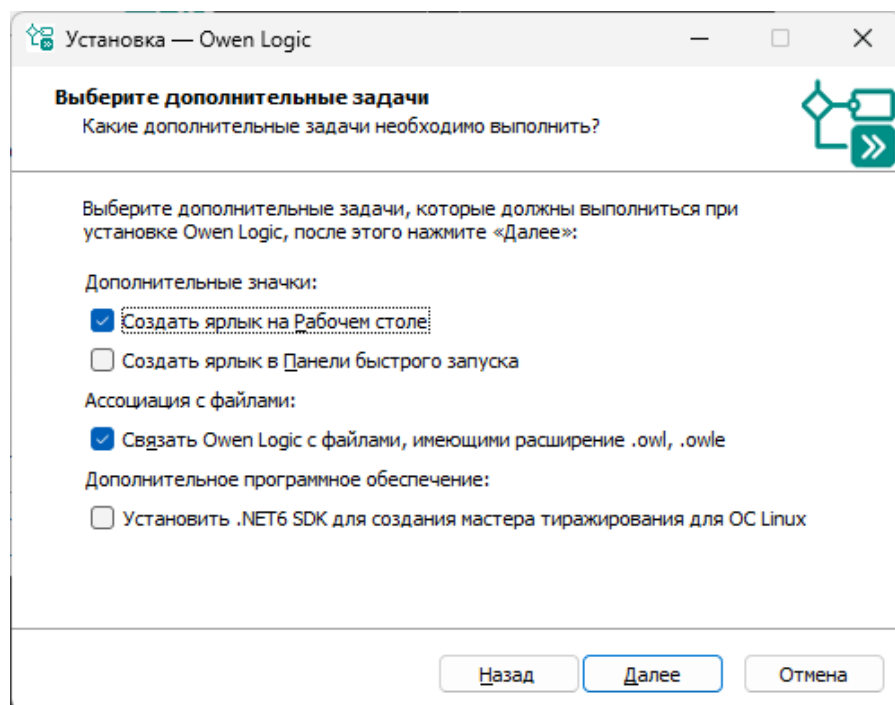


Рисунок 13 - Дополнительные настройки

В окне показано на рисунке 14 предлагается перепроверить все опции установки и нажать кнопку «Установить».

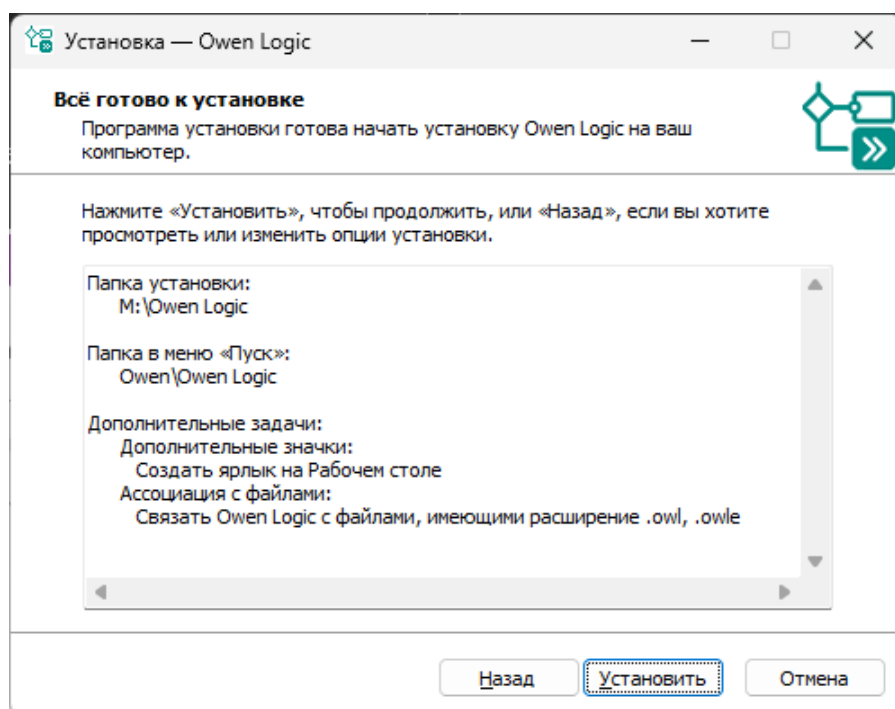


Рисунок 14 - Установка OWEN Logic

На рисунке 15 показано Главное окно, открывающееся на мониторе ПК после запуска OWEN Logic.

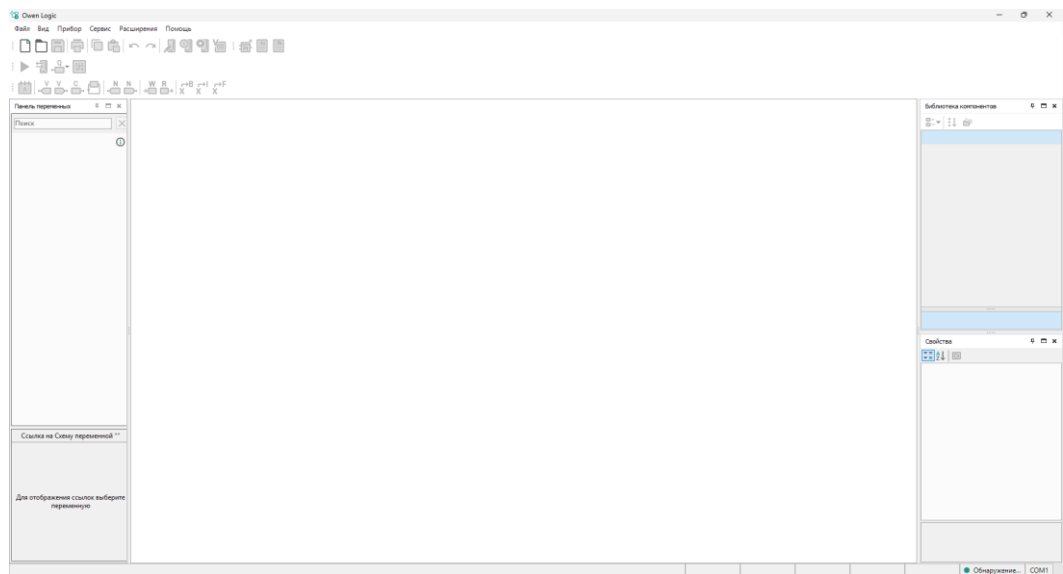


Рисунок 15 - Главный экран OWEN Logic

Для настройки среды программирования OWEN Logic требуется создать новый проект через меню «Файл», как это показан на рисунке 16. В противном случае многие функции будут недоступны.

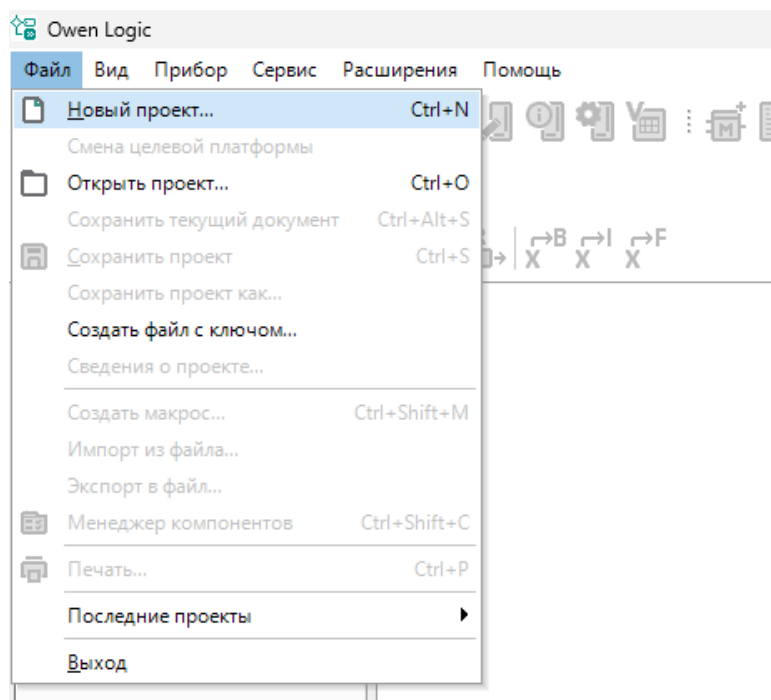


Рисунок 16 - Начало создания нового проекта в меню «Файл»

На рисунке 17 показана панель инструментов среды программирования OWEN Logic.



Рисунок 17 - Панель инструментов OWEN Logic

Панель инструментов, как и многие элементы интерфейса, поддается настройке. Имеется возможность переместить, либо вынести в окно отдельные элементы интерфейса. Для удобства можно изменить положение части элементов панели инструментов, как это показано на рисунке 18, где панель элементов, добавляемых на рабочий холст, была перенесена ниже.



Рисунок 18 - Панель инструментов после настройки

Панель инструментов в режиме эмуляции дополняется новыми элементами и также поддается настройке, как это показано на рисунках 19-20.

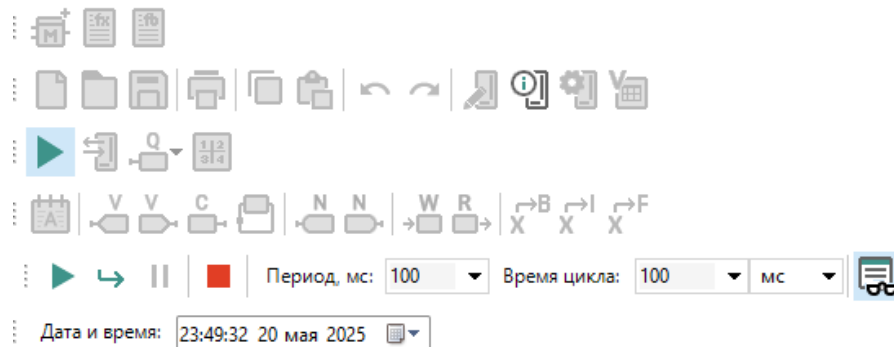


Рисунок 19 - Панель инструментов в режиме эмуляции

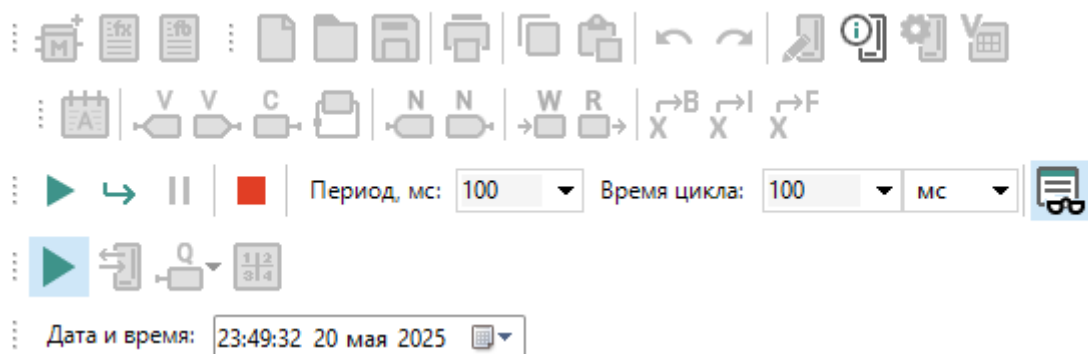


Рисунок 20 - Панель инструментов в режиме эмуляции после настройки

У рабочего холста проекта есть возможность изменить размер через Свойства. Это может понадобиться по мере разработки управляющей программы. Свойства рабочего холста показаны на рисунке 21.

На рисунке 22 представлен рабочий холст проекта после изменения его размера.

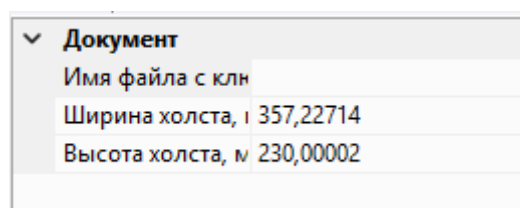


Рисунок 21 - Свойства рабочего холста проекта

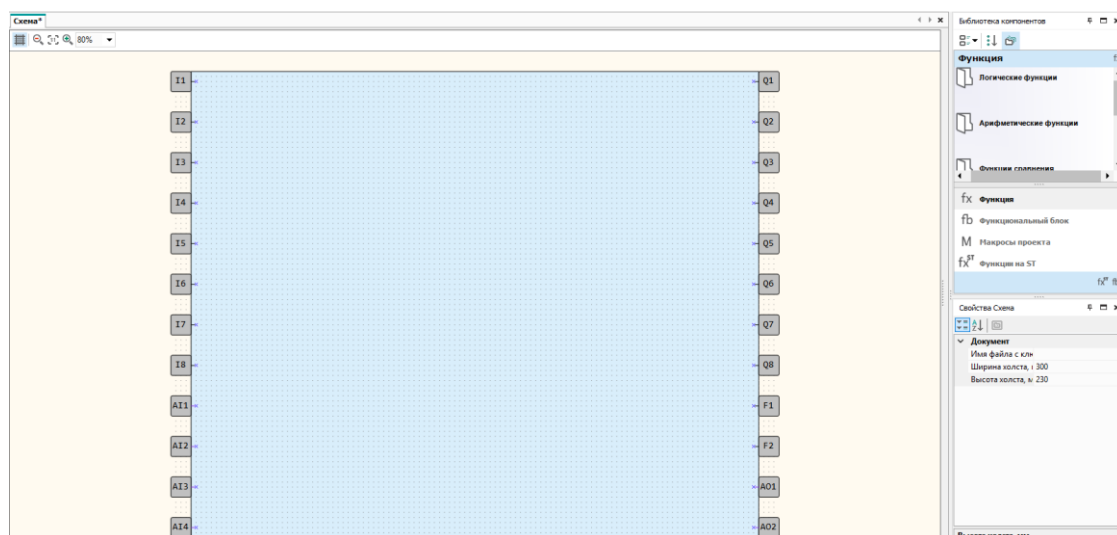


Рисунок 22 - Холст после настройки

Также на Главном экране среды OWEN Logic имеется Библиотека компонентов, показанная на рисунке 23, которая содержит функциональные

блоки языка FBD, а также макросы проекта и панель переменных, показанная на рисунке 24, содержащая переменные проекты.

Для конфигурирования символьного индикатора ПЛК в среде программирования OWEN Logic имеется Менеджер экранов. Меню данного раздела показана на рисунке 25. Менеджер экранов позволяет настроить вывод на символьный индикатор определенные значения, используемые в управляющей программе, либо текстовые сообщения.

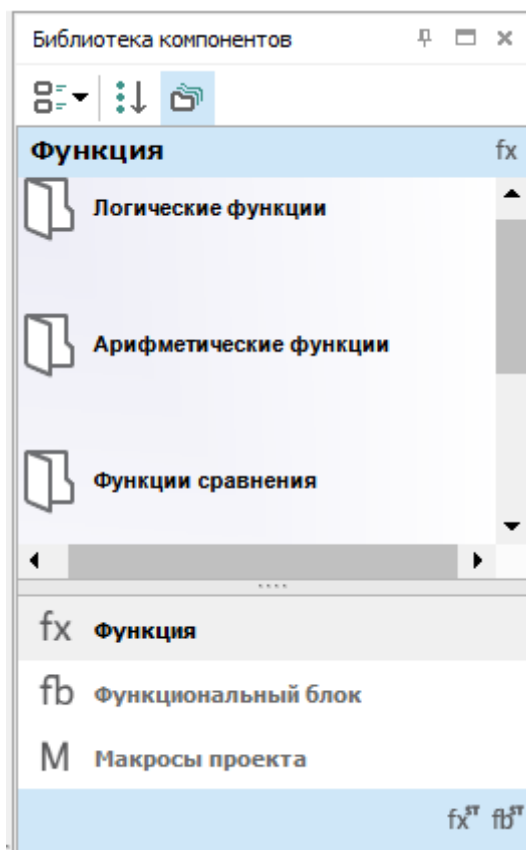


Рисунок 23 - Библиотека компонентов среды OWEN Logic

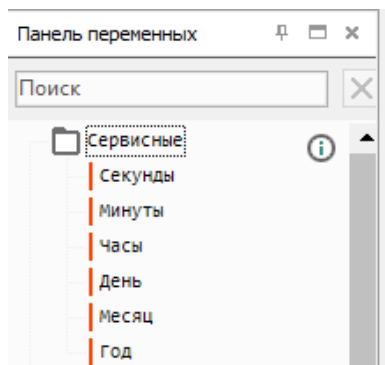


Рисунок 24 - Панель переменных OWEN Logic

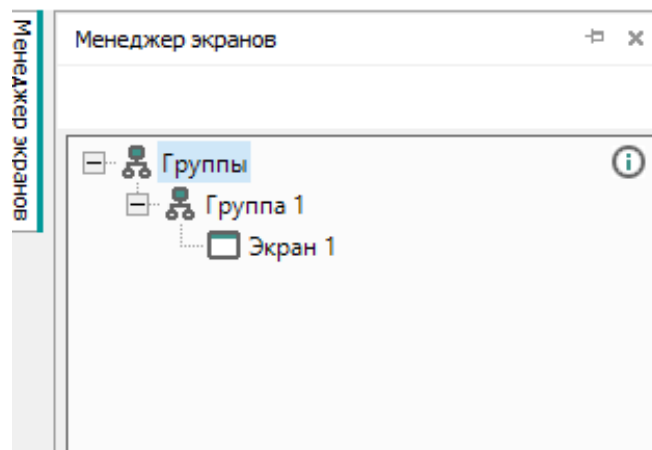


Рисунок 25 - Менеджер экранов

Для дальнейшего подключения ПЛК к ПК через USB порт требуется изменить настройки подключения прибора, показанные на рисунке 26. После установки требуемых драйверов в графе «Порт» определился порт, подключённый к ПЛК.

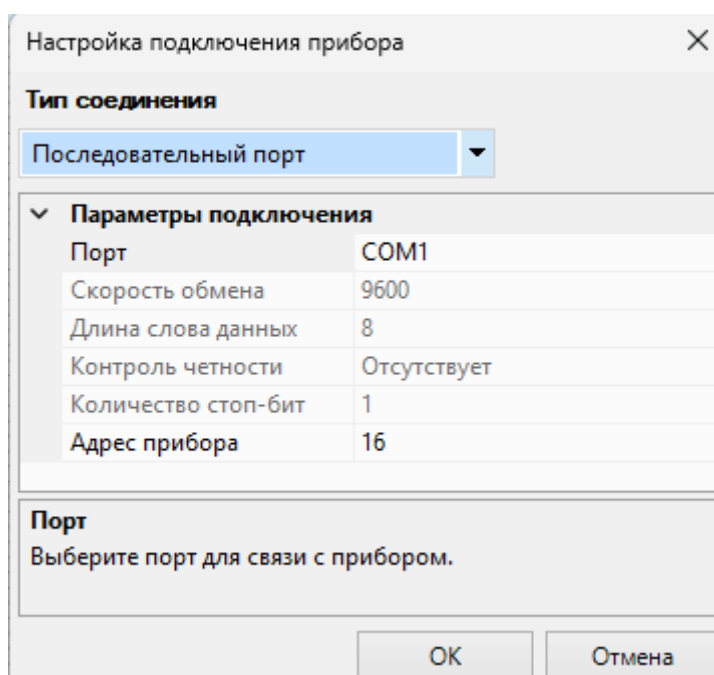


Рисунок 26 - Настройки подключения прибора

Для упрощения настройки и дальнейшего взаимодействия со средой программирования OWEN Logic рекомендуется использовать встроенный справочник показанный на рисунке 27.

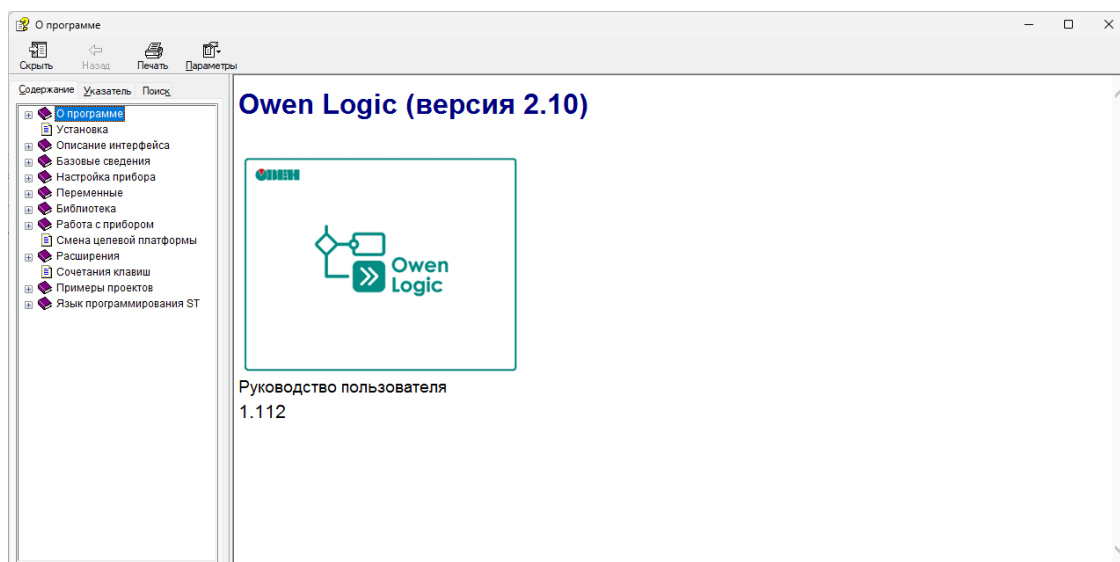


Рисунок 27 - Окно «О программе»

Для разработки графического интерфейса была установлена программа Конфигуратор СП200. Это приложение, как и среда OWEN Logic, доступна для скачивания с официального ресурса OWEN. Программа «Конфигуратор» представляет собой утилиту, предназначенную для настройки и программирования интерфейса панели оператора.

Программа-конфигуратор – это инструмент для создания графического интерфейса панели оператора. в проектном файле можно реализовать требуемый функционал: от вывода текущих параметров системы до управления внешним оборудованием. Сконфигурированный интерфейс загружается в панель, и она начинает работать согласно заданным настройкам. Таким образом, использование конфигуратора предоставляет возможность максимально адаптировать панель под конкретные требования пользователя.

Процесс установки программы Конфигуратор СП200 показан продемонстрирован на рисунках 28-33. На рисунке 28 представлен начальный экран установщика Конфигуратора СП200. Для продолжения установки требуется нажать «Далее».

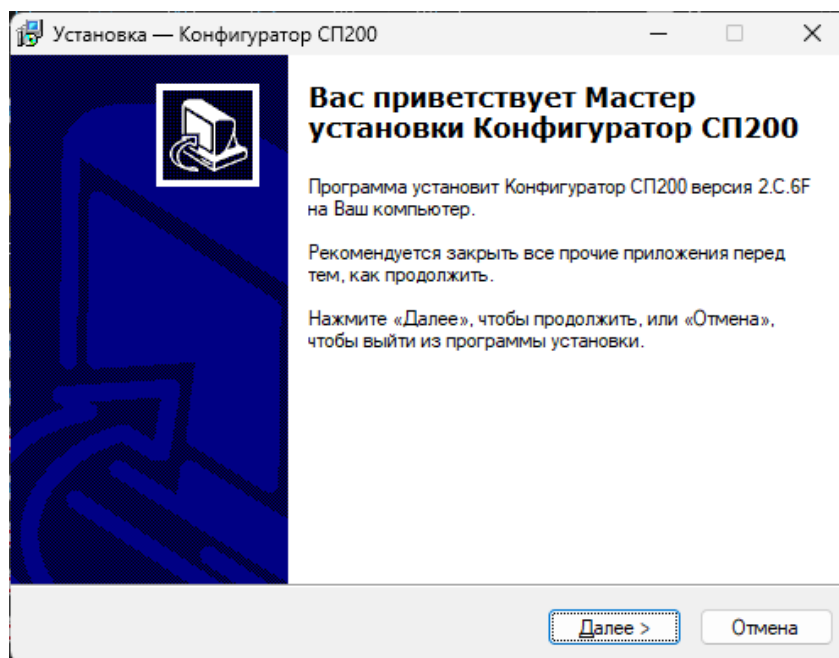


Рисунок 28 - Начало установки Конфигуратор СП200

Далее, на рисунке 29, требуется выбрать папку для установки Конфигуратора СП200. Для этого нужно нажать на «Обзор», в открывшемся окне указать нужное расположение. В случае если изменять расположение не требуется оставить это поле со значением по умолчанию. Для продолжения нажать «Далее».

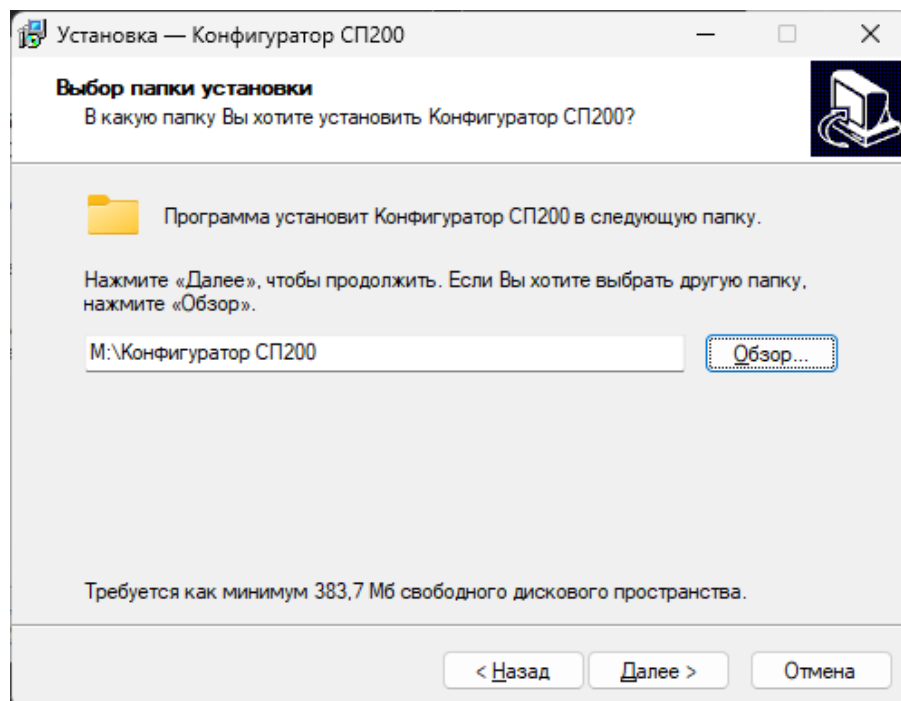


Рисунок 29 - Выбор директории для установки Конфигуратора СП200

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист
26

В одном из следующих этапов установки будет предложено создать ярлык на рабочем столе. Для этого необходимо установить галочку в поле рядом с соответствующим пунктом меню, как продемонстрировано на рисунке 30.

На рисунке 31 показано окно, где отображаются все параметры, выбранные пользователем при установке Конфигуратора СП200. Для продолжения установки требуется нажать соответствующую кнопку.

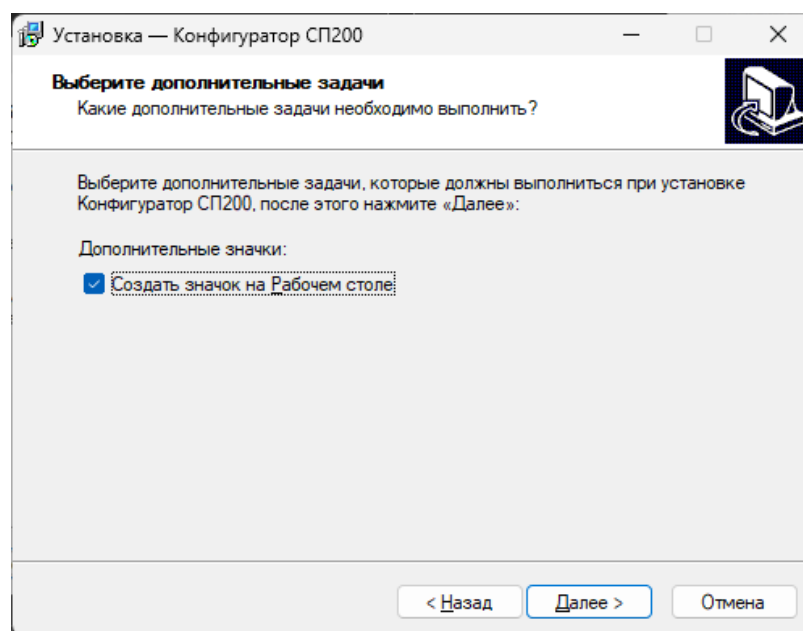


Рисунок 30 - Дополнительные настройки

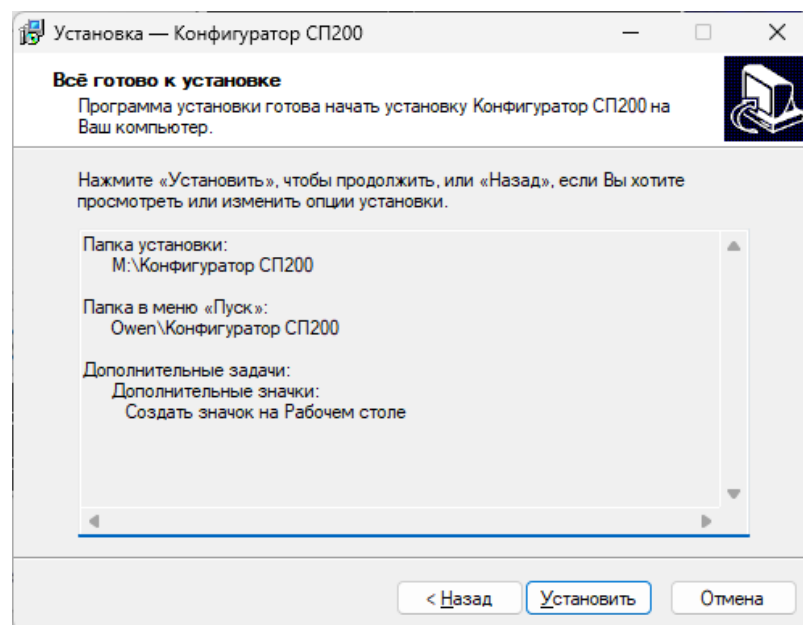


Рисунок 31 - Установка Конфигуратора СП200

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

27

После этого был начат процесс установки, что можно увидеть на рисунке 32.

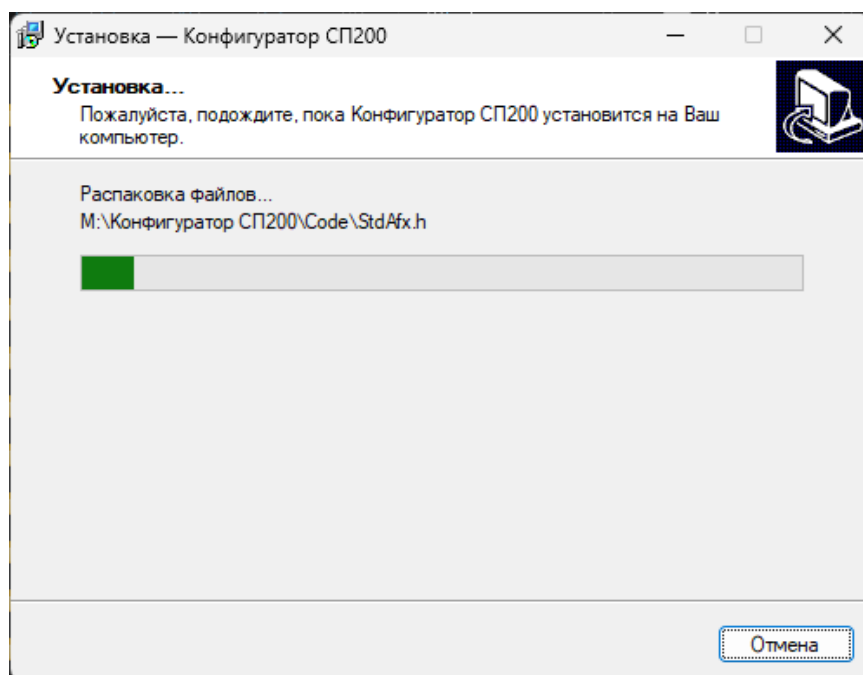


Рисунок 32 - Процесс установки Конфигуратора СП200

На рисунке 33 показано окно завершения Мастера установки Конфигуратора СП200. Если после завершения установки необходимо сразу запустить Конфигуратор СП200 нужно оставить флажок рядом соответствующим пунктом.

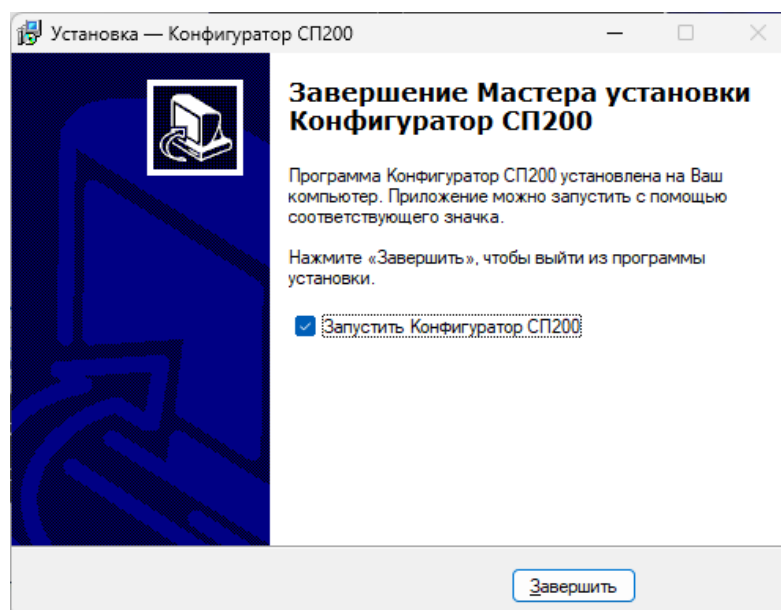


Рисунок 33 - Завершение установки Конфигуратора СП200

На рисунке 34 показано окно, открывающееся после запуска Конфигуратор СП200. Для взаимодействия с данным ПО также необходимо создать новый проект.

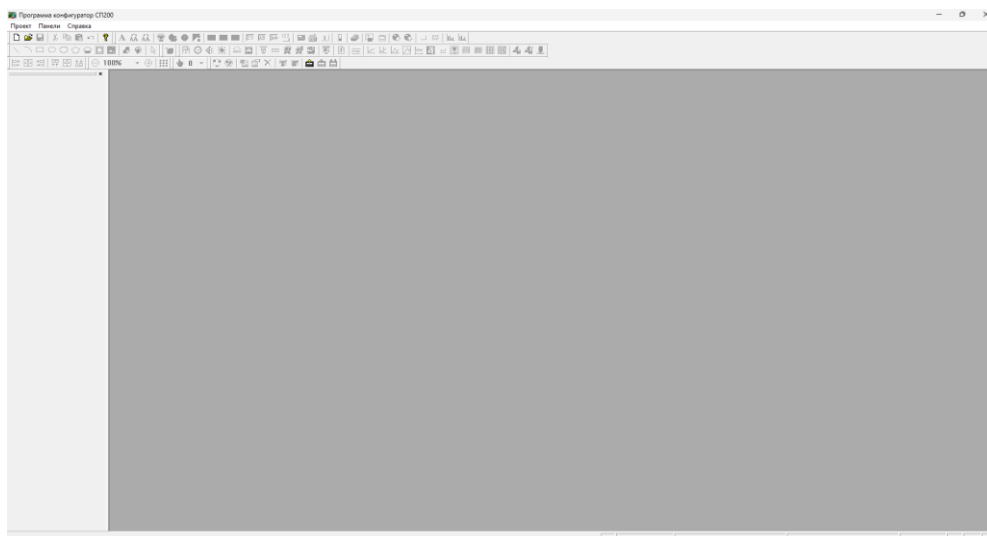


Рисунок 34 - Конфигуратор СП200 после запуска

На рисунке 35 представлена панель инструментов Конфигуратора СП200. Данная панель также может быть настроена для удобства эксплуатации.

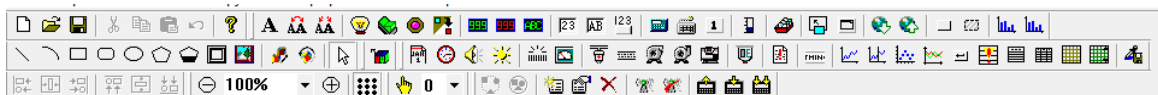


Рисунок 35 - Панель инструментов Конфигуратора СП200

В открывшемся окне имеется дерево элементов для удобства навигации по проекту. Окно показано на рисунке 36.

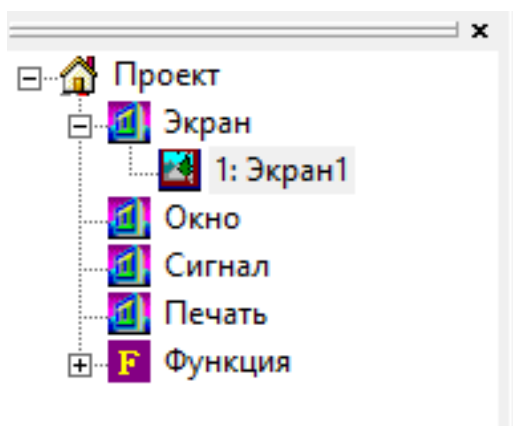


Рисунок 36 - Элементы проекта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

29

1.2 Проектирование и разработка

Проект состоит из управляющей программы и сконфигурированного интерфейса панели оператора. После подачи питания программируемый контроллер с загруженной логикой и сама панель автоматически переходят в рабочее состояние. Оператор осуществляет взаимодействие с контроллером через визуальное меню, отображающееся на панели.

Пользователь может установить время работы инструмента перед его включением. При превышении заданного временного интервала устройство автоматически прекращает работу инструмента.

1.2.1 Конфигурирование контроллера ОВЕН ПР200

ОВЕН ПР200 представляет собой программируемое реле с интегрированным дисплеем. Прибор выпускается в корпусе 7 DIN и поддерживает до 24 дискретных и аналоговых входов/выходов. При необходимости количество каналов можно увеличить, используя внутреннюю шину для подключения модулей расширения. Для интеграции в SCADA-системы и управления внешними устройствами в прибор может быть установлено до двух интерфейсов RS-485 с поддержкой протоколов Modbus RTU/ASCII.

Разработка управляющего алгоритма производится с использованием среды Owen Logic, работающей на языке FBD. На лицевой панели прибора расположены элементы индикации и управления, можно увидеть на рисунке 37.



Рисунок 37 - Лицевая панель прибора

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

30

Типовая схема подключения элементов системы к ПЛК представлен на рисунке 38. Программируемые логические контроллеры получают сигналы от различных датчиков и измерительных устройств, производят анализ поступающих данных, после чего формируют управляющие импульсы для исполнительного оборудования.

Устройство контроллера предполагает наличие центральной микросхемы, куда записывается программа действий, памяти с аккумуляторной батареей, часов реального времени, интерфейсов ввода/вывода и системы защиты для преобразования напряжения на входах и выходах.

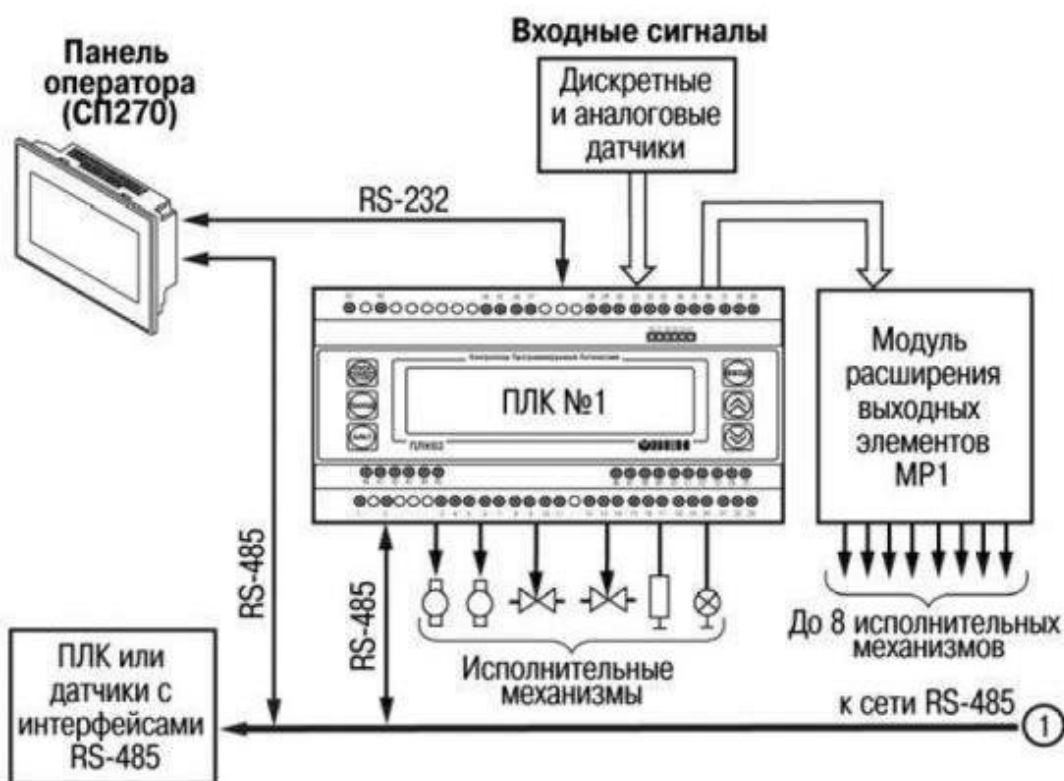


Рисунок 38 - Типовая схема подключения элементов системы к ПЛК

Был создан новый проект в редакторе OWEN Logic. В окне «Выбор модели» рисунке 39 выбран тип устройства ПР200-24.2(4).Х.

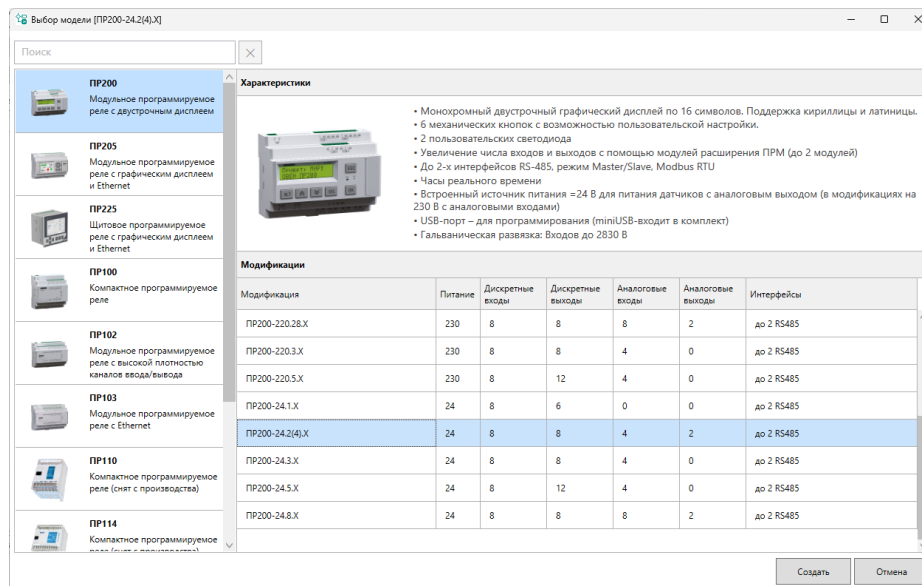


Рисунок 39 - Окно выбора модели

После сохранения созданного проекта необходимо перейти в «Настройки прибора» во вкладке «Прибор».

В настройках прибора были изменены адрес на 1 и добавлены необходимые сетевые переменные как показано на рисунке 40.

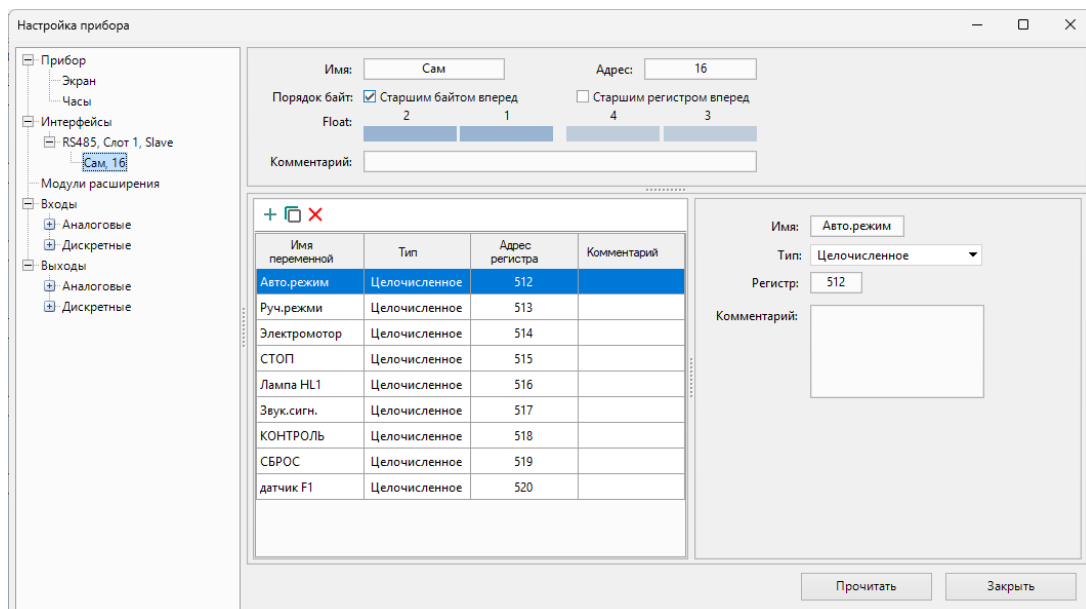


Рисунок 40 - Настройка таблицы сетевых переменных

Ниже представлена таблица 2, в которой указаны сетевые переменные программы с адресами регистров. Добавление сетевых переменных необходимо

для организации взаимодействия панели оператора и ПЛК по протоколу Modbus RTU через интерфейс RS-485 в режиме slave, как показано на рисунке 41.

Таблица 2 – Таблица сетевых переменных с адресами регистров.

Имя переменной	Тип	Адрес регистра
пуск	Целочисленное	512
стоп	Целочисленное	513
режим	Целочисленное	514
сброс аварии	Целочисленное	515
контроль	Целочисленное	516
сигнальная лампа	Целочисленное	518
заданная частота	Целочисленное	519
двигатель	Целочисленное	520
выходной момент	Целочисленное	521

Так же добавили второе подключение. Задали параметры, которые можно увидеть на рисунке 41. Далее добавили новые сетевые переменные, которые можно увидеть на рисунке 42 и в таблице 3.

Добавление этих переменных необходимо для обеспечения взаимодействия панели оператора и ПЛК по протоколу Modbus RTU через интерфейс RS-485 в режиме slave, что иллюстрируется на рисунке 43.

Тип интерфейса: RS-485

Номер слота: 2

Режим: Master

Протокол: RTU

Скорость: 38400

Четность: Нет

Число стоп-бит: 1

Биты данных: 8

Интервал между запросами: 10 мс

Рисунок 41 - Задание второго подключения

<div><div>+</div><div><div></div><div></div></div><div>×</div></div>			
Имя переменной	Тип	Адрес регистра	Комментарий
КОМАНДНОЕ С...	Целочисленное	257	
АВАРИЯ ПЧ	Целочисленное	289	
ЧАСТОТА ПЧ	Целочисленное	258	
ВЫХОДНОЙ М...	Целочисленное	297	

Рисунок 42 – Сетевые переменные для второго подключения

Таблица 3 – Таблица дополнительных сетевых переменных с адресами регистров.

Имя переменной	Тип	Адрес регистра
командное слово	Целочисленное	257
авария пч	Целочисленное	289
частота пч	Целочисленное	258
выходной момент	Целочисленное	297

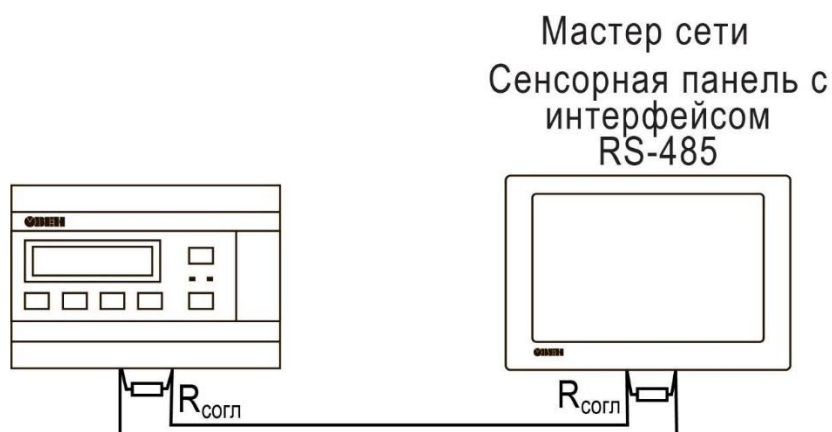


Рисунок 43 - Типовая схема подключения для ПР200 в режиме slave

После завершения создания проекта открылось Главное окно, показанное на рисунке 44.

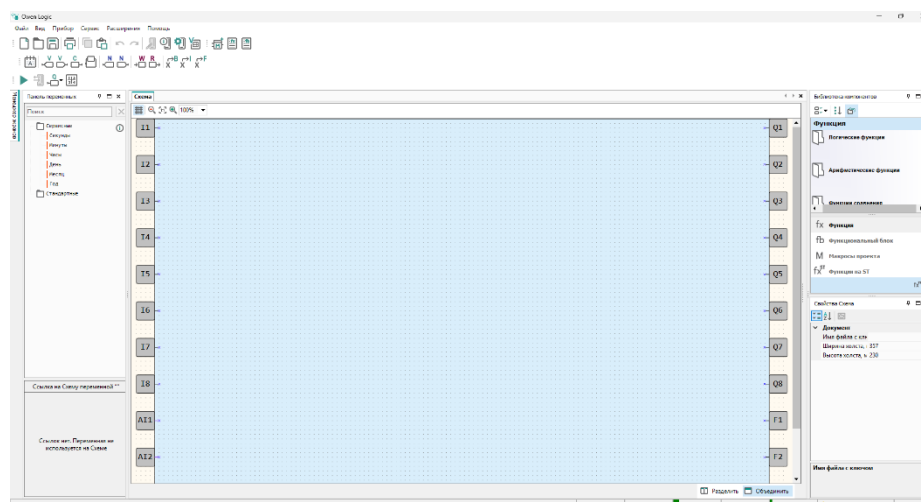


Рисунок 44 - Главное окно среды программирования OWEN
Logic

1.2.2 Разработка управляющей программы

После завершения конфигурирования ПЛК начинается разработка управляющей программы. Исходя из цели проекта была построена схема алгоритма работы управляющей программы, представленная на рисунке 45.

Управление осуществляется тумблерами «ПУСК», «РЕЖИМ». Для этого на физические дискретные входы I1 и I2 показанные на рисунке 46 были присоединены блоки сетевых переменных «ПУСК», «РЕЖИМ» из таблицы.

К физическому входу I3 была присоединена переменная «СТОП» для организации функции остановки автоматического режима до окончания цикла, что продемонстрировано на рисунке 47.

Так же к физическому входу I4 была присоединена переменная «КОНТРОЛЬ» для проверки элементов сигнализации, на вход I5 подключена переменная «СБРОС АВАРИИ» для отключения звукового сигнала. Переменные показаны на рисунке 48.

В дальнейшем для организации сетевого взаимодействия с панелью оператора переменные были удалены со входов, при оптимизации программы для подключения к входам ПЛК физических переключателей они могут быть подключены снова.

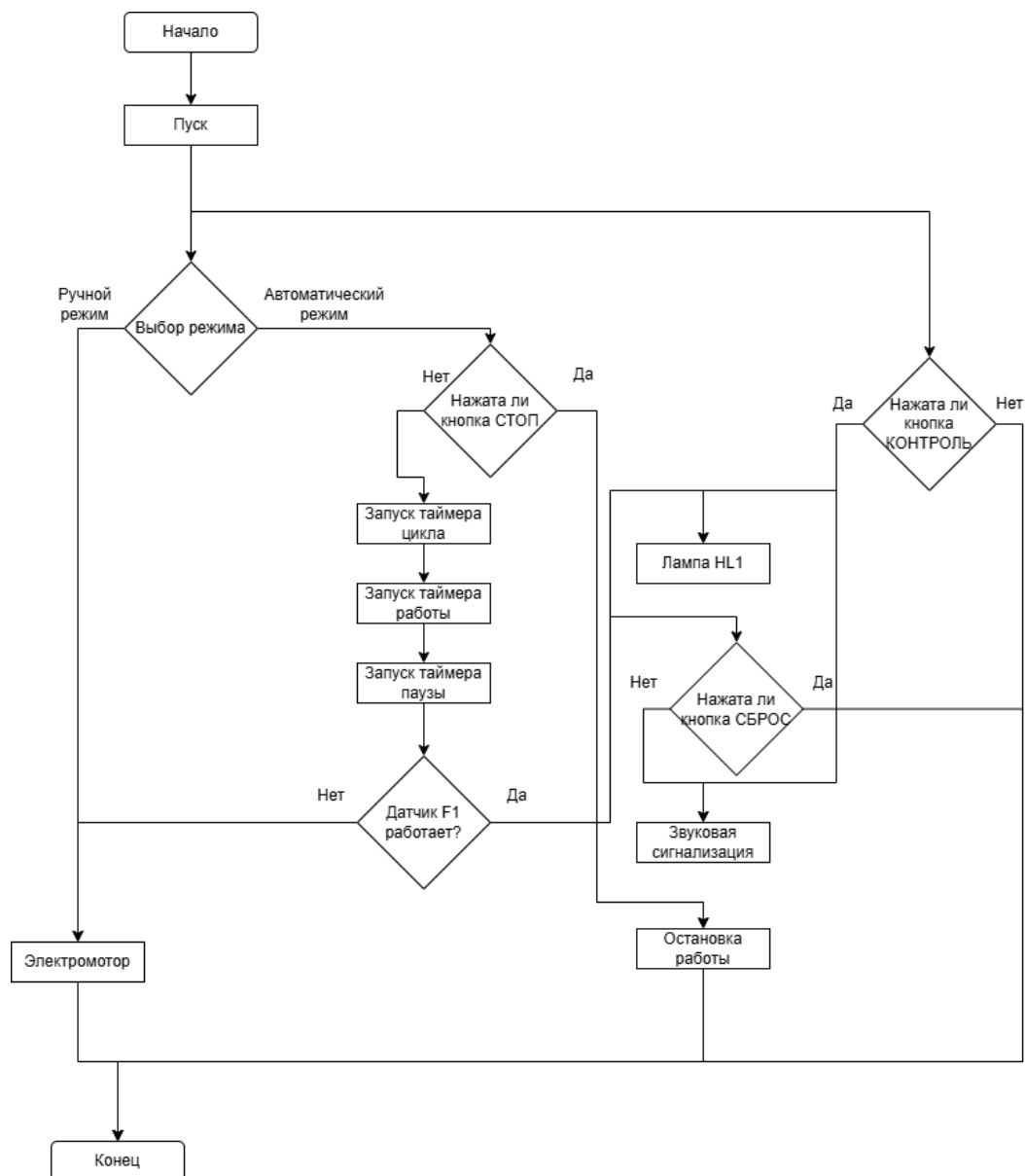


Рисунок 45 – UML – диаграмма состояний

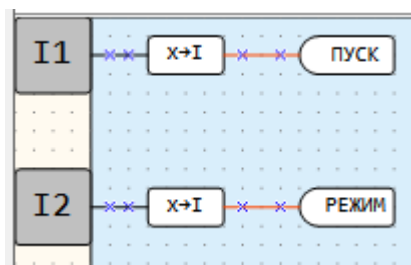


Рисунок 46 - Результат добавления «ПУСК», «РЕЖИМ».

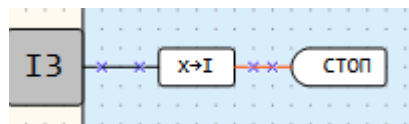


Рисунок 47 - Результат добавления «СТОП»

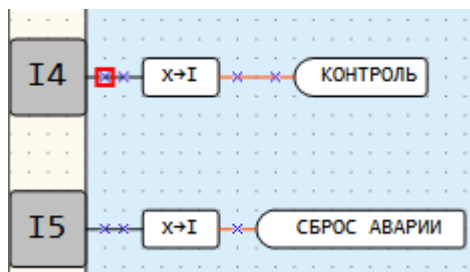


Рисунок 48 - Результат добавления переменных

В программу управления был добавлен функциональный блок BLINK1. Представлен на рисунке 49.

BLINK – генератор прямоугольных импульсов. При подаче единицы на вход этого функционального блока на выходе получаем чередование логического нуля (Тоткл) и единицы (Твкл) с заданной периодичностью, диаграмма работы функционального блока BLINK продемонстрирована на рисунке 50.

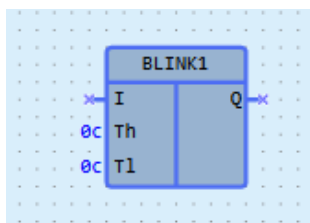


Рисунок 49 – Генератор BLINK1

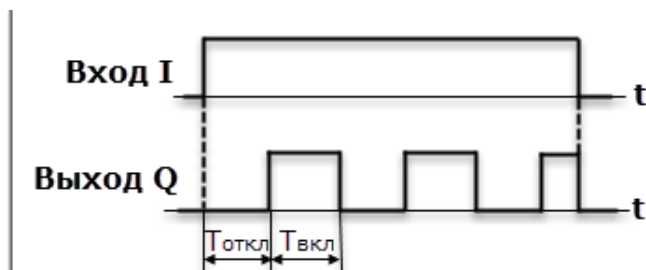


Рисунок 50 - Диаграмма работы генератора BLINK

Также добавлен таймер TON1 – Таймер с задержкой включения, который нужен для организации длительности цикла автоматического режима, представлен на рисунке 51, так же на рисунке 52 представлена диаграмма работы этого блока.

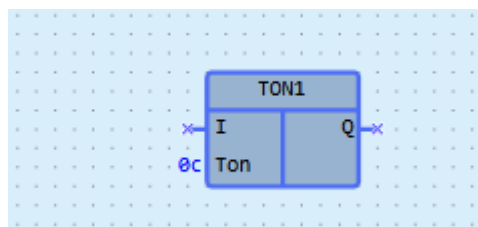


Рисунок 51 - Таймер TON1

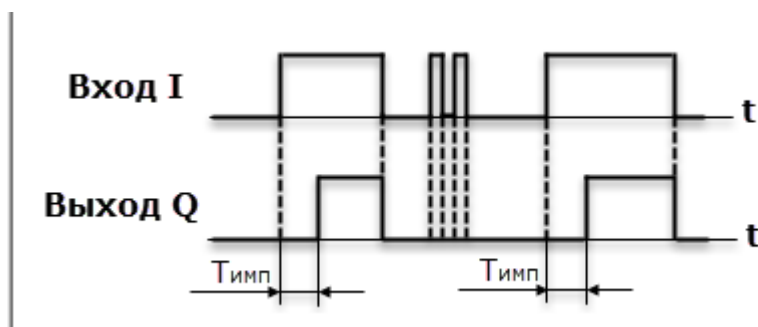


Рисунок 52 - Диаграмма работы таймера TON1

RS-триггер с приоритетом выключения используется для переключения с фиксацией состояния во время поступления коротких импульсов на соответствующий вход. Диаграмма работы представлена на рисунке 53.

Принцип действия блока функции «ИЛИ» («OR»), представленного на рисунке 54, следующий – если на один из входов блока функции поступает сигнал логической единицы (контакты замкнуты), то на выходе элемента появляется логическая единица (выход включен).

Принцип действия блока функции «НЕ» («NOT»), который можно увидеть на рисунке 55, состоит в том, что если на вход блока функции поступает сигнал логического нуля (контакты разомкнуты), то на выходе элемента появляется логическая единица (выход включен), и наоборот: сигнал инвертируется.

Для организации правильного цикла работы автоматического режима, в котором электромотор имеет определённые интервалы включения и отключения, требуется добавить следующие элементы, показанные на рисунке 56, связав их с переменными проекта.

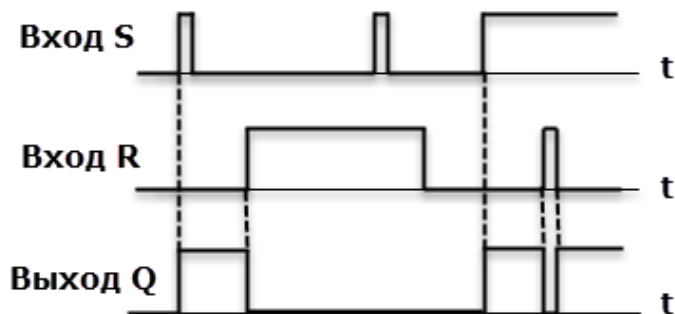


Рисунок 53 – Диаграмма работы блока RS1

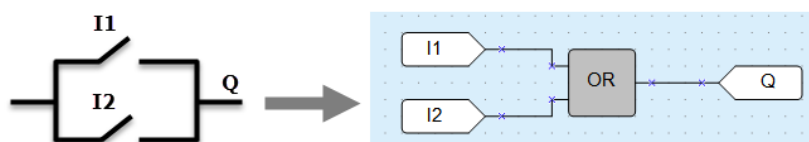


Рисунок 54 - Принцип работы блока «ИЛИ»

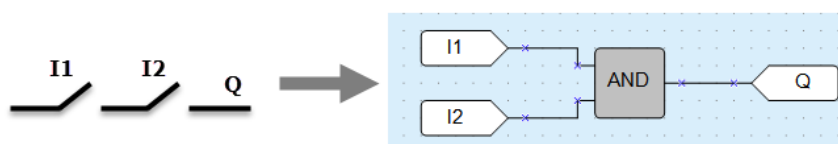


Рисунок 55 - Принцип работы блока функции «И»

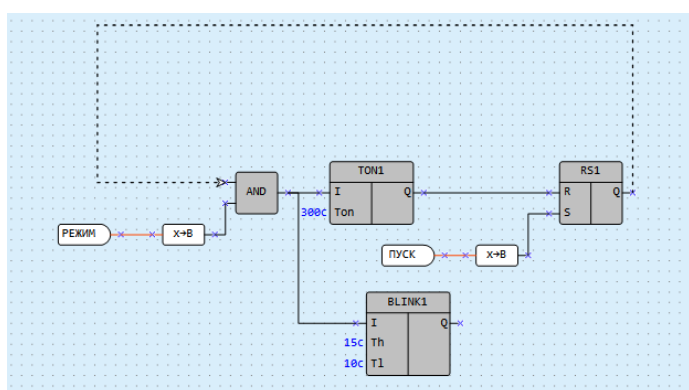


Рисунок 56 - Организации цикла работы автоматического режима

Далее была добавлена функция остановки цикла по нажатию кнопки «СТОП» или от сигнала с датчика аварии, для этого были применены блоки «OR», которые использовались ранее, результат работы показан на рисунке 57.

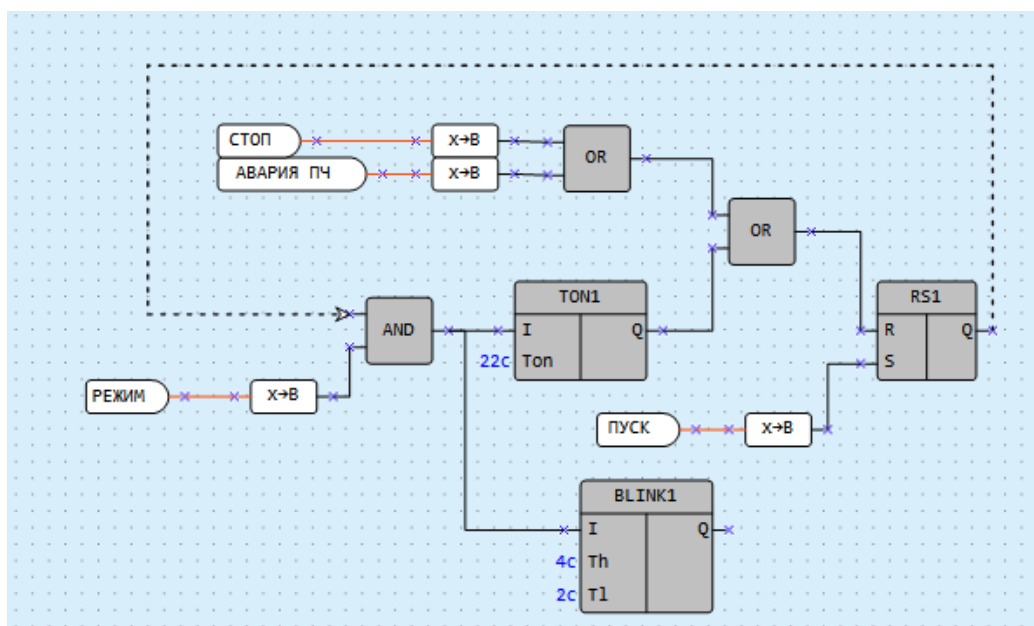


Рисунок 57 – Добавление функции остановки

Принцип действия блока функции «НЕ» («NOT»), который можно увидеть на рисунке 58 состоит в том, что если на вход блока функции поступает сигнал логического нуля (контакты разомкнуты), то на выходе элемента появляется логическая единица (выход включен), и наоборот: сигнал инвертируется.

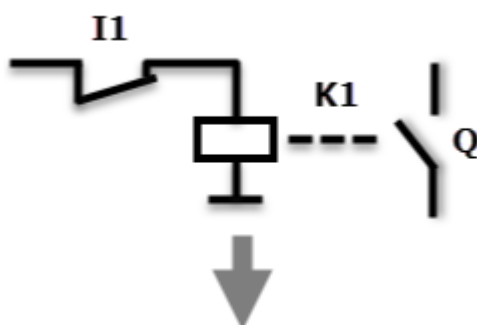
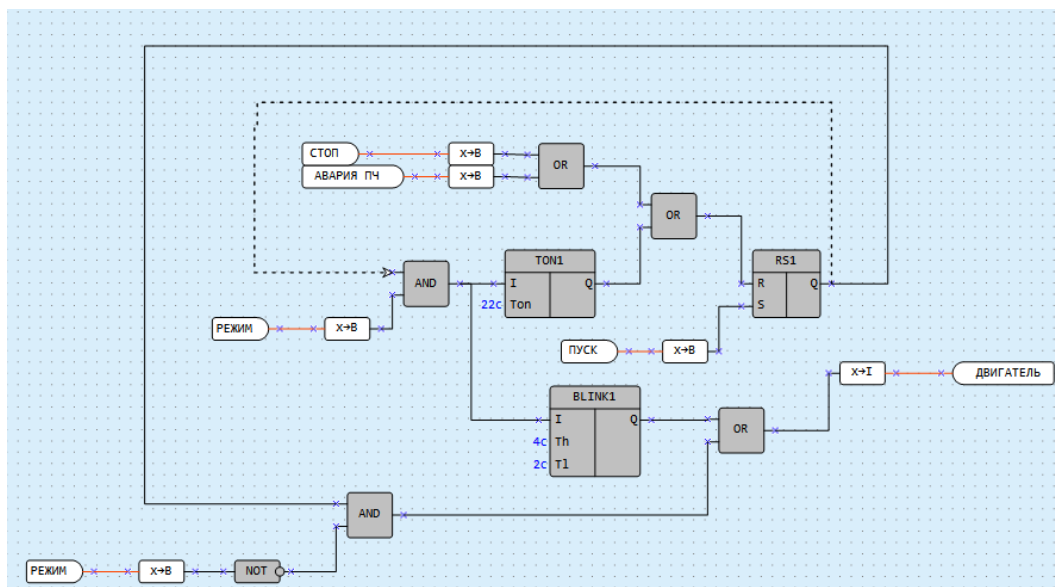


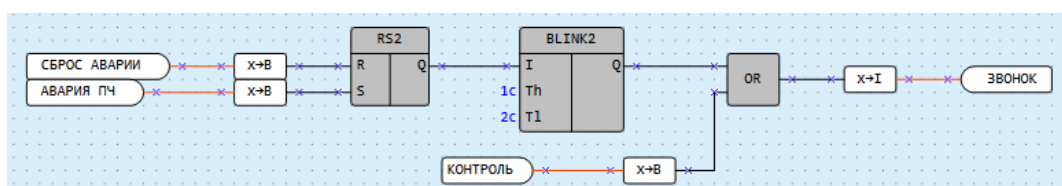
Рисунок 58 – Принцип работы блока «НЕ»

Таймер TP2 аналогичен TP1, разница только во временном интервале.

Следом добавлена логика для управления электромотором с помощью ручного режима, использовались блоки «OR», «AND» и «NOT». Результат добавления показан на рисунке 59.



Для звукового сигнала была реализована логика с помощью блоков, которые использовали ранее, показано на рисунке 60.



Так же была реализована логика для сигнальной лампы, рисунок 61.

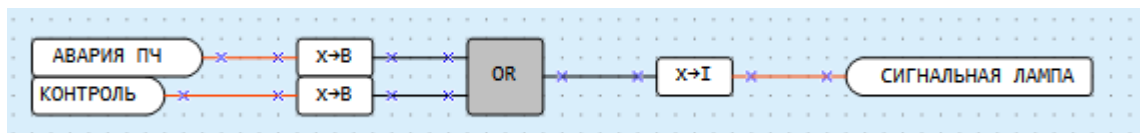


Рисунок 61 - Реализация логики для

Пример работы функции вычитания («MUL») представлен на рисунке 62. Результатом операции функции на выходе является произведение входных значений.

Для организации обмена данными между контроллером и панелью оператора, был добавлен алгоритм управления, который показан на рисунке 63.

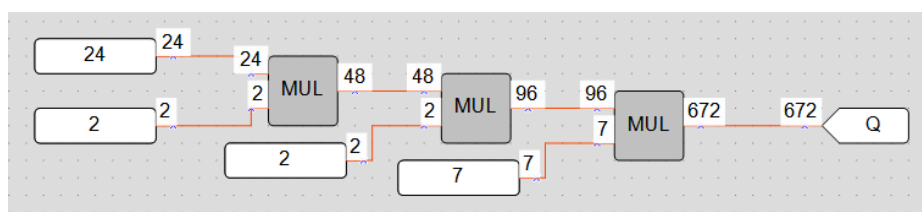


Рисунок 62 – Пример работы «MUL»

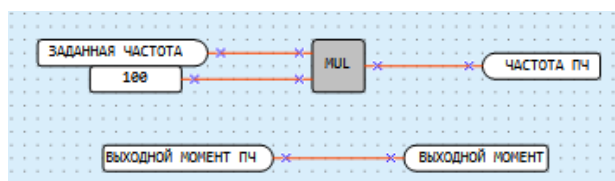


Рисунок 63 – Результат добавление «MUL»

С целью сбора дискретных сигналов переменных в битовую маску был добавлен макрос через менеджер компонентов, как показано на рисунке 64.

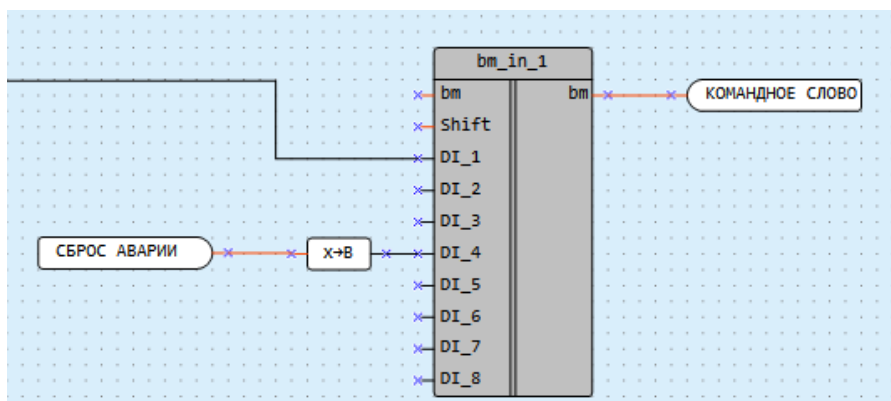


Рисунок 64 – Добавление макроса

В результате была получена следующая управляющая программа, представленная на рисунке 65.

Готовую управляющую программу необходимо загрузить на контроллер. Подключение прибора к персональному компьютеру осуществляется при помощи кабеля mini USB B – USB A. Схема подключения показана на рисунке 66.

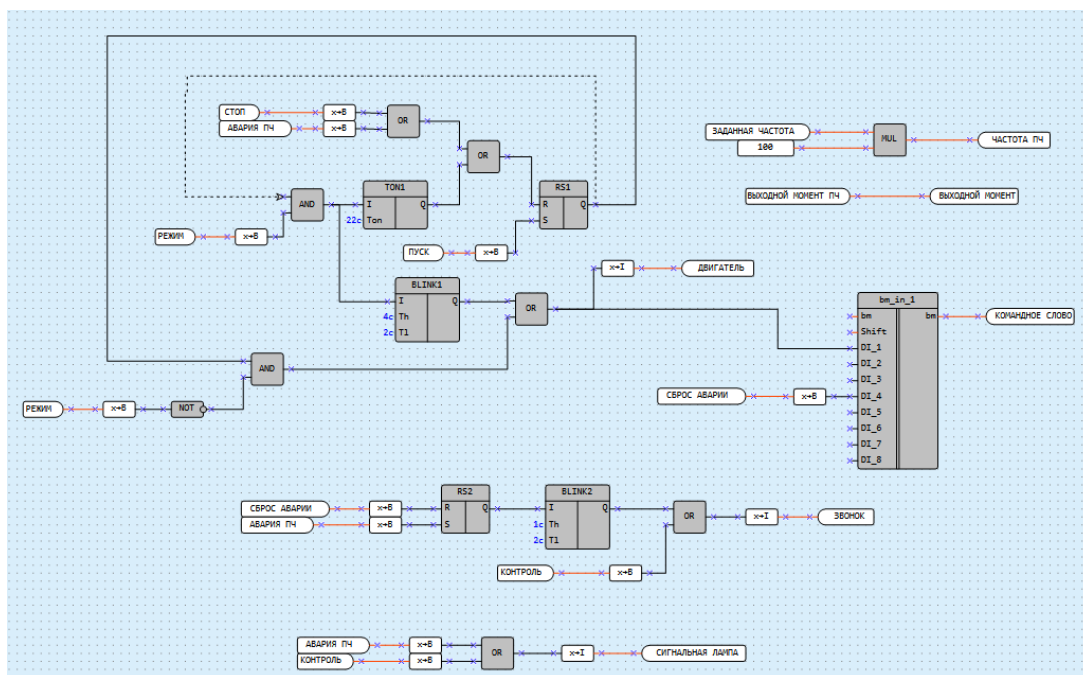


Рисунок 65 - Итоговый вид управляющей программы.

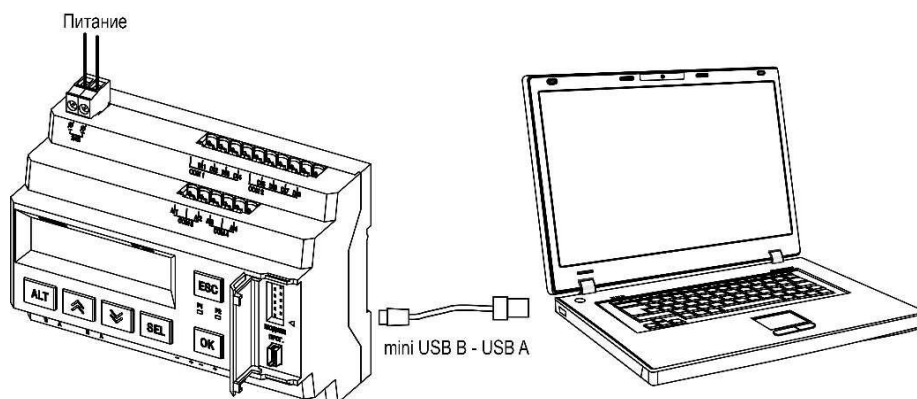


Рисунок 66 - Схема подключения ПЛК к ПК

1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270

Исходя из заложенного в управляющую программу функционала была описана UML-диаграмма деятельности и сценариев использования, в которых описаны шаблоны взаимодействия пользователя и разрабатываемой системой.

На рисунке 67 представлена UML-диаграмма деятельности, описывающая взаимодействия пользователя с панелью оператора и ПЛК.

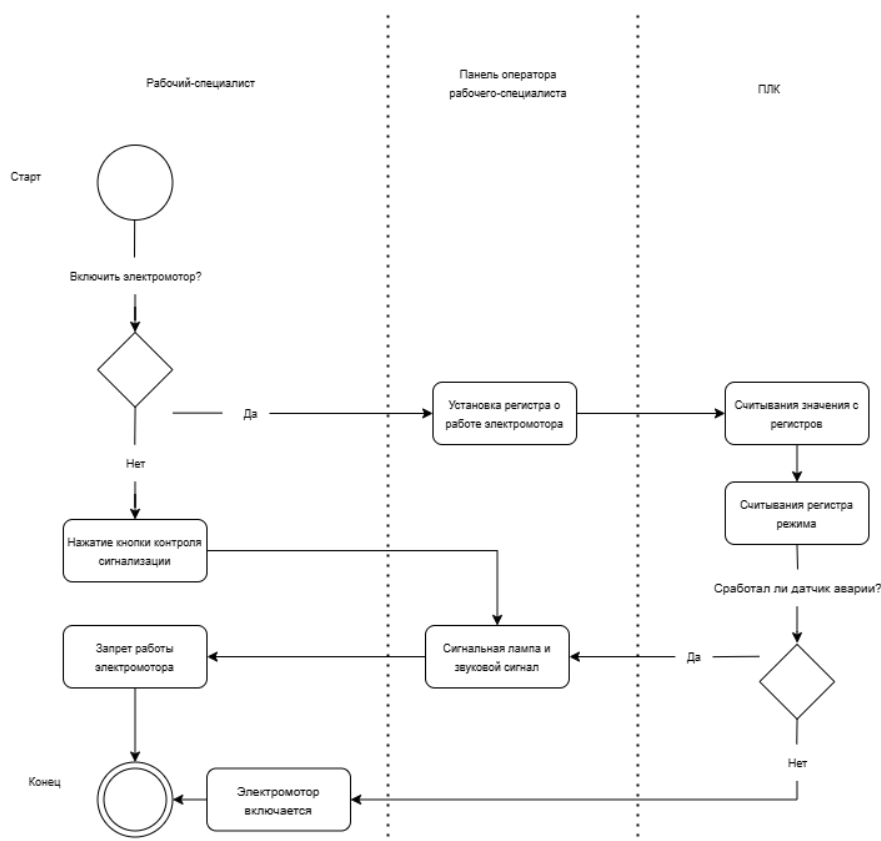


Рисунок 67 - UML-диаграмма последовательности

После анализа возможных сценариев использования панели и алгоритма взаимодействия пользователя и системы был начат процесс конфигурирования интерфейса панели оператора.

Был создан новый проект в проект в «Конфигураторе СП200». При создании был указан протокол связи Modbus RTU (Панель мастер) для порта PLC, как показано на рисунке 68. В окне «Настройки параметров соединения» требуется указать следующие сетевые параметры показаны на

рисунке 69, совпадающие с настройками подключения контроллера. Для продолжения настройки проекта требуется нажать «Далее».

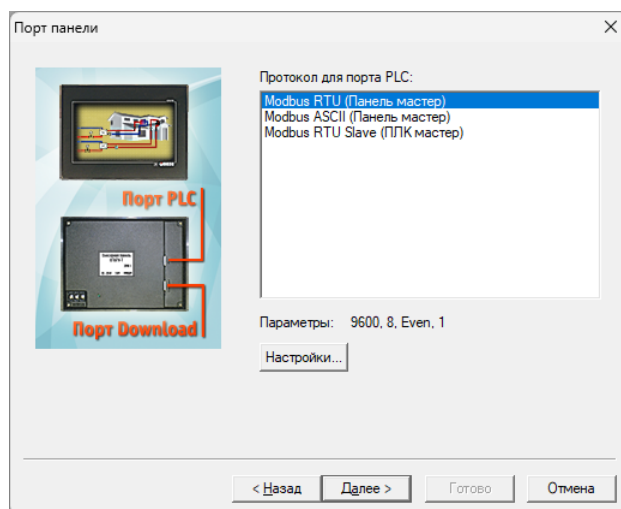


Рисунок 68 - Окно «Порт панели»

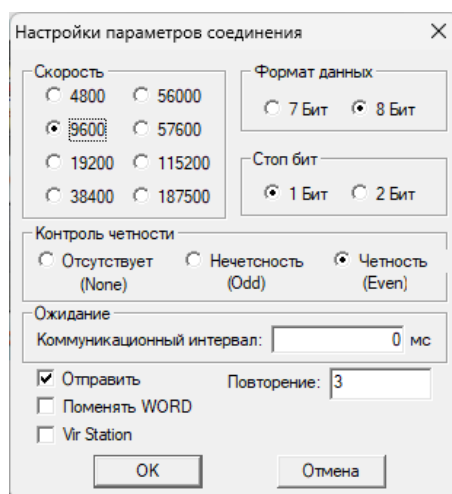


Рисунок 69 - Настройки параметров соединения панели оператора

При выборе протокола для порта Download на рисунке 70 следует указать, что «Порт загрузки не используется». Для перехода на следующий этап настройки используется кнопка «Далее».

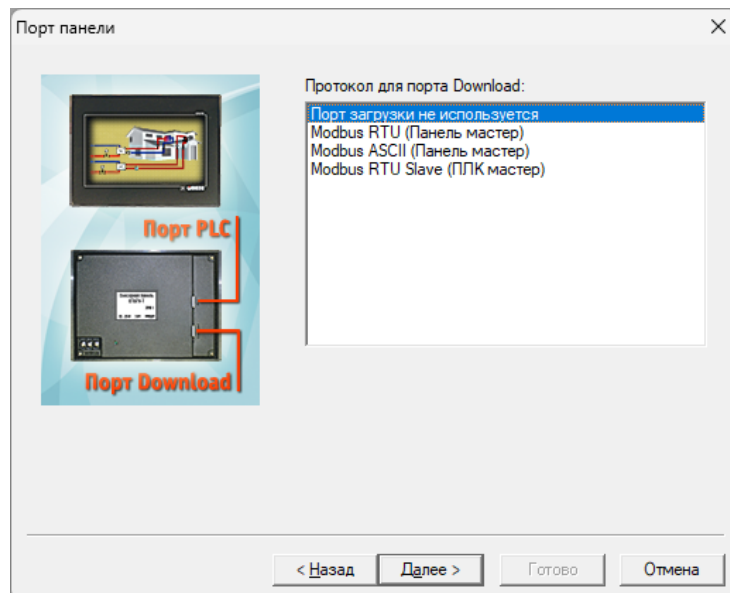


Рисунок 70 - Выбор протокола для порта Download

Главное окно нового проекта, которое открывается после его создания, продемонстрировано на рисунке 71. Начало разработки интерфейса панели оператора следует производить с сопоставления используемых элементов с сетевыми переменными управляющей программы. Переменные с сопоставленными элементами интерфейса представлены в таблице 4.

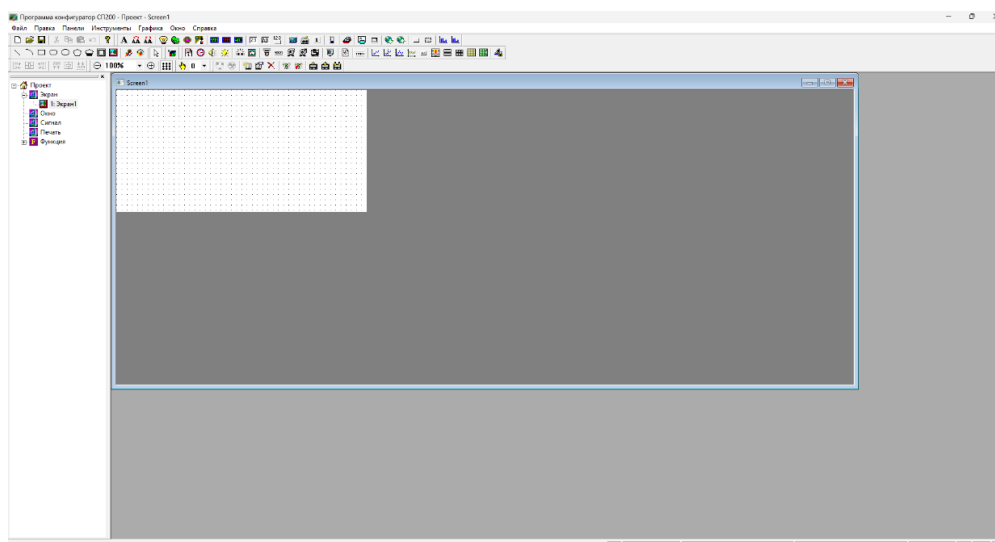


Рисунок 71 - Главное окно программы-конфигуратора

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист
46

Таблица 4 – Сопоставление элементов интерфейса с сетевыми переменными

Имя переменной	Адрес регистра	Тип элемента интерфейса
пуск	512	Переключатель с индикацией
стоп	513	Переключатель с индикацией
режим	514	Переключатель с индикацией
сброс	515	Переключатель с индикацией
контроль	516	Переключатель с индикацией
сигнальная лампа	519	Лампа
звонок	518	Зумер
заданная частота	520	Ввод данных

На рисунке 72 представлен элемент «Лампа», на рисунке 64 – результат добавления данного элемента на экран «Screen1».



Рисунок 72 – Добавление элемента «Лампа»

Элемент «Лампа» предназначен для индикации определенных технических процессов в проекте. В данном случае «Лампа» используется для индикации работы отдельных инструментов станка.

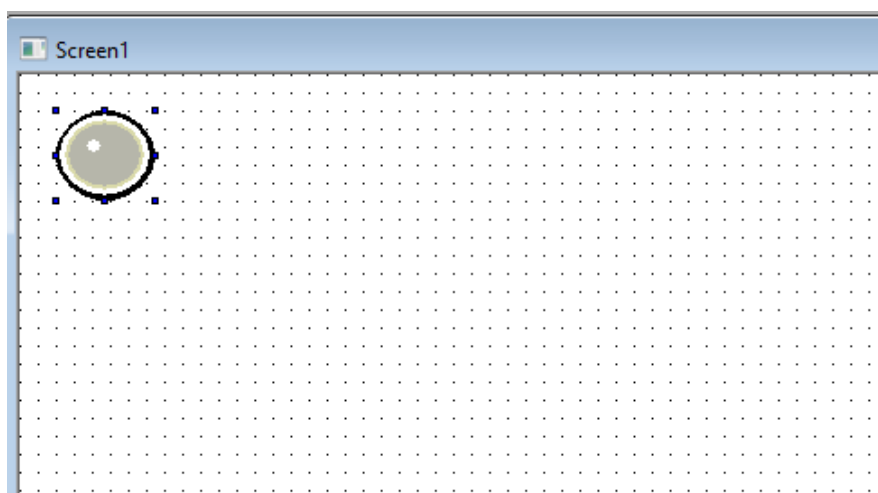


Рисунок 72 - Элемент «Лампа» на экране «Screen1»

Для взаимодействия управляющей программы с интерфейсом панели оператора элемент «Лампа» был связан с регистром 516 «Лампа HL1» в разделе «Управление» свойств элемента, что продемонстрировано на рисунке 73.

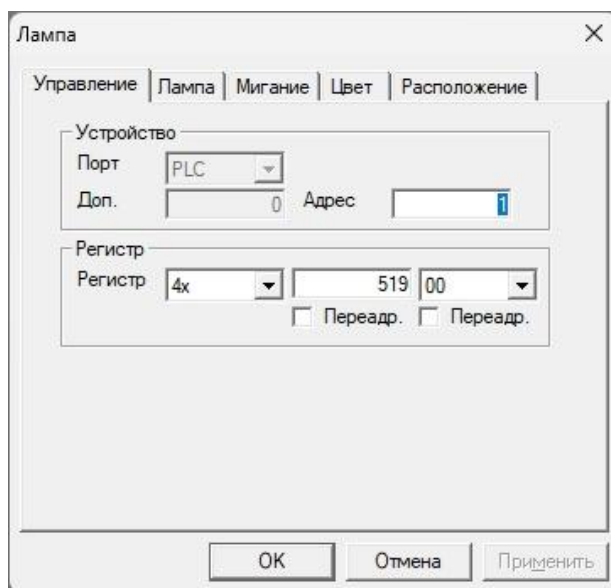


Рисунок 73 - Настройка связи с регистром элемента «Лампа»

Для более наглядной индикации был изменен цвет элемента в состоянии «Выключить» на более яркий относительно состояния по умолчанию, как показано на рисунке 74.

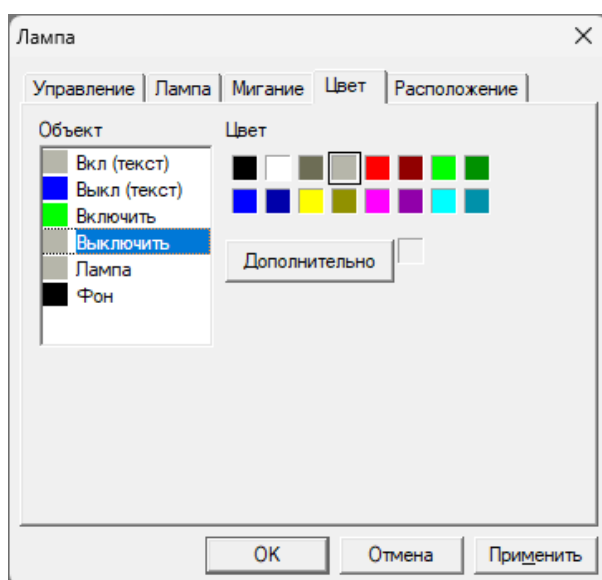


Рисунок 74 - Настройка цвета элемента «Лампа»

Для выбора режима работы был добавлен элемент «Переключатель с индикацией», связанный с регистрами 514 «РЕЖИМ», также изменён внешний вид. На рисунках 75-78 представлен полученный результат.

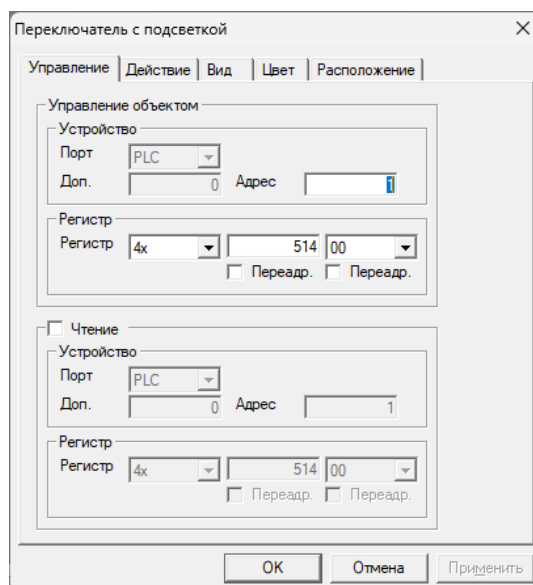


Рисунок 75 - Настройка связи с регистром 514 элемента «Переключатель с индикацией»

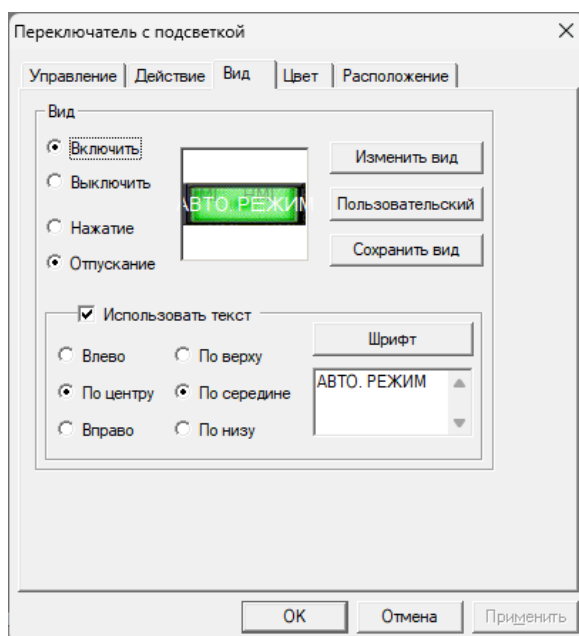


Рисунок 76 - Настройка вида элемента «Переключатель с индикацией»

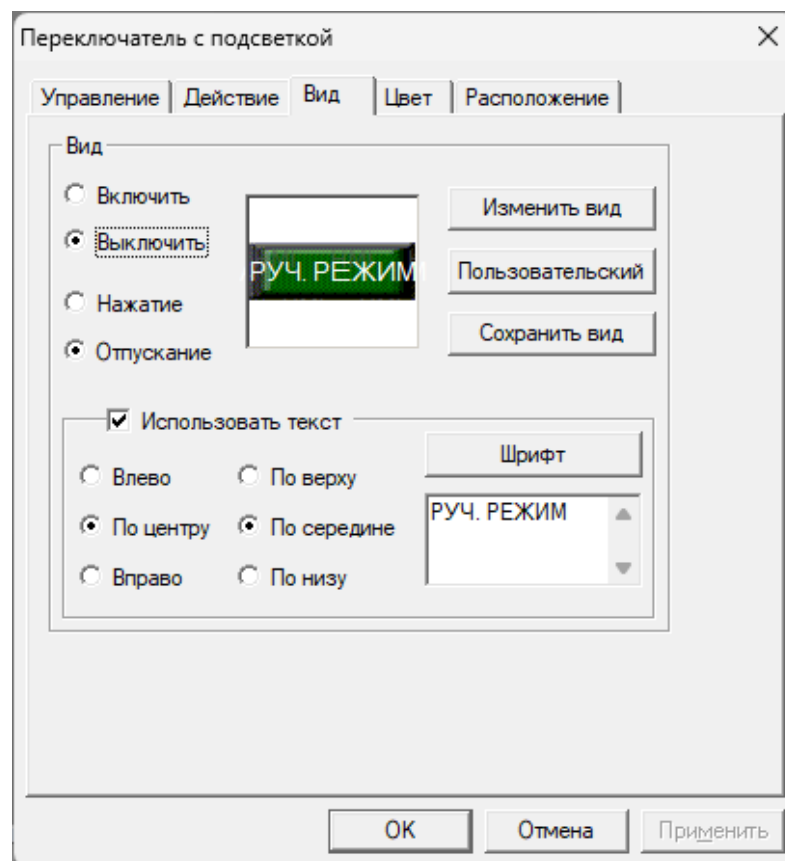


Рисунок 77 - Настройка вида для элемента «Переключатель с индикацией»

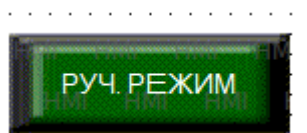


Рисунок 78 - Результат добавления элементов

Далее в проект был добавлен ещё один «Переключатель с индикацией». Для запуска установки, который привязан к регистру 512. Настройки и результат показаны на рисунках 79-81.

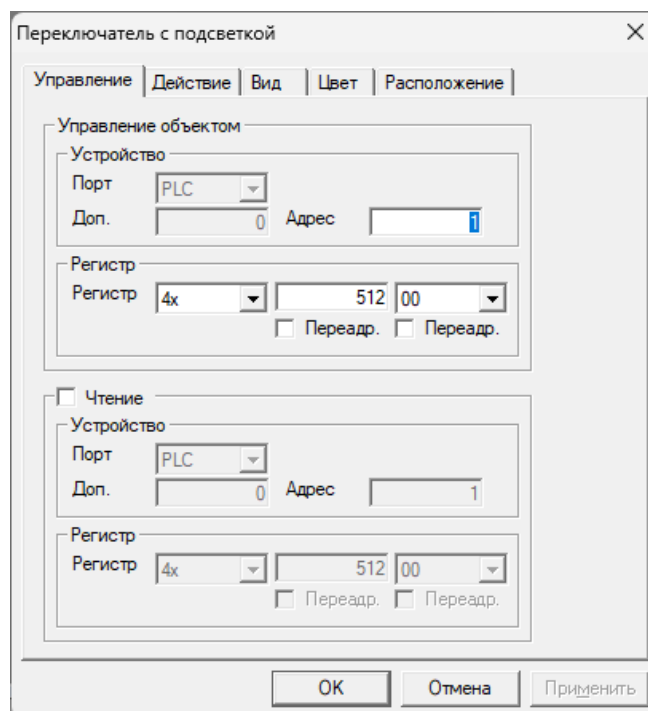


Рисунок 79 – Привязка элемента к 512 регистру

Для фиксации напряжения электромотора на «Экране 2» был добавлен элемент «График временного контроля», что продемонстрировано на рисунке 45.

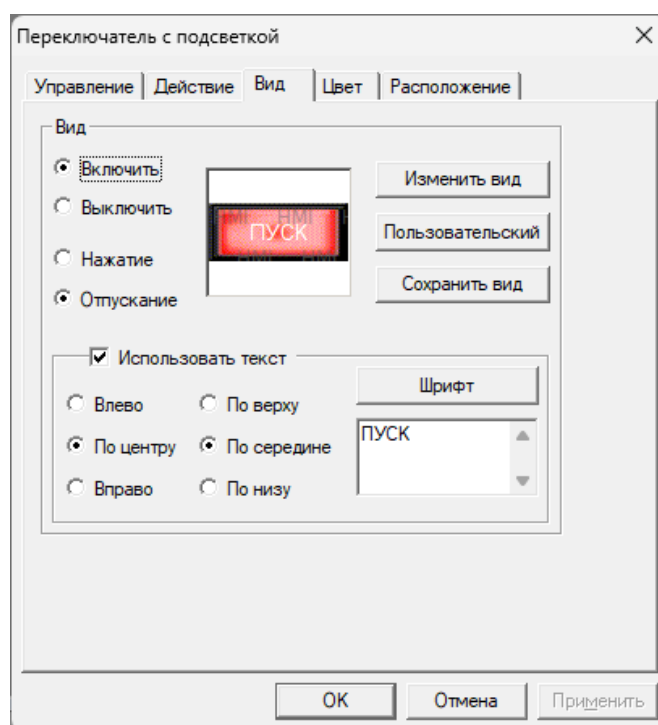


Рисунок 80 – Настройка внешнего вида



Рисунок 81 – Результат добавление элемента

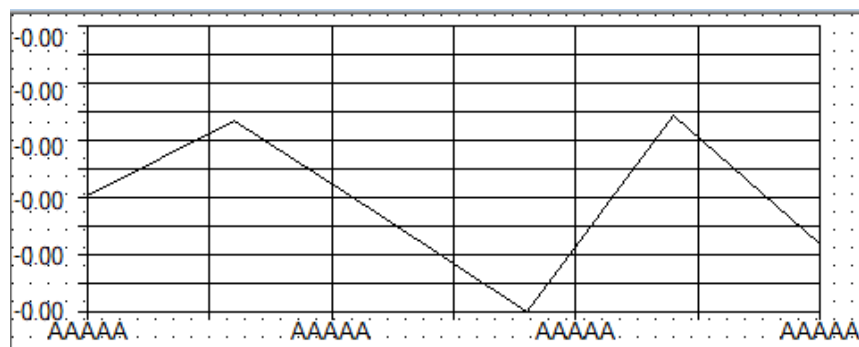


Рисунок 82 – Добавление элемента «График временного контроля»

Для кнопки управления остановки автоматического режима был добавлен элемент «Переключатель с индикацией», результат добавления которого показан на рисунке 83. Для корректной работы элемент связан с регистром 513 переменной «СТОП» через окно параметров на рисунке 84.



Рисунок 83 - Результат добавления «Переключатель с индикацией»

Рисунок 84 - Настройки элемента «Переключатель с индикацией»

Аналогичные действия провели для кнопки проверки сигнализационных устройств, результат показан на рисунке 85. Элемент был связан с регистром 516, переменной «Контроль», рисунок 86.



Рисунок 85 - Добавление «Переключатель с индикацией»

Рисунок 86 - Настройка «Переключатель с индикацией»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

53

Для отключения звукового сигнала был добавлен элемент отвечающий за кнопку «СБРОС», результат добавления которого показан на рисунке 87, связан с регистром 519 переменной «СБРОС» через окно параметров, показано на рисунке 88.

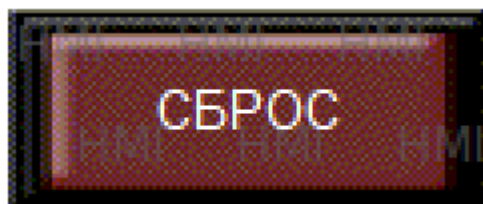


Рисунок 87 - Добавление элемента отвечающего за отключение звукового сигнала

Рисунок 88 - Настройка с регистром 515 «Переключатель с индикацией»

Для изменения частоты переменной «ЗАДАННАЯ ЧАСТОТА» был добавлен элемент «Ввод данных», который привязан к регистру 520. Настройки показанный на рисунке 89. Для наглядности были добавлены текстовые поля с соответствующими обозначениями.

Рисунок 89 – Привязка элемента «Ввод данных»

Для наглядности были добавлены текстовые поля с соответствующими обозначениями, что показано на рисунке 90.



Рисунок 90 - Результат добавления элементов «Ввод данных» и «Текст»

Так же на «Screen1» и «Screen2» были добавлены кнопки перехода между экранами. Так же на «Screen2» были добавлены элементы «Кнопка с событиями», для управления графиком.

Результаты конфигурирования панели оператора представлены на рисунках 91-92. Первый экран содержит индикацию работы отдельных инструментов, элементы их активации. На экране 2 находится элемент позволяющий отслеживать напряжение электромотора.



Рисунок 91 - Экран «Screen1» после добавления всех элементов

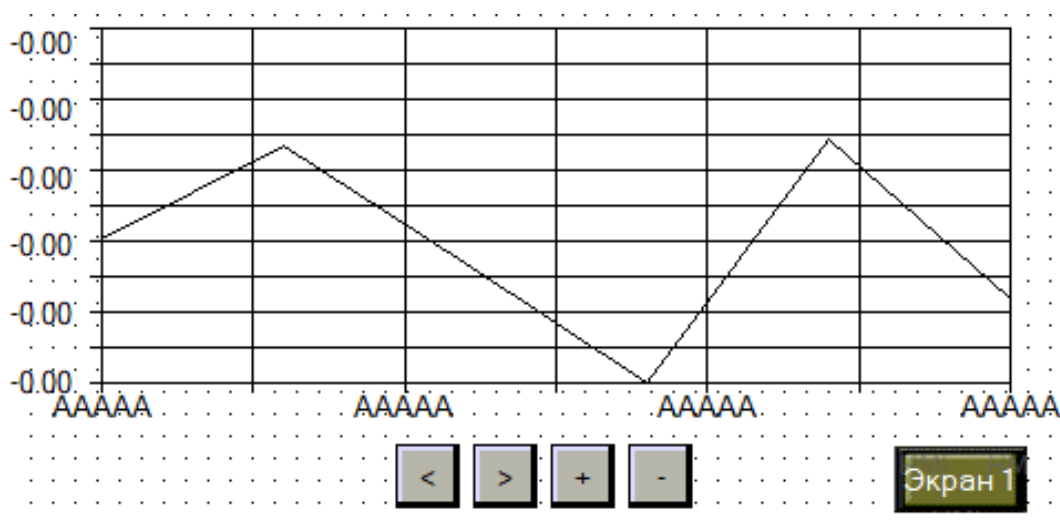


Рисунок 92 - Экран «Screen2» после добавления всех элементов

1.3 Анализ результатов

Тестирование и отладка программы в редакторе OWEN Logic

Для проверки корректности работы созданной управляющей программы в соответствии с исходным заданием с помощью режима симулятора среды

программирования OWEN Logic было проведено тестирование. Его результаты представлены на рисунках 93-98.

Результат работы программы при «Режим» = 1, «Пуск 1» = 1 продемонстрирован на рисунках 93-94. «Двигатель» держит значение 1 на протяжении 15 секунд, после чего на протяжении 10 секунд меняет значение с 1 на 0, цикл продолжается в течении 300 секунд.

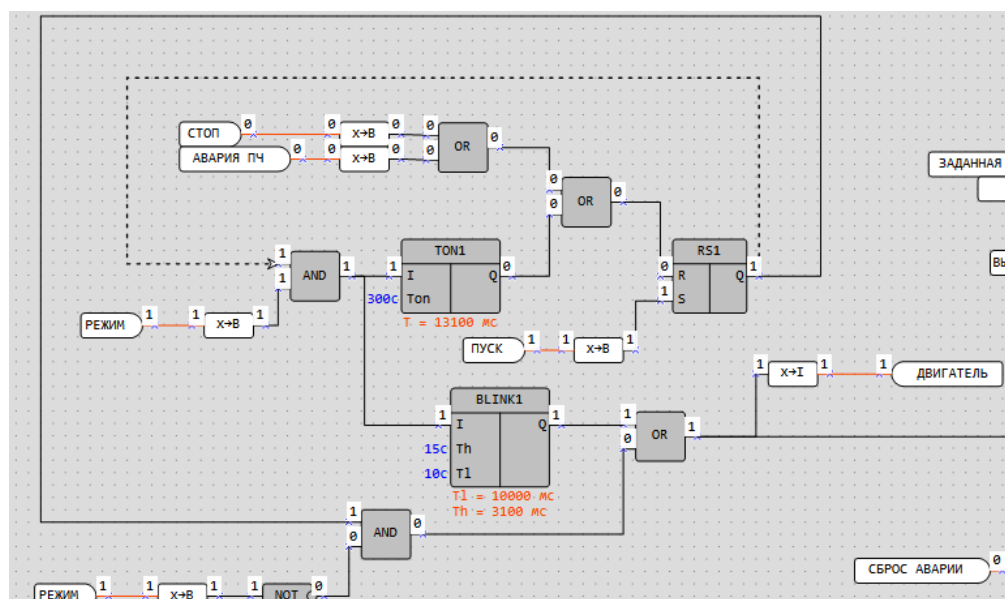


Рисунок 93 – Результат тестирования программы

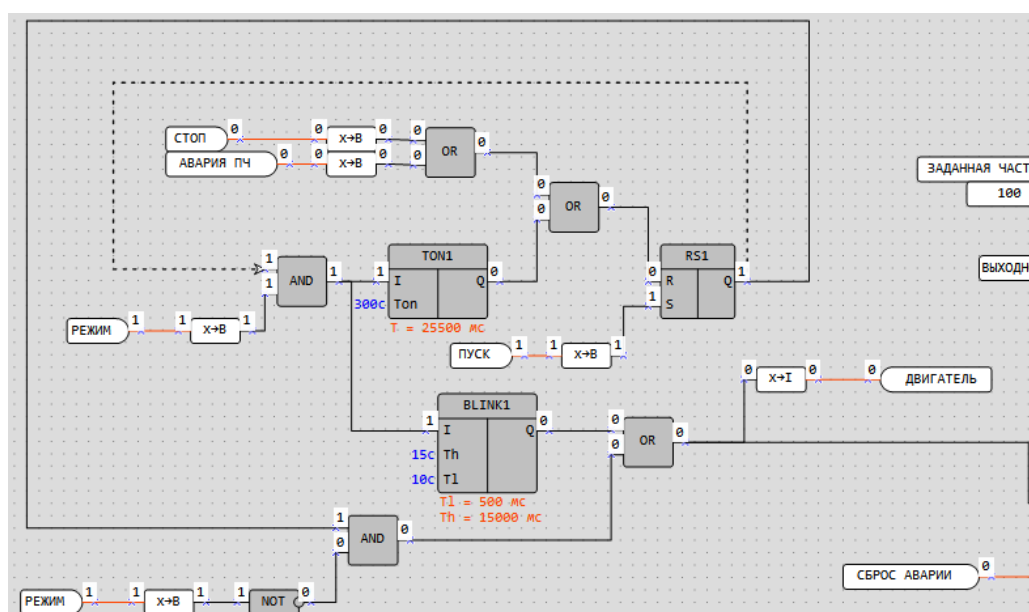


Рисунок 94 - Результат тестирования программы

Результат работы программы при «Режим» = 0, «Пуск» = 1 продемонстрирован на рисунке 95. «Электромотор» держит значение 1 до того момента, пока значение «Пуск» не будет равно 0.

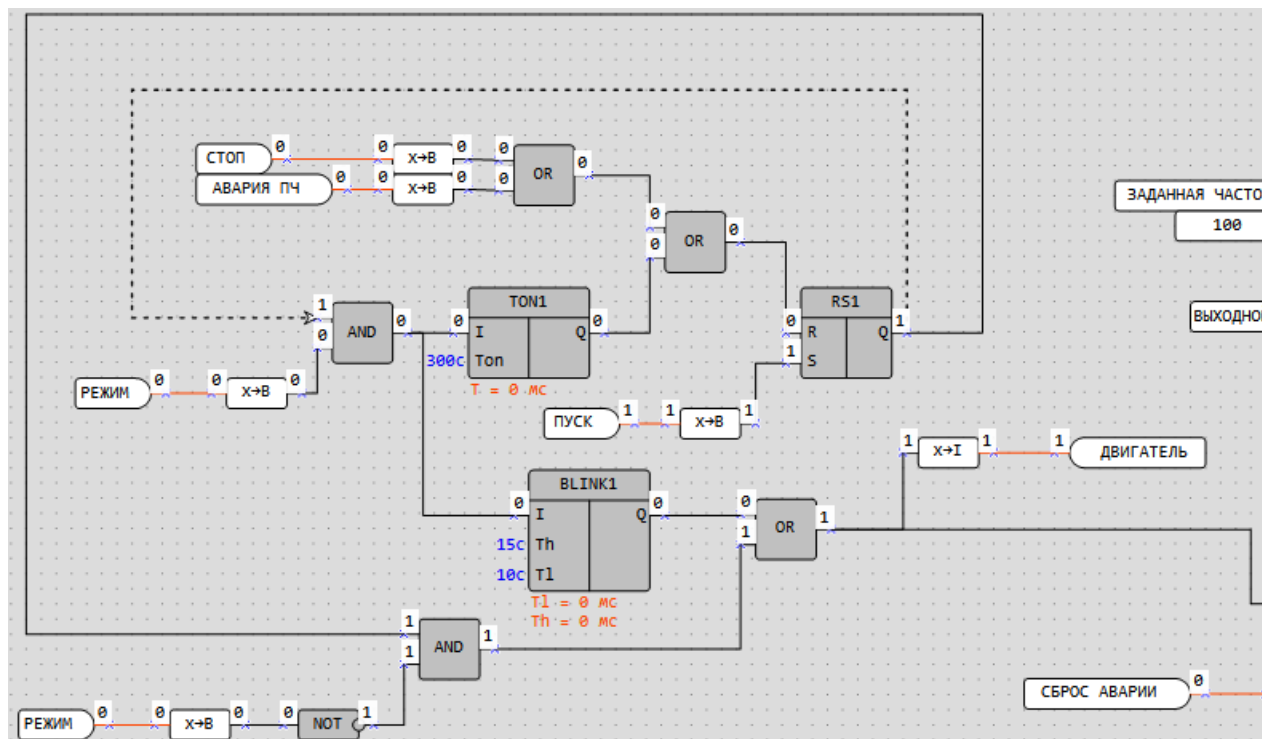


Рисунок 95 - Результат тестирования программы

Результат работы программы при «Режим» = 1, «Пуск 1» = 1 и «Стоп» = 1 продемонстрирован на рисунке 96. «Электромотор» не изменяет своего значения до тех пор, пока на «Сброс» не будет подан 0.

Результат работы программы при «Авария ПЧ» = 1 продемонстрирован на рисунках 97-98. «Сигнальная» лампа переводится в значение 1, так же «Звонок» держит значение 1 на протяжении 3 секунд, после чего на протяжении 3 секунд меняет значение с 1 на 0, цикл продолжается до тех пор пока «Авария ПЧ» не будет равна 0, или же пока на «Сброс аварии» не будет подана 1.

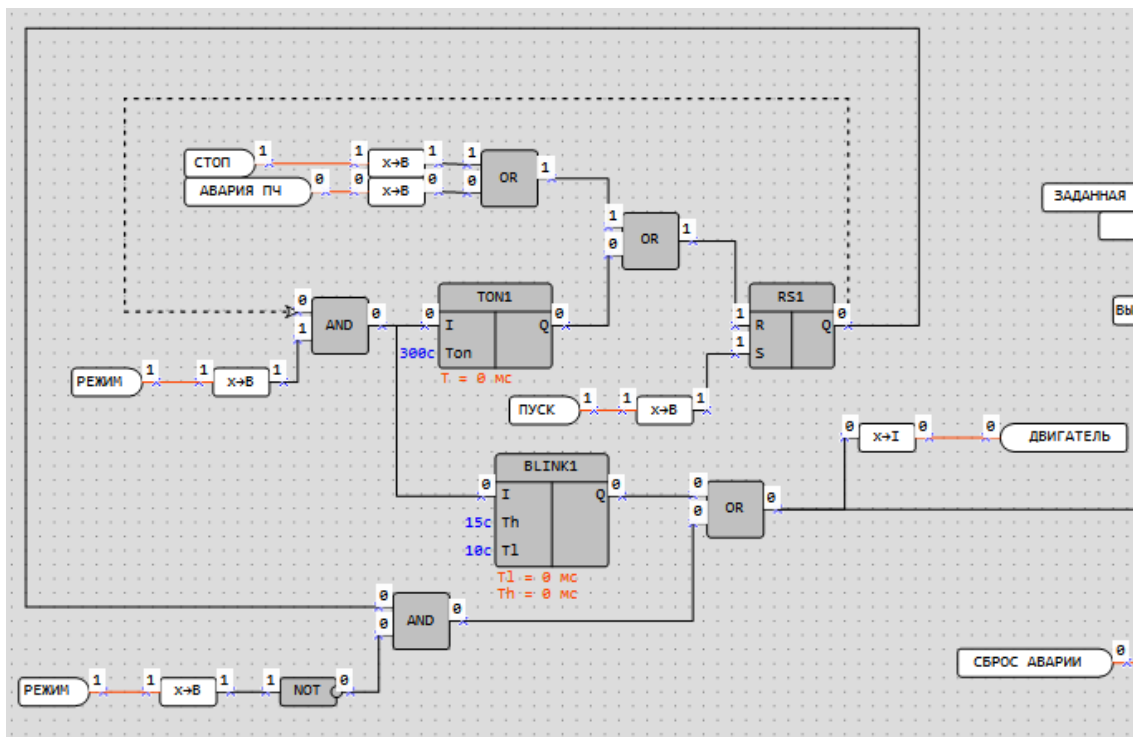


Рисунок 96 - Результат тестирования программы

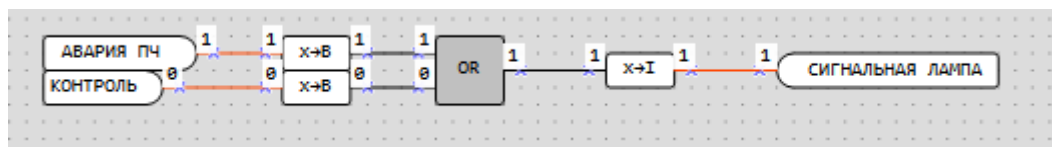


Рисунок 97 - Результат тестирования программы

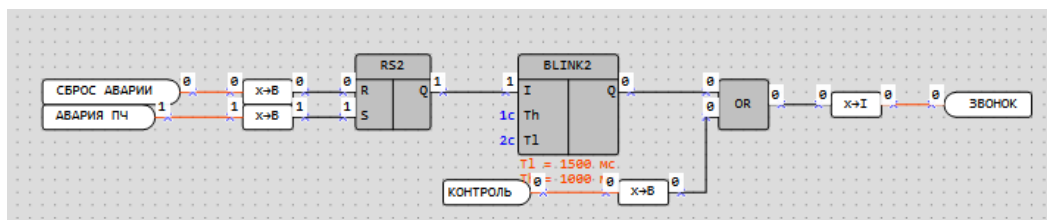


Рисунок 98 - Результат тестирования программы

1.3.1 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора ОВЕН СП270

После окончания конфигурирования была проведена проверка корректности работы панели оператора, связей между элементами проекта и адекватность их размещения на экране. Проект был запущен в режиме эмуляции работы панели, выбрав в главном меню в закладке «Файл» пункт

«Пуск OffLine (M)», после чего открылось окно эмуляции проекта, представленное на рисунке 99, при нажатии на элемент «Цифровой ввод» на экране появляется клавиатура для ввода значения частоты работы мотора, как показано на рисунке 100.



Рисунок 99 - Результат тестирования панели оператора

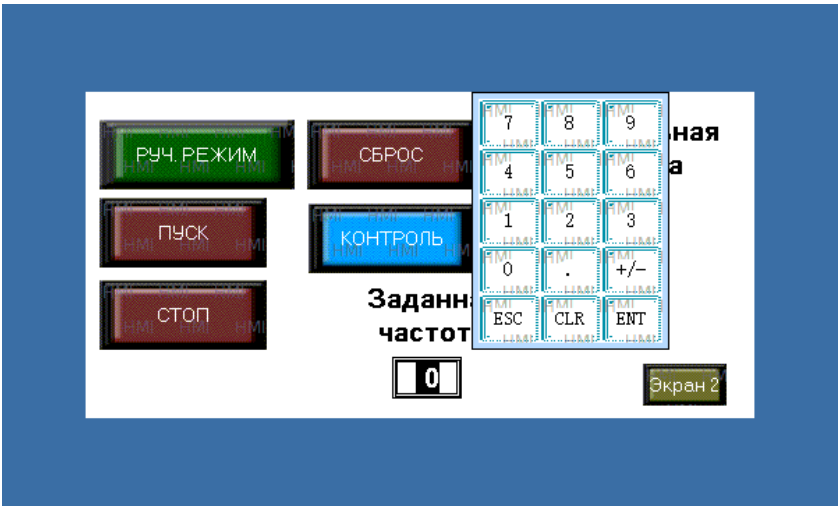


Рисунок 100 - Клавиатура для ввода значения частоты

На экране «Screen2», представленном на рисунке 101, на нём располагается таблица для отслеживания состояния мотора.

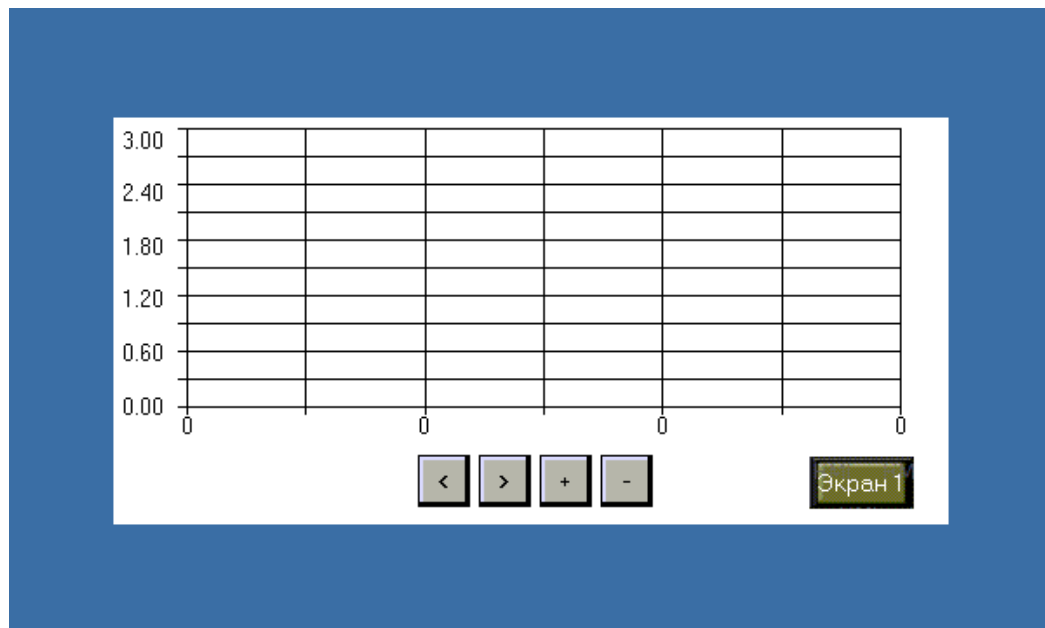


Рисунок 101 - Таблица для отслеживания

1.3.2 Тестирование и отладка на стенде целевой платформы

На рисунке 102 представлен лабораторный стенд целевой платформы в виде панели оператора ОВЕН СП270 с подключенным преобразователем частоты ВЕСПЕР Е2-8300, Электромотором и ПЛК ОВЕН ПР200. На этапе отладки на устройства стенда были загружены разработанная управляющая программа и сконфигурированный интерфейс панели оператора.

На рисунке 103 продемонстрирована матричная клавиатура, с помощью которой происходит установка заданной частоты.

На рисунке 104 показан преобразователь частоты.



Рисунок 102 - Лабораторный стенд целевой платформы

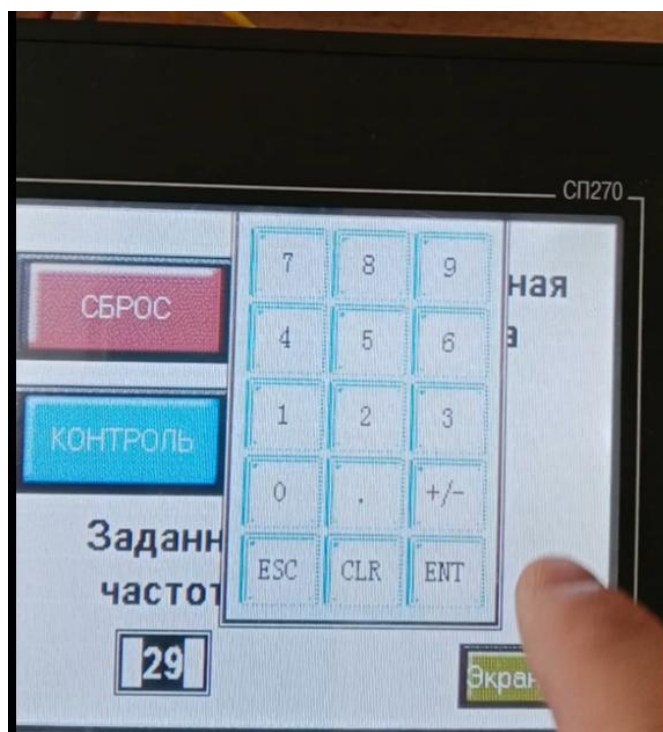


Рисунок 103 - Тестирование главного экрана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

62



Рисунок 104 – Преобразователь частоты

При выборе ручного режима и нажатия кнопки «ПУСК», что продемонстрировано на рисунке 105, запускается мотор, рисунок 106.

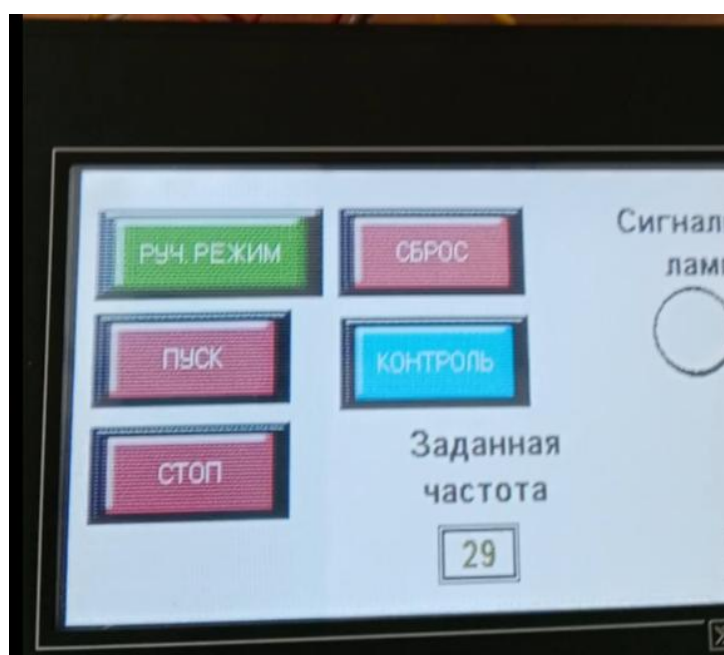


Рисунок 105 - Тестирование главного экрана



Рисунок 106 - Тестирование мотора

Информация по состоянию мотора отображаются на экране 2, показано на рисунке 107.

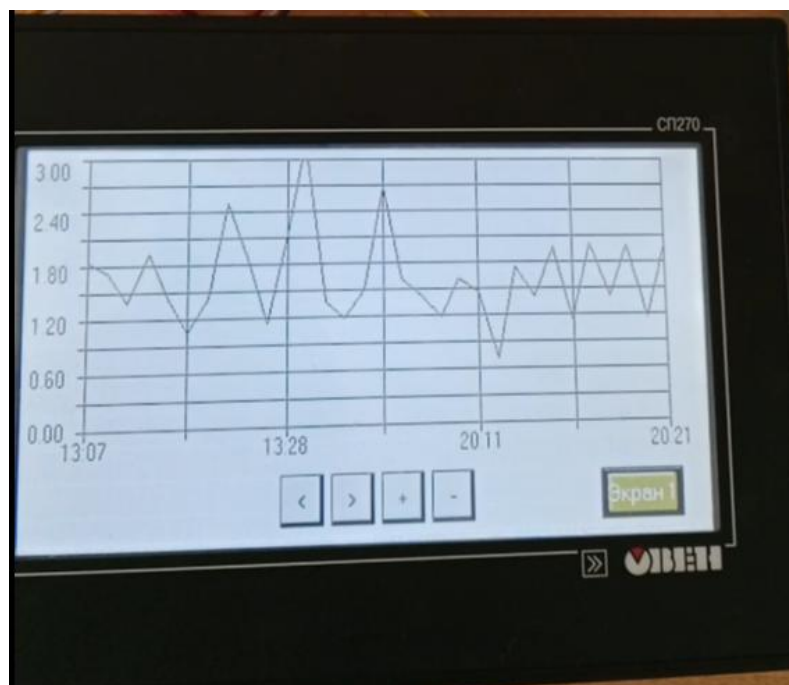


Рисунок 107 – Тестирование второго экрана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

64

На рисунке 108 продемонстрирована остановка мотора по нажатию соответствующей кнопки.

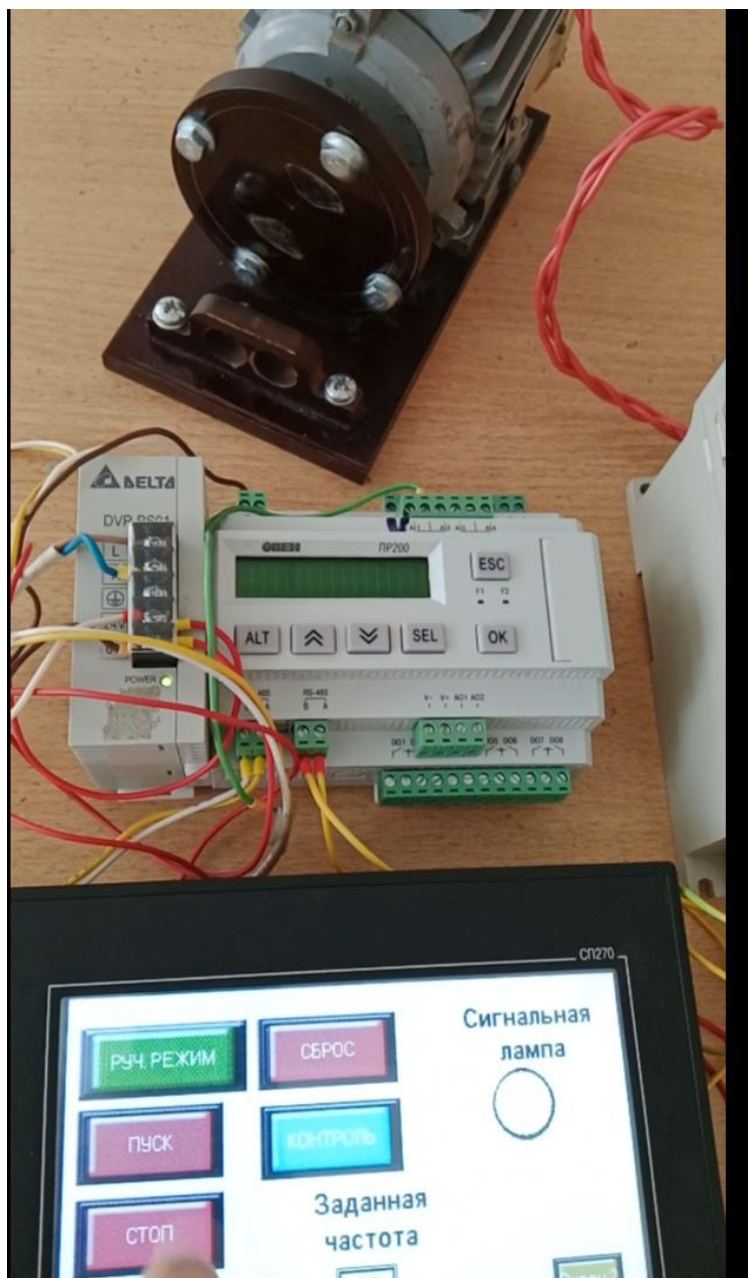


Рисунок 108 – Тестирование главного экрана

При выборе Автоматического режима и нажатия кнопки пуск запускается цикл работы мотора, результат показан на рисунках 109-110.

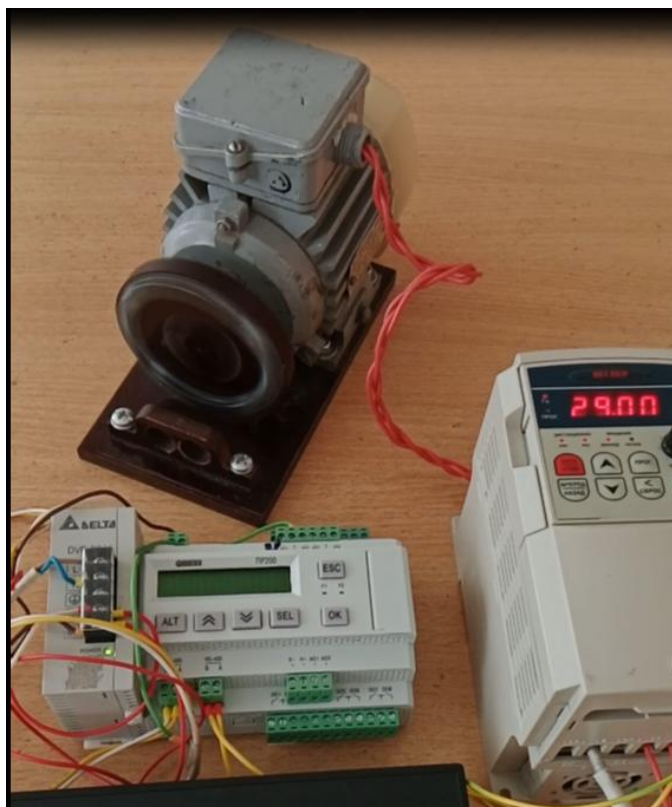


Рисунок 109- Тестирование мотора



Рисунок 110 - Тестирование мотора

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

66

При аварийной остановке мотора на панели оператора загорается сигнальная лампа, сопровождаемая звуковым сигналом, рисунок 111.

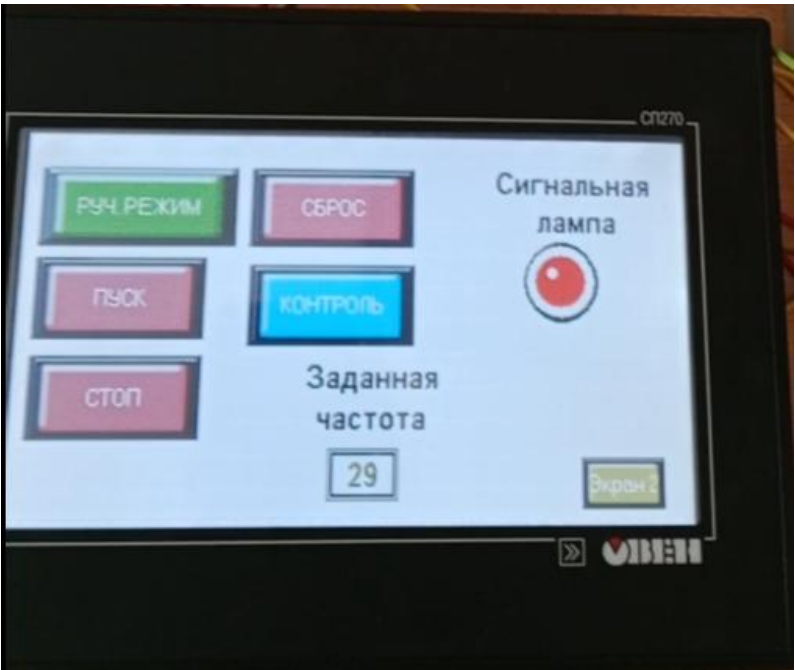


Рисунок 111 – Тестирование главного экрана

На рисунках 112-114 видно, что при «Аварии» установка не запускается до тех пор, пока не будет нажата кнопки «Сброс».

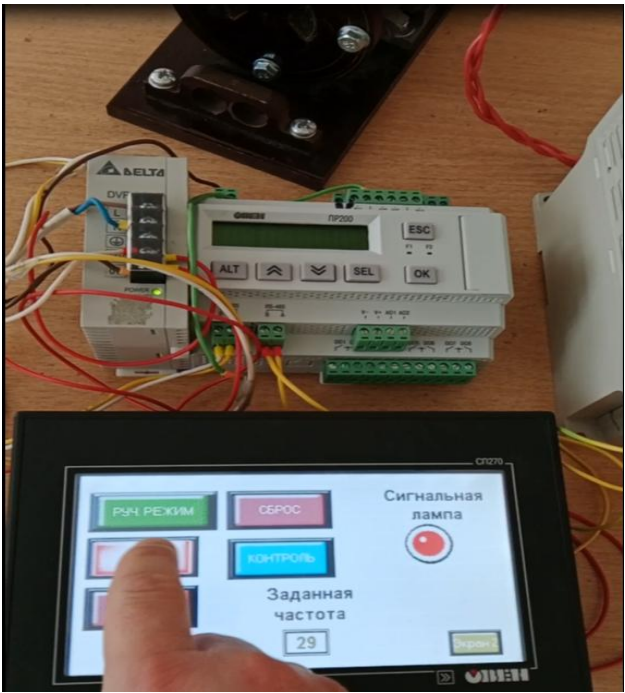


Рисунок 111 - Тестирование главного экрана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

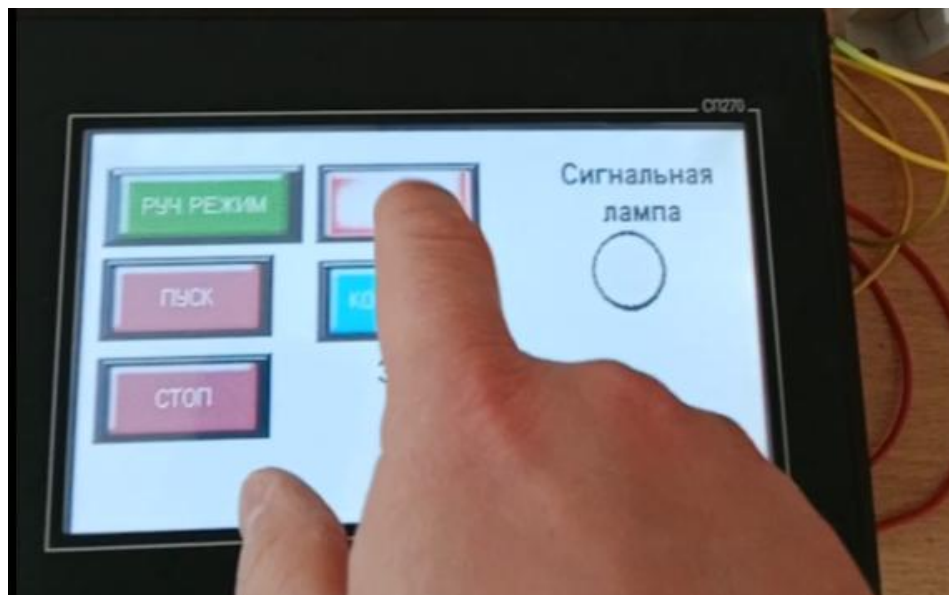


Рисунок 112 - Тестирование главного экрана



Рисунок 113 - Тестирование главного экрана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

68

2 Охрана труда

В данном разделе рассматриваются требования по обеспечению безопасности жизнедеятельности и охраны труда пользователей ПЭВМ при разработке программного обеспечения, установке и эксплуатации ПЛК и панелей оператора, а также способы минимизации пагубных факторов на здоровье.

2.1 Анализ негативных факторов, воздействующих на оператора ПЭВМ и способы их устранения

Ведение сидячего образа жизни вместе с интенсивной работой за компьютером отрицательно, сказывается на здоровье человека. Ограниченная подвижность, постоянное напряжение мышц и переутомление глаз вызывают снижение эффективности, усталость, раздражение и физические недомогания.

Для того чтобы снизить вредное воздействие компьютера, рекомендуется придерживаться таких правил:

- настройте высоту стула или кресла так, чтобы спина оставалась прямой, а предплечья располагались
- на столе;
- экран монитора должен быть на уровне глаз и находиться примерно на расстоянии вытянутой руки;
- старайтесь избегать появления бликов и теней, при необходимости используйте настольную лампу;
- каждые 45– 60 минут вставайте, выполняйте разминку и упражнения для глаз;
- не проводите за компьютером дольше 6– 8 часов в сутки;
- следите за ровной осанкой, не сутультесь;
- не пренебрегайте правилами электробезопасности – применяйте заземленные розетки и избегайте перегрузки электрической сети;

– соблюдайте меры пожарной безопасности, держите огнетушитель на рабочем месте и не оставляйте включённые электроприборы без присмотра.

2.1.1 Оборудование рабочего места

Ниже приведены ключевые требования, которым должно соответствовать рабочее место:

– расстояние между глазами и экраном должно составлять примерно 600–700 мм;

– монитор рекомендуется размещать немного ниже уровня глаз, при этом угол взгляда между прямым направлением и центром экрана должен быть в пределах 10–15 градусов;

– высота рабочего стола должна регулироваться в диапазоне 680–800 мм, а если такая функция отсутствует, то фиксированная высота стола должна быть около 725 мм;

– клавиатуру следует размещать на столе на расстоянии от 100 до 300 мм от его края, обращённого к пользователю, либо на специально регулируемой по высоте поверхности, отделённой от основной столешницы;

– пространство для ног под столом должно иметь высоту не менее 600 мм, глубину у колен;

– минимум 450 мм, а в зоне вытянутых ног – не менее 650 мм.

На рисунке 114 показана организация рабочего места, соответствующая этим параметрам.

Рабочая зона с монитором должна быть эргономичной, то есть максимально комфортной и не вредящей здоровью.

При правильно организованном рабочем месте должна обеспечиваться правильная посадка пользователя ПЭВМ, изображённая на рисунке 115.

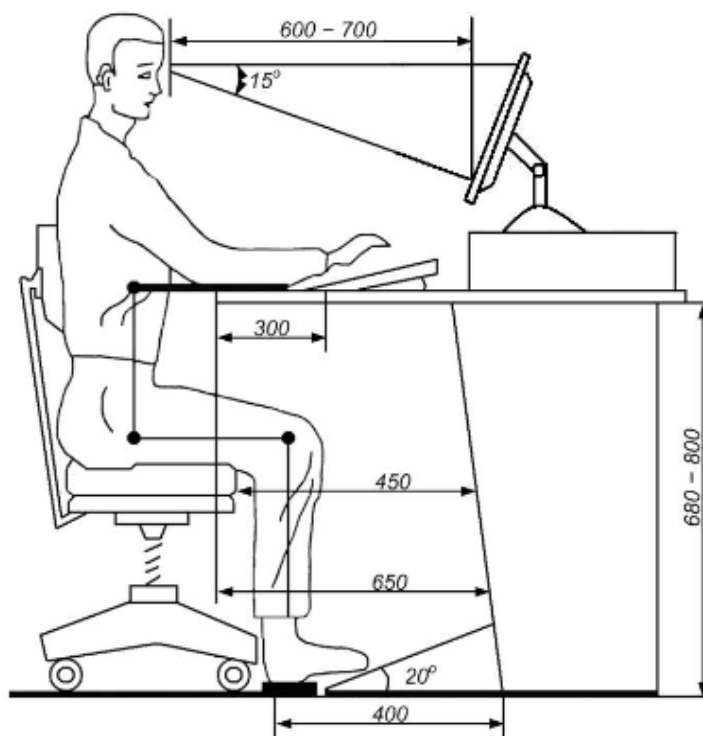


Рисунок 114 – Организация рабочего места

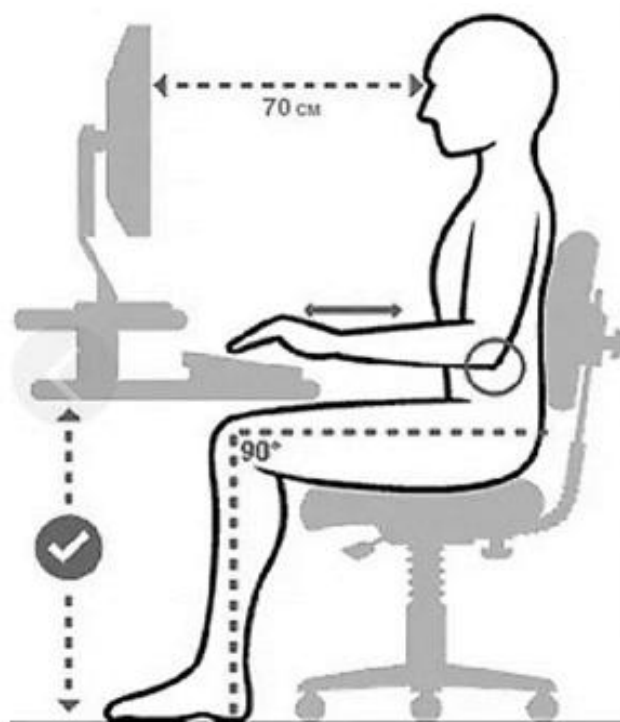


Рисунок 115 – Правильная посадка за ПК

Правильная посадка подразумевает соблюдение следующих условий:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

71

- запястья должны оставаться ровными;
- плечи – расслабленными;
- локти полностью опираться на поверхность стола, не свисая, при этом угол в локтевых суставах должен составлять от 90 до 100 градусов, а локти располагаться перпендикулярно полу.

2.1.2 Освещенность рабочего места

Требования к нормам освещения зависят от типа выполняемой работы, а также от особенностей места и поверхности. Для пультов ЭВМ и дисплеев комбинированный уровень освещённости должен составлять не менее 400 люкс, при этом общее освещение должно быть не ниже 200 люкс.

Важно обеспечивать равномерное распределение яркости на рабочем месте, избегая ярких и блестящих объектов, которые могут отвлекать. Для снижения монотонности в поле зрения полезно, использовать отдельные яркие поверхности.

Основными источниками света служат потолочные или встроенные светильники с люминесцентными лампами. Чтобы предотвратить засветку экранов прямыми лучами, светильники общего освещения размещают сбоку от рабочего места, параллельно направлению взгляда пользователя.

2.1.3 Электробезопасность

Требования по электробезопасности регулируются ГОСТ 12.1.019– 2017 «ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ».

ПЭВМ представляет собой набор устройств, питающихся от сети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 230 В. Такой уровень напряжения представляет опасность для жизни человека. В связи с этим при работе с ПЭВМ необходимо строго выполнять следующие правила электробезопасности:

- все оборудование должно получать питание от одной фазы электросети;
- электропитание ПЭВМ должно осуществляться только через розетки типа «Европа» с заземляющим контактом;

– все розетки, предназначенные для подключения ПК, должны быть помечены маркировкой, указывающей напряжение;

– значение номинального напряжения необходимо обозначать яркой краской крупными символами высотой не менее 50 мм на стене или щитке возле розетки.

Каждый сотрудник, использующий ПЭВМ и сопутствующее оборудование, обязан неукоснительно соблюдать эти правила. Несоблюдение норм электробезопасности может привести к серьёзным рискам для здоровья и жизни.

Важно регулярно проверять исправность электропроводки, выключателей и штепсельных розеток, которые служат для подключения техники к электросети.

В случае выявления неисправностей необходимо сразу отключить оборудование от питания и информировать ответственное лицо. Работа с техникой допускается только после полного устранения проблем квалифицированным специалистом.

2.1.4 Пожарная безопасность

При эксплуатации электроустановок и ПЭВМ основными причинами возникновения пожаров являются:

- короткие замыкания в электропроводке и электрических приборах;
- воспламенение горючих материалов, расположенных рядом с электрооборудованием;
- значительные переходные сопротивления в местах контактов и соединений.

Мероприятия по предупреждению пожаров осуществляются в соответствии с Федеральным законом 21.12.1994 №69– 03 (с изменениями от 28.09.2010) «О пожарной безопасности». Для обеспечения пожарной безопасности необходимо провести организационные меры, направленные на

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

защиту людей и предотвращение возгорания с ограничением его распространения.

Также важно создать условия, способствующие эффективному тушению пожара. Для повышения уровня противопожарной защиты помещения следует соблюдать следующие правила:

- проходы и запасные выходы должны быть свободны от посторонних предметов, мешающих свободному движению;
- доступ к средствам пожаротушения должен быть всегда открытым;
- вентиляционная система должна быть оснащена устройствами для автоматического отключения при пожаре, а также огнезадерживающим клапаном;
- автоматическая пожарная сигнализация и системы пожаротушения должны находиться в исправном состоянии и обслуживаться согласно типовым правилам технической эксплуатации пожарных установок.

2.1.5 Режим труда и отдыха

Сотрудник, работающий с ПЭВМ, обязан строго придерживаться установленного режима труда и отдыха. Длительность и частота перерывов зависят от типа, категории и продолжительности выполняемой работы. Соблюдение этих правил помогает уменьшить усталость, повысить эффективность и сохранить здоровье. Не пренебрегайте перерывами – регулярно вставайте с рабочего места, выполняйте разминку и упражнения.

Существуют следующие категории трудовой деятельности, связанные с использованием персонального компьютера:

- группа А – работа, связанная с чтением информации с экрана видео–дисплейного терминала с
- предварительным запросом;
- группа Б – деятельность, связанная с вводом данных;
- группа В – творческая работа в интерактивном режиме с ПЭВМ.

При выполнении различных задач на компьютере основной вид работы считается тот, который занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или дня.

Для каждого вида деятельности установлены три категории по степени тяжести и напряжённости работы с компьютером:

- для группы А – по общему количеству прочитанных знаков за смену (не более 60 000 знаков);
- для группы Б – по сумме прочитанных и введённых знаков за смену (не более 40 000 знаков);
- для группы В – по времени непосредственной работы с компьютером за смену (не более 6 часое).

Суммарное время перерывов для каждой категории и видов работы указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Время перерывов

Категория работы с ПЭВМ или ВДТ	Уровень загрузки за рабочую смену при видах работы с ВДТ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин	
	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, час	При 8– ми часовой смене	При 12– ти часовой смене
1	До 20000	До 15000	До 2	50	80
2	До 40000	До 30000	До 4	70	110
3	До 60000	До 40000	До 6	90	140

2.2 Меры безопасности при работе с ПЛК ОВЕН ПР200 и панелью оператора ОВЕН СП270

По классификации по способу защиты персонала от электротока данный прибор относится к классу II согласно ГОСТ IEC 61131-2-2012.

В процессе эксплуатации, технического обслуживания и поверки устройства необходимо соблюдать требования ГОСТ 1233.019-80, а также «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок».

При работе с прибором открытые клеммные контакты находятся под опасным для жизни напряжением. Для безопасности устройство должно монтироваться в специальных шкафах, доступ к которым разрешён только квалифицированным специалистам.

Подключение прибора и выполнение технического обслуживания допускаются исключительно при отключённом питании и отключённых подключённых устройствах.

Запрещено попадание влаги на контакты выходного разъёма и внутренние электрические компоненты прибора. Также прибор не предназначен для эксплуатации в агрессивных средах, содержащих кислоты, щёлочи, масла и подобные вещества.

Панель оператора функционирует с безопасным постоянным напряжением до 26 В, что соответствует классу III по ГОСТ 12-2.007.0. Она не требует специальной защиты персонала от контакта с токоведущими частями.

Работы по подключению и обслуживанию панели должны выполняться только при отключённом питании и отсутствии напряжения в линиях связи.

При проверке панели обязательно соблюдайте требования ГОСТ 12.3.019, а также правила эксплуатации и техники безопасности для электроустановок потребителей.

Заключение

В процессе выполнения задания были получены навыки конфигурирования контроллера в среде OWEN Logic и панели оператора ОВЕН СП270, поиска и анализа существующих методов разработки программ под микроконтроллеры, анализа документации, сравнения существующих методов разработки SCADA– систем.

За период выполнения работы были освоены основные понятия и технологии разработки SCADA–систем, изучены основные инструменты создания логики программ для микроконтроллера ОВЕН ПР200.

В ходе работы была разработана управляющая программа управления установкой перемешивания для пищевых производств. Программа включает в себя алгоритмы работы по временным интервалам, а также логику обработки аварийных ситуаций, включая защиту от

перегрузки. На панели оператора реализован интуитивно понятный графический интерфейс, обеспечивающий переключение режимов, запуск и остановку оборудования, контроль состояния сигнализации и выполнение тестирования системы.

Была обеспечена полноценная взаимосвязь между контроллером и панелью оператора через промышленный интерфейс RS-485 в режиме master-slave.

В дальнейшем проект может быть дополнен новыми функциями, например, расширением числа подключаемых исполнительных механизмов и датчиков, а также интеграцией в более крупную промышленную SCADA-систему.

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Список использованных источников

1. Конфигурирование и моделирование работы основных элементов промышленной автоматики: учеб.– метод. пособие / Д. А. Тарасов, А. Е. Шаралапов, К. И. Никишин, М. А. Митрохин. – Пенза: Изд– во ПГУ, 2021. – 166 с.
2. S485 – стандарт промышленных сетей. Какими особенностями обладает микросхема приемопередатчика? [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/milandr/articles/540084/> свободный. (дата обращения 1.05.2024).
3. OWEN Logic. Руководство пользователя. ООО «Производственное Объединение ОВЕН». [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://docs.owen.ru/product/programmnoe_obespechenie_owen_logic/986/83304#to pic– 83304](https://docs.owen.ru/product/programmnoe_obespechenie_owen_logic/986/83304#to_pic-83304) свободный. (дата обращения 30.04.2024).
4. Панель оператора СП270. Паспорт и руководство по эксплуатации КУВФ.421449.003 РЭ. ООО «Производственное Объединение ОВЕН». [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.owen.ru/uploads/re_sp270_1312.pdf свободный. (дата обращения 30.04.2024).
5. ПР200. Устройство управляющее многофункциональное. Руководство по эксплуатации. ООО «Производственное Объединение ОВЕН». [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://docs.owen.ru/product/pr200/80/79940#topic– 79940](https://docs.owen.ru/product/pr200/80/79940#topic-79940) свободный (дата. обращения 01.05.2024).
6. Требования по обустройству помещений и рабочих мест, предназначенных для работы на компьютере и прочей офисной технике [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18895/df3eaac6ab127894002 172933f9cd660e61df962/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18895/df3eaac6ab127894002172933f9cd660e61df962/) свободный. (дата обращения 20.05.2024).

7. ГОСТ IEC 61131-2-2012 Часть 2 Требования к оборудованию и
испытания [Электронный ресурс] / Режим доступа:
<https://www.reglament.by/wp-content/uploads/docs/gost/gost-iek-61131-2-2012.pdf> свободный. (дата обращения 10.05.2024)

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

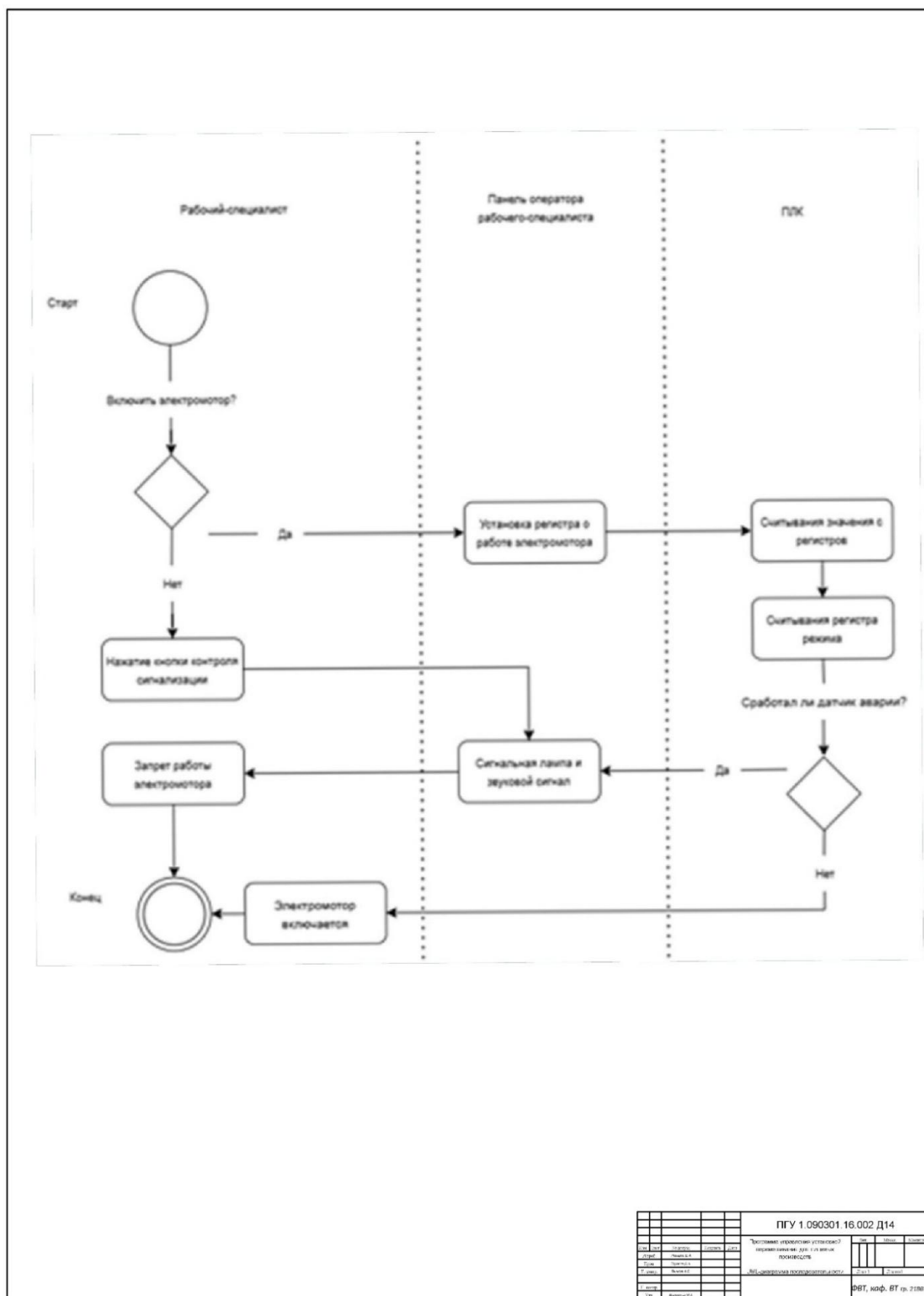
Приложение А

(Обязательное)

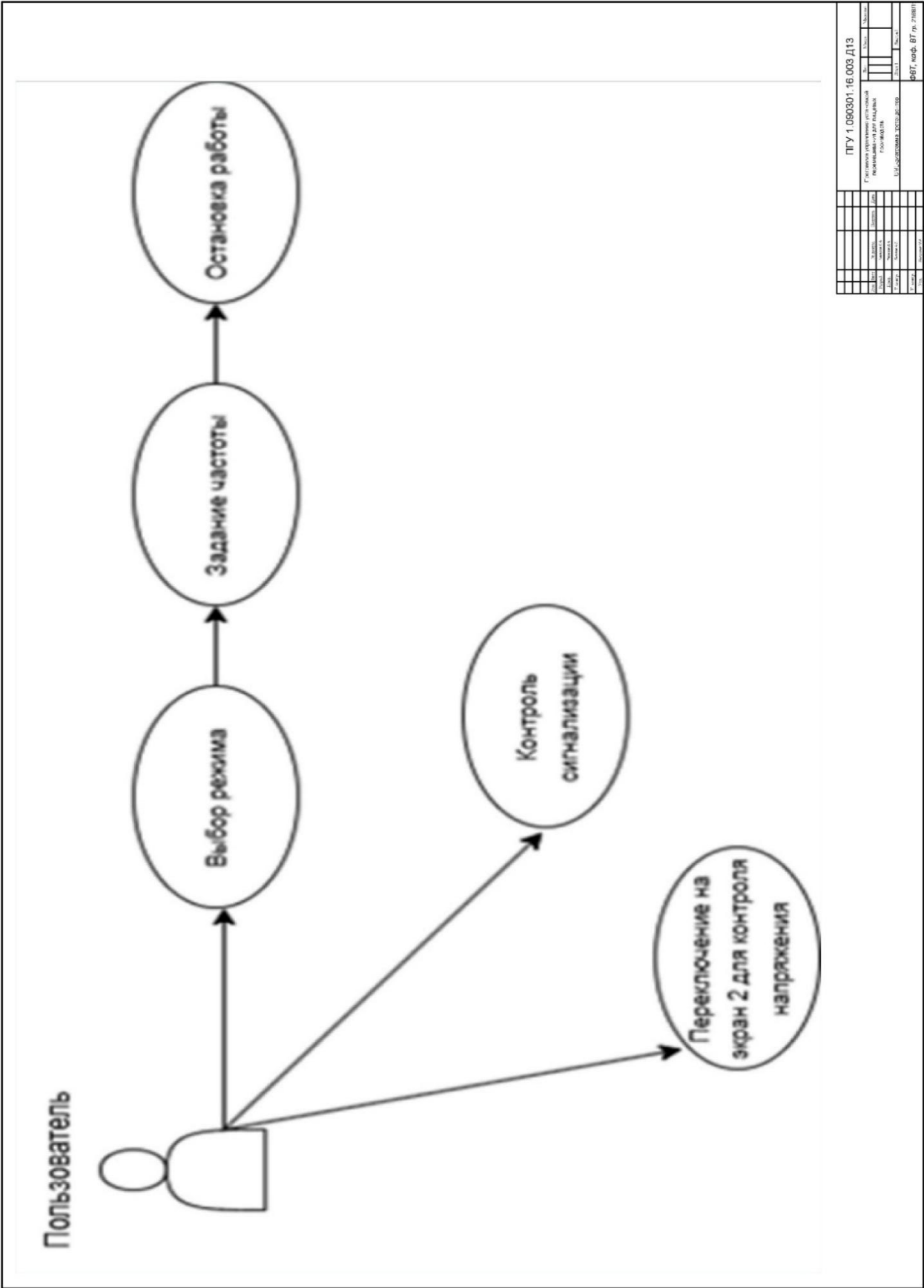
Программа управления установкой перемешивания для пищевых
производств
UML-диаграммы

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение А.1 - UML-диаграмма последовательности



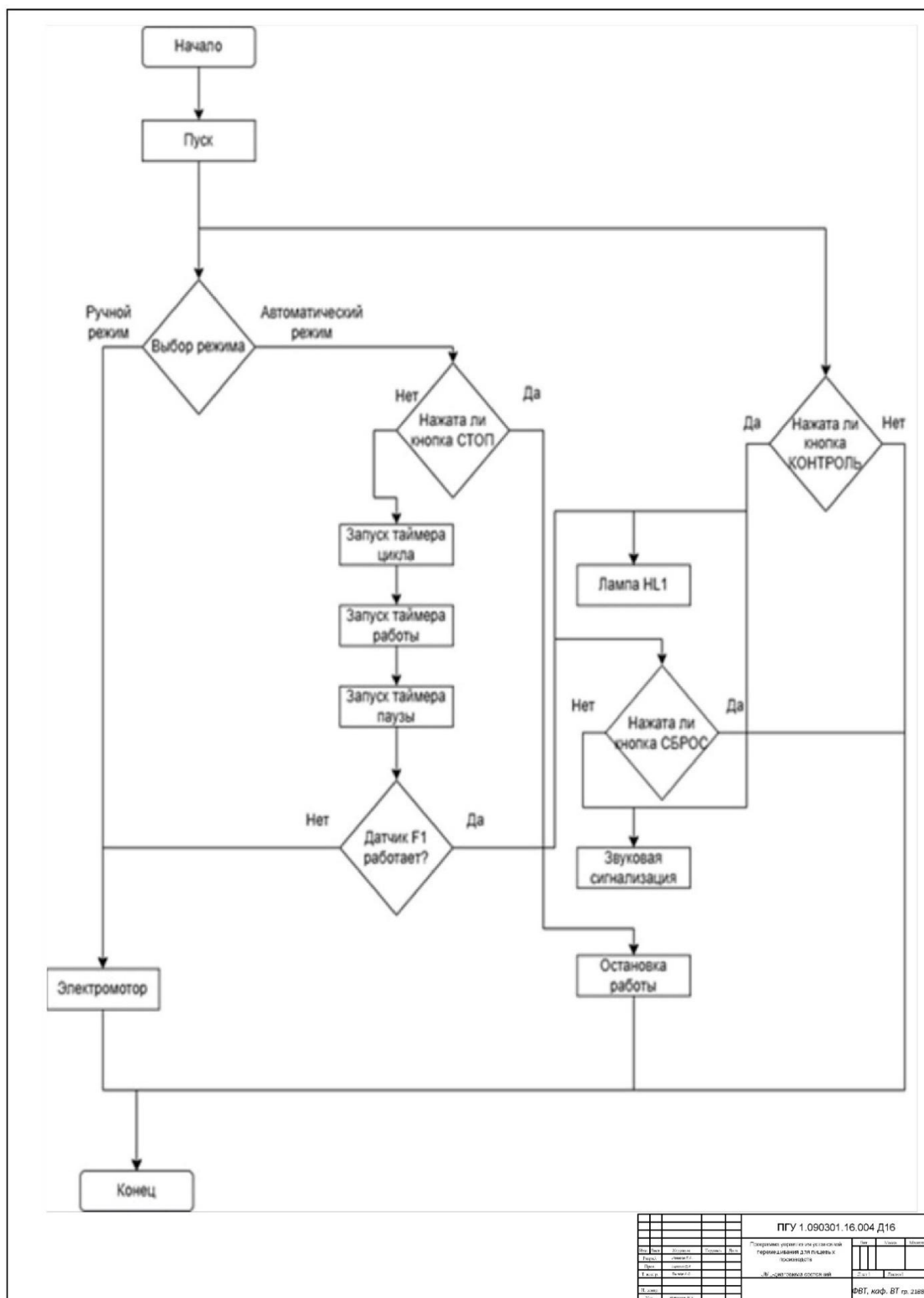
Приложение А.2 - UML-диаграмма прецедентов



ПГУ 1.090301.16.003 Д13									
Государственный университет									
Информационных технологий									
Год-семестр									
13-14 учебный год, 1-й семестр									
ЭББ, кафе. ВГ п. 71001									

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Приложение А.3 - UML-диаграмма состояний



Приложение Б

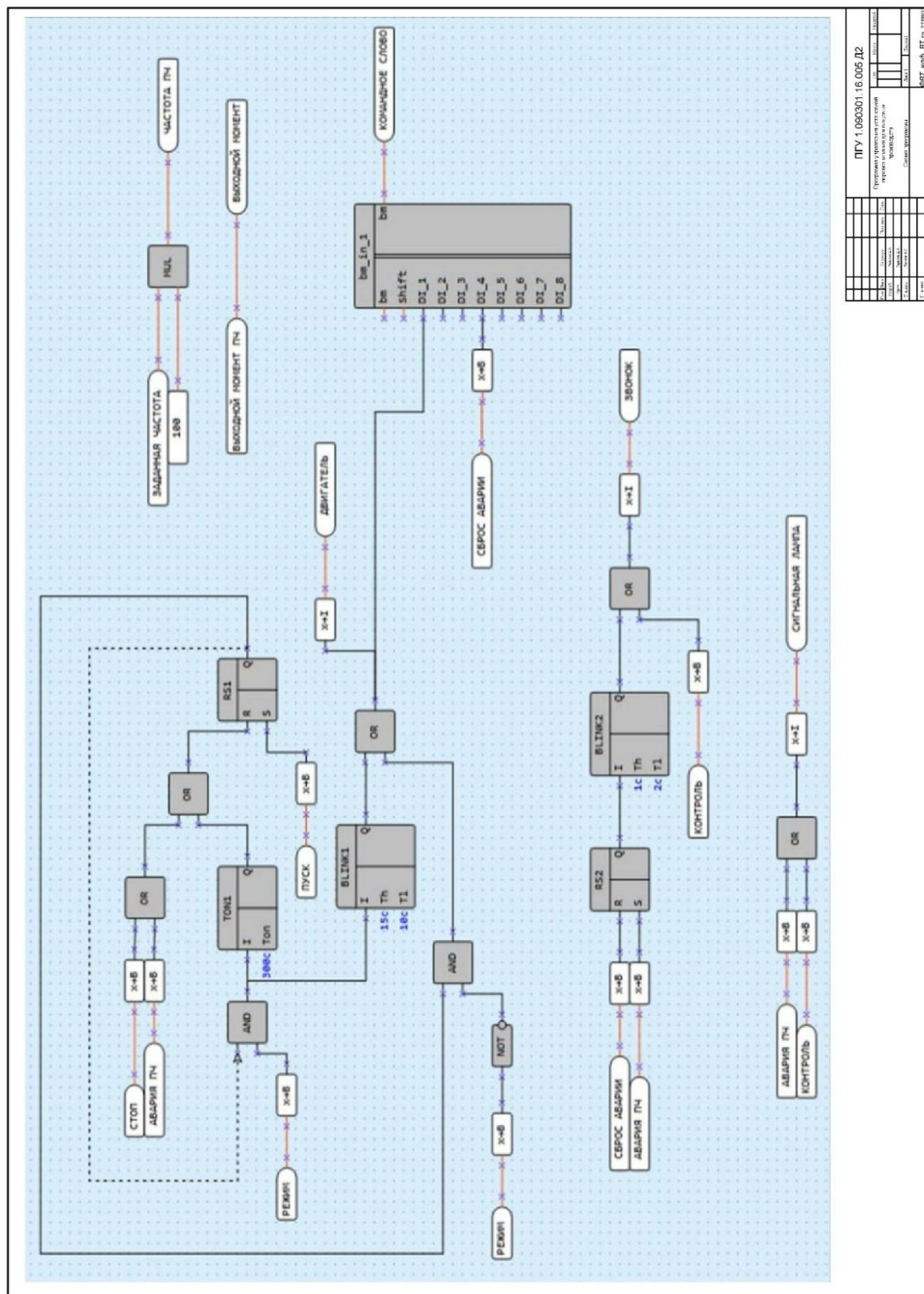
(Обязательное)

Программа управления установкой перемешивания для пищевых
производств

Схема функциональных блоков

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Приложение Б.1 - UML- Схема функциональных блоков

[illegible]

Приложение В

(Обязательное)

Программа управления установкой перемешивания для пищевых
производств
Презентация

					ПГУ1.090301.16.001 ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Автор работы: студент гр. 21ВВП1 Назаров Е.А.
Научный руководитель: доцент к.т.н. Тарасов Д.А

О программе

- Проблема

На предприятиях пищевой промышленности необходимо контролировать точное время перемешивания пищевой продукции. Так же нельзя забывать о безопасности.



- Разработка

Программа управления перемешиванием на пищевых производствах

Цели и задачи

Во время разработки был определён следующий функционал для реализации.

- Создание реле управления электродвигателем
- Организация взаимодействия панели оператора, контроллера и преобразователя частоты
- Создание индикаторов аварии
- Взаимодействие управляющей программы с интерфейсом оператора

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Постановка задачи

Взаимодействие с пользователем



Выбор решения

Язык разработки:

- Язык функциональных блоков FBD

Среды разработки:

- OWEN Logic
- Конфигуратор СП200

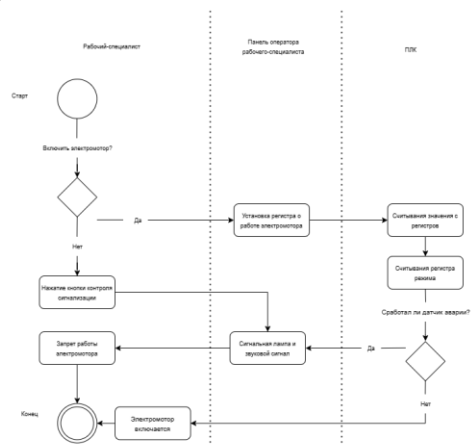
Целевая платформа:

- ПЛК ОВЕН ПР200
- Панель оператор ОВЕН СП270
- Преобразователем частоты ВЕСПЕР Е2-8300

Другие ресурсы разработки: ПК, ОС Windows 11, драйверы для взаимодействия элементов целевой платформы и ПК

Процесс разработки

Диаграмма взаимодействия с пользователем



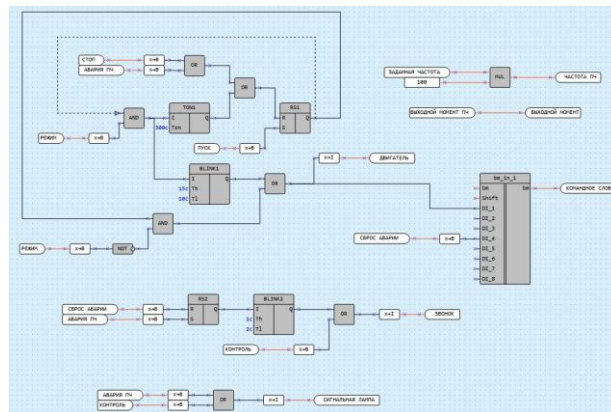
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

88

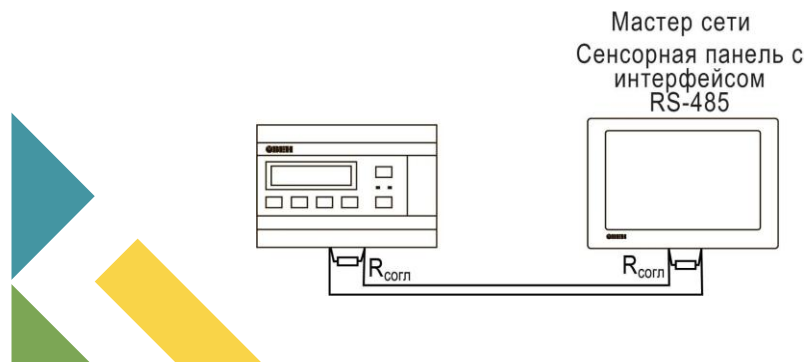
Итоговая схема управляющей программы



Интерфейс панели оператора



Модель взаимодействия устройств целевой платформы



Тестирование на стенде



Спасибо за внимание !

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.16.001 ПЗ

Лист

90