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 КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗА В ПОМЕЩЕНИИ ВЗРЫВООПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Студент _____ Зайкин Сергей Александрович
(подпись, дата) 03.06.2025 (ФИО полностью)

Руководитель _____ Тарасов Д.А.
(подпись, дата) 03.06.2025 (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр 03.06.25 Бычков А.С.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

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

Заведующий кафедрой _____ М.А. Митрохин
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой хорошо (протокол заседания ГЭК от 09.06.2025 г. № 18)

Секретарь ГЭК _____ Е.И. Гурин
(подпись) (фамилия, инициалы)

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» __май_____2025__г.

ЗАДАНИЕ
НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ

1. Студент Зайкин Сергей Александрович гр. 21ВВП1 факультета ФВТ

2.Тема работы «Программа контроля концентрации газа в помещении взрывоопасного производства»

Тема утверждена приказом ПГУ №_601/о_____от "_06_"__мая___2025___г.

3. Руководитель бакалаврской работы Тарасов Д.А.

4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.)
Разработать автоматизированную программу для контроллера ОВЕН ПР205 для обеспечения безопасности персонала. Тема является актуальной, так как относится к сфере обеспечения безопасности на производстве, которая является одной из важнейших.
Исходные данные: два помещения, в каждом из которых имеется по 3 датчика контроля концентрации газа, 2 вытяжки, сигнальная лампа и общая сирена для эвакуации.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов
Требуется произвести анализ предметных областей: изучить существующие информационные системы, выделить их достоинства и недостатки. Выявить потребности пользователей. Выбрать язык программирования, среду разработки, изучить вопрос электротехники и схемотехники. Определить
архитектуру приложения и вспомогательные средства разработки. Изучить функционал ОВЕН Logic для разработки программы для автоматического контроллера.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1	Изучение предметной области	20	06.05.2025 – 08.05.2025	
2	Анализ требований	24	09.05.2025 – 10.05.2025	
3	Создание макета графического интерфейса	32	11.05.2025 – 14.05.2025	
4	Выбор технологий, применяемых при проектировании и разработке	18	15.05.2025 – 17.05.2025	
5	Реализация графического интерфейса	23	18.05.2025 – 20.05.2025	
6	Разработка основной части программы	40	21.05.2025 – 25.05.2025	
7	Оформление пояснительной записки	39	26.05.2025 – 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 Зайкин С.А.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета 05.06.2025 Фионова Л.Р.
(подпись, дата)

Реферат

Бакалаврская работа содержит 91 лист, 95 рисунков, 4 таблицы, 8 источников, 3 приложения.

ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗА В ПОМЕЩЕНИИ ВЗЗРЫВООПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цель работы – разработать программу, позволяющую автоматизировать контроль концентрации газа в помещении при помощи датчиков газа на базе ПЛК ОВЕН ПР200 и панели оператора ОВЕН СП270.

Объектом разработки является управляющая программа, которая должна обеспечивать включение и отключение вытяжек в помещениях в зависимости от состояния датчиков газа, сигнальных ламп и сирены. Система должна обладать графическим пользовательским интерфейсом на панели оператора.

Разработка проводилась в среде программирования OWEN Logic и в Конфигураторе СП200. В качестве языка программирования был выбран язык функциональных блоков FBD.

В результате проведенной работы разработана система, удовлетворяющая поставленной задаче, а именно: интуитивно понятный пользовательский интерфейс и организация контроля работы вытяжек и сирены.

Созданная система может быть внедрена в любые производственные организации.

Содержание

Перечень сокращений и обозначений 5
Введение 6
1 Программа контроля и управления доступом для кодового замка 8
1.1. Анализ предметной области 8
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 13
1.1.5 Выбор среды разработки 14
1.2 Проектирование и разработка 30
1.2.1 Конфигурирование ПЛК ОВЕН ПР200 31
1.2.2 Разработка управляющей программы 35
1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270 43
1.3 Анализ результатов 55
1.3.1 Тестирование и отладка программы в редакторе OWEN Logic 55
1.3.2 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора СП270 60
1.3.3 Тестирование проекта на стенде целевой платформы 62
2 Охрана труда 70
2.1 Анализ негативных факторов, воздействующих на оператора ПЭВМ и способы их устранения 70
2.1.1 Оборудование рабочего места 71
2.1.2 Освещенность рабочего места 73
2.1.3 Электробезопасность 73
2.1.4 Пожарная безопасность 74
2.1.5 Режим труда и отдыха 75
2.2 Меры безопасности при работе с ПЛК ОВЕН ПР200 и панелью оператора ОВЕН СП270 77
Заключение 78

Список использованных источников 79
Приложение А – UML–диаграмма 81
Приложение Б – Схемы программ 83
Приложение В – Презентация 87

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 (англ. 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

Необходимость контроля утечек газа имеет место быть практически во всех сферах деятельности человека. В зависимости от условий, в которых появляется данная необходимость, или наличия определенного оборудования, требуется продумывать специфические решения. На производстве также следует исходить из автоматизации процессов и имеющихся в наличии ресурсов. Решение данной проблемы, возможно, найти в автоматизации процесса, тем самым усилив меры предосторожности и снизив расходы на персонал.

Человек при взаимодействии с техникой 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.

При автоматизации процессов 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. 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.

В рамках управления технологическим процессом SCADA-система получает данные от программируемых логических контроллеров. Эти контроллеры, в свою очередь, собирают информацию с датчиков, установленных на объекте, подвергают ее первичной обработке, реализуют алгоритмы управления и формируют управляющие сигналы для исполнительных механизмов. Кроме того, контроллеры осуществляют передачу и прием информации по промышленной сети.

В свою очередь пульт диспетчера, представленный в виде автоматизированного рабочего места или панели оператора, выполняет ряд функций. Он формирует сетевые запросы к контроллерам нижнего уровня, получает от них актуальную информацию о ходе технологического процесса и отображает ее на экране в удобном для оператора формате.

1 Программа контроля концентрации газа в помещении взрывоопасного производства

1.1 Анализ предметной области

В условиях современной промышленности и производств основную роль играет обеспечение безопасности персонала, работающего в сферах повышенной опасности. Одним из важнейших компонентом системы безопасности является контроль концентрации газа, особенно если производство является взрывоопасным. В свою очередь данная система должна обладать рядом обязательных качеств, таких как нечувствительность к перепадам температур и влажности для работы в любых климатических условиях, устойчивость к возможным механическим и вибрационным воздействиям на производстве.

Для разработки управляющей программы для ПЛК ОВЕН ПР200 в данном проекте были учтены технические характеристики контролера. Так же было выявлено, что данный контролер обладает всеми необходимыми возможностями.

Система, которая была разработана, способна работать автономно без вмешательства со стороны персонала, но в случае необходимости система может управляться вручную в не зависимости от состояния датчиков. Также у данного проекта есть ряд преимуществ, что позволяет ему стать возможной альтернативой:

– возможность работы системы без вмешательств человека;

– простота в эксплуатации;

– надежность;

– стабильность работы системы;

– использование современных отечественных технологий реализации;

– возможность дополнения системы новыми модулями.

1.1.1 Обзор аналогов

Система контроля концентрации газа на производстве является важной часть сферы обеспечения безопасности персонала, которая весьма востребована в настоящее время. Именно поэтому сейчас на рынке можно встретить множество готовых решений, как от отечественных производителей, так и от зарубежных.

Каждая из готовых систем, представленных на современном рынке, имеет свои технические требования и условия для корректной работы. Помимо этого при рассмотрении данных систем можно выявить ряд преимуществ и недостатков. Краткий общий анализ некоторых аналогов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ преимуществ и недостатков конкурентов

Производитель	Преимущества	Недостатки
Honeywell (GasAlert, Sensepoint	Высокая надёжность и долгий срок службы; Сертификация для взрывоопасных зон.	Высокая стоимость оборудования; Зависимость от оригинальных компонентов.
AVEVA EcoStruxure	Облачный мониторинг и удаленный доступ; Поддержка AI для прогнозирования утечек.	Требуется стабильный интернет; Подписка на ПО увеличивает стоимость.

Производитель	Преимущества	Недостатки
КРУГ-2000	Совместимость с российскими датчиками (ГАНГ, Сенсон).	Устаревший интерфейс; Ограниченная поддержка зарубежных протоколов.
ТАНГО (ГК "ТАНКО")	Совместимость с отечественными ПЛК; Низкая цена.	Ограниченная документация; Малый срок службы датчиков.
Сенсон (Сенсон-СВ, Сенсон-М)	Простота монтажа и настройки.	Частые ложные срабатывания; Не подходит для агрессивных сред.

На основании проведенного анализа был сделан вывод, что на рынке у отечественных аналогов имеется ряд недостатков, а если рассматривать зарубежные аналоги, то у них высокая стоимость и они неспособны работать с отечественными датчиками.

1.1.2 Анализ требований к разработке

В рамках данного проекта разрабатывается программа для контроля газа на взрывоопасном производстве на базе ПЛК. В свою очередь данная программа имеет перспективы быть востребованной для работы, как на крупных промышленных предприятий, так и на небольших производствах. Особенно для работы в условия, которые являются неблагоприятными для электронных устройств

Требуется следующий функционал:

– контроль информации которая поступает с датчиков;

– обработка информации и принятие требуемых мер;

– возможность ручного контроля над системой.

Управление программой будет осуществляться через панель оператора ОВЕН СП200.

1.1.3 Выбор архитектуры программы

Чтобы обеспечить корректную работу ПЛК цикл его работы нужно разделить на этапы:

– чтение входных сигналов. Логическое состояние входов автоматически записывается в ячейки памяти входов (количество ячеек равно числу входов – I1…In);

– обработка данных. Программа считывает значения из ячеек памяти входов и выполняет над ними логические операции в соответствии с алгоритмом работы;

– запись результатов. После окончания обработки, полученные данные поступают на физические выходы (Q1…Q4) для активации подключенных устройств.

– циклическое повторение. После окончания записи результатов обработки программа возвращается к первому этапу, повторяя весь цикл. Время, которое потребуется на выполнение всего цикла зависит от сложности алгоритма.

На рисунке 1 представлена функциональная схема выполнения программы на ПЛК.

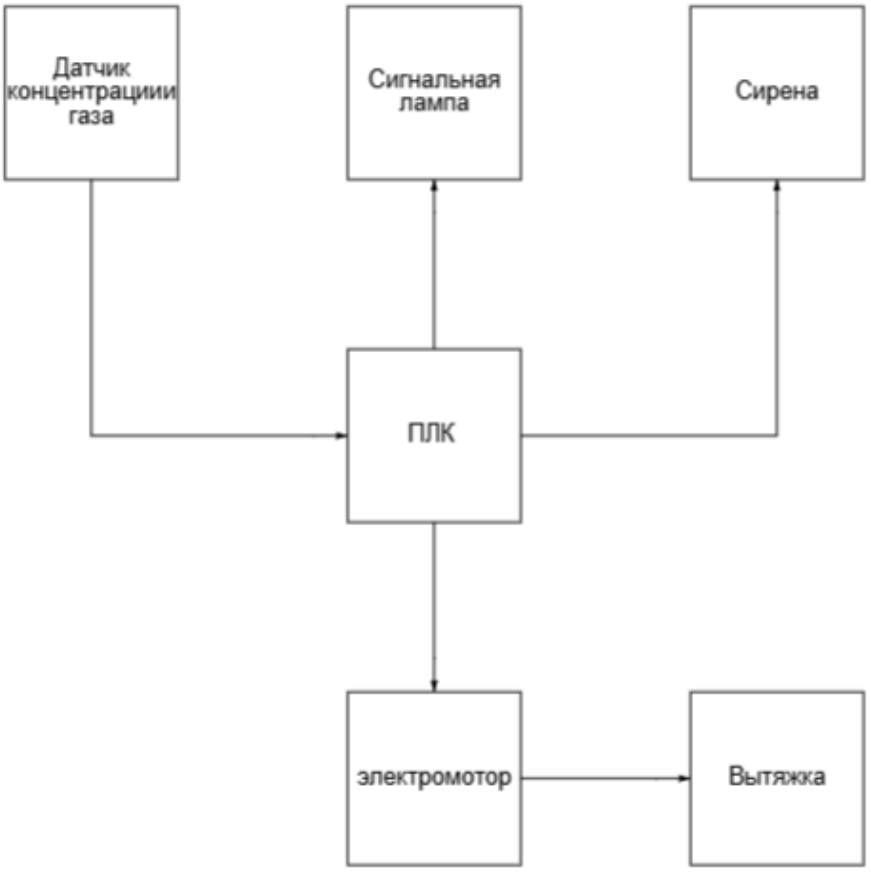


Рисунок 1 – Функциональная схема ПЛК

Взаимодействие будет организовано через панель оператора, работающую как master-устройство (ведущее), к которому, по интерфейсу RS 485, будет подключен ПЛК в режиме slave (ведомое). В RS-485 для передачи и приёма данных используется витая пара. Передача данных осуществляется с помощью дифференциальных сигналов, а это в свою очередь обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе. Разница напряжений одной полярности означает логическую единицу, разница другой полярности означает логический ноль [1].

Исходя из требуемого функционала, планируемой архитектуры проекта и выбранной целевой платформы был определен следующий набор инструментов разработки: язык функциональных блоков FBD стандарта IEC

61131-3, среда разработки OWEN Logic, конфигуратор панели оператора СП200, ОС Microsoft Windows 10.

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

1.1.4 Выбор языка программирования

FBD (Function Block Diagram) – это графический язык программирования. Позволяет использовать очень мощные алгоритмы простым вызовом функций и функциональных блоков. Удовлетворяет непрерывным динамическим процессам. Имеет большую библиотеку блоков. FBD заимствует символику булевой алгебры и является более эффективным для представления структурной информации, чем язык релейно-контактных схем [2].

Диаграмма FBD очень напоминает принципиальную схему электронного устройства на микросхемах. В отличие от LD «проводники» в FBD могут проводить сигналы (передавать переменные) любого типа (логический, аналоговый, время и т. д.) [2].

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 [3].

Пример реализации программы для поиска среднего арифметического для двух чисел на FBD в среде OWEN Logic представлен на рисунке 2: сумма переменных A и B делиться на константу 2 и записать в переменную result.

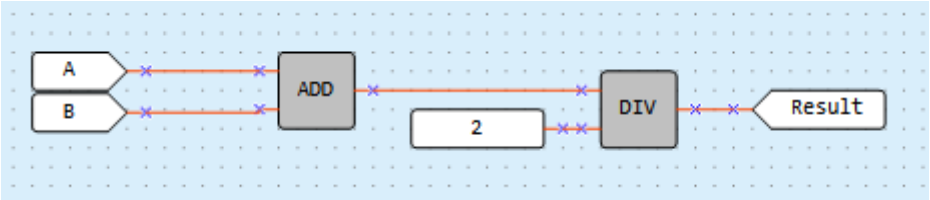


Рисунок 2 – Пример программы

Та же самая функция на псевдокоде:

result := (a+b)/2.

Язык FBD прост в изучении, нагляден и удобен для прикладных специалистов, не имеющих специальной подготовки в области информатики. Жесткая последовательность выполнения приводит к простой внутренней структуре команд, которая транслируется в быстрый и надежный код. FBD четко отражает взаимосвязь входов и выходов диаграммы. При условии качественной проработки алгоритма с позиции передачи сигналов, его представление в виде FBD диаграммы получается нагляднее, чем в текстовых языках программирования [4].

1.1.5. Выбор среды разработки

Выбор среды разработки был сделать в пользу OWENLogic, исходя из целевой платформы проекта, а для создания графического интерфейса для панели оператора используется программа Конфигуратор СП200.

OWENLogic – среда программирования, предназначенная для создания алгоритмов работы коммутационных приборов, относящихся к классу программируемых реле, в частности, приборов серий ПР1xx, ПР200 и панели ИПП120 производства компании ОВЕН. Полный перечень приборов, для программирования которых может использоваться OWENLogic, представлен на сайте компании ОВЕН [4].

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

Данную среду программирования можно бесплатно установить с сайт производителя, который продемонстрирован на рисунке 3.

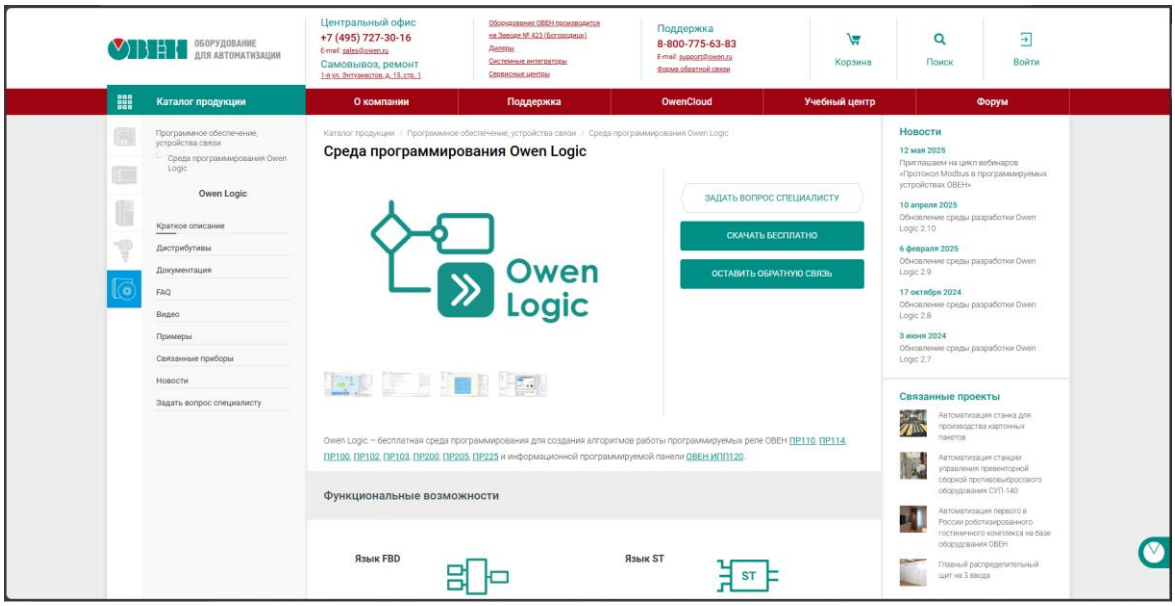


Рисунок 3 – Страница загрузки среды программирования на сайте производителя

На сайте среды OWEN Logic помимо ссылки, которая используется для загрузки установочного файла, имеет описание функционала, технических требований, ссылку на документацию. Для начала загрузки нужно «Скачать бесплатно», что продемонстрировано на рисунке 4.

Рисунок 4 – Область загрузки среды программирования на сайте

При попытке загрузки на сайте появиться запрос на согласие с условиями лицензионного соглашения. Данный запрос представлен на рисунке 5.

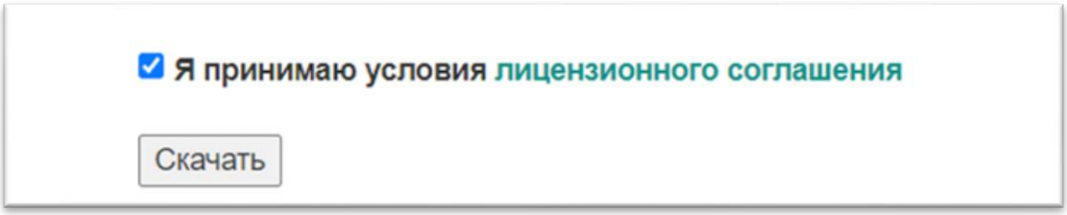


Рисунок 5 – Окно подтверждения согласия с условиями лицензионного соглашения

После принятия условий лицензионного соглашения и при нажатии на кнопку «Скачать» последует загрузка архива, который содержит установочный файл. Данный процесс продемонстрирован на рисунке 6.

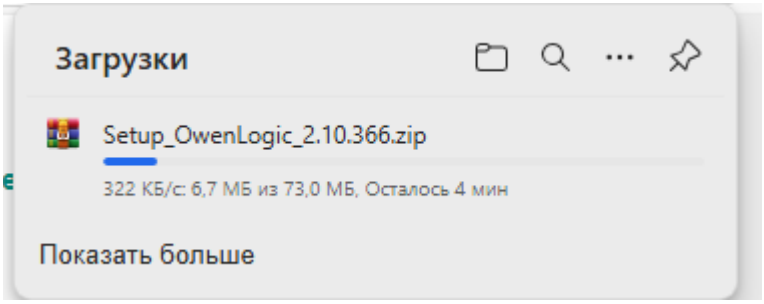


Рисунок 6 – Загрузка архива с установочным файлом среды программирования

Когда загрузка будет завершена, следует разархивировать файл и начать установку, посредством запуска исполняемого файла setup_owenlogic_2.10.366.exe. Данный процесс установки среды продемонстрирован на рисунках 7-10. При запуске установочного файла открывается Мастера установки среды OWENLogic. Данное окно продемонстрировано на рисунке 7. В процессе установки нужно повторно ознакомиться и согласиться с условиями лицензионного соглашения.

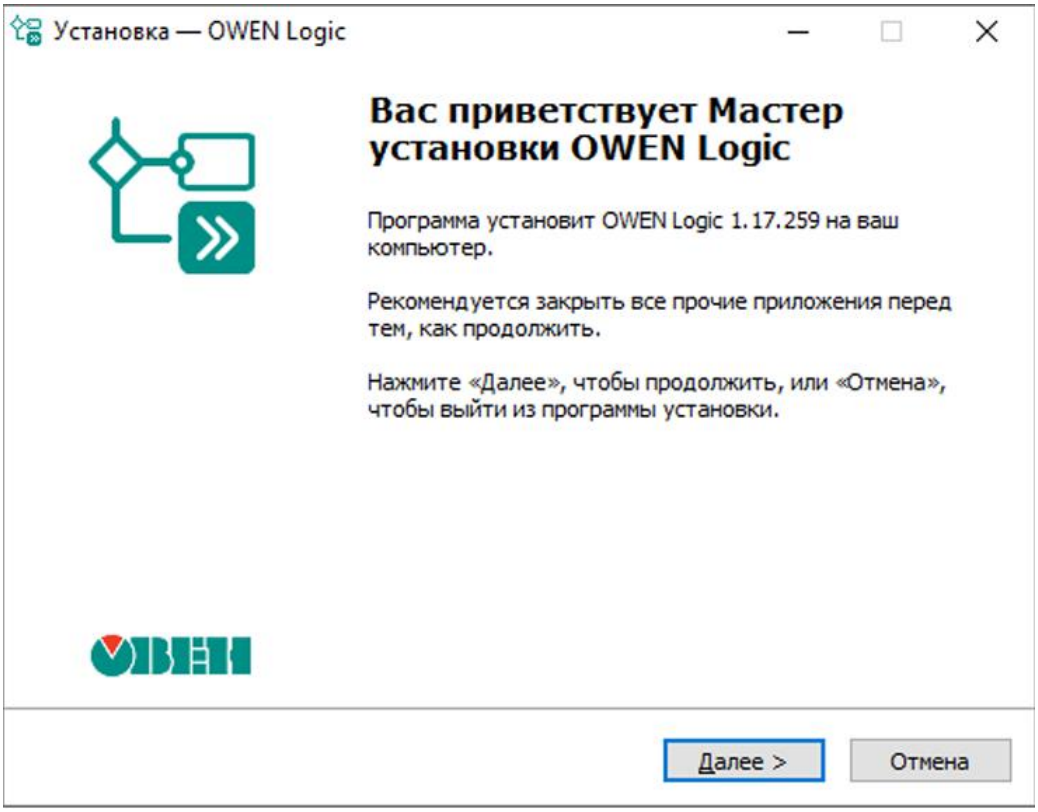


Рисунок 7 – Мастер установки OWEN Logic

Для продолжения установки нужно выбрать папку 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». Данный процесс продемонстрирован на рисунке 8.

Далее в процессе установки можно выбрать дополнительные настройки и привязку файлов, которые имеют расширение *.owl к среде разработки OWEN Logic. Данный процесс продемонстрирован на рисунке 9.

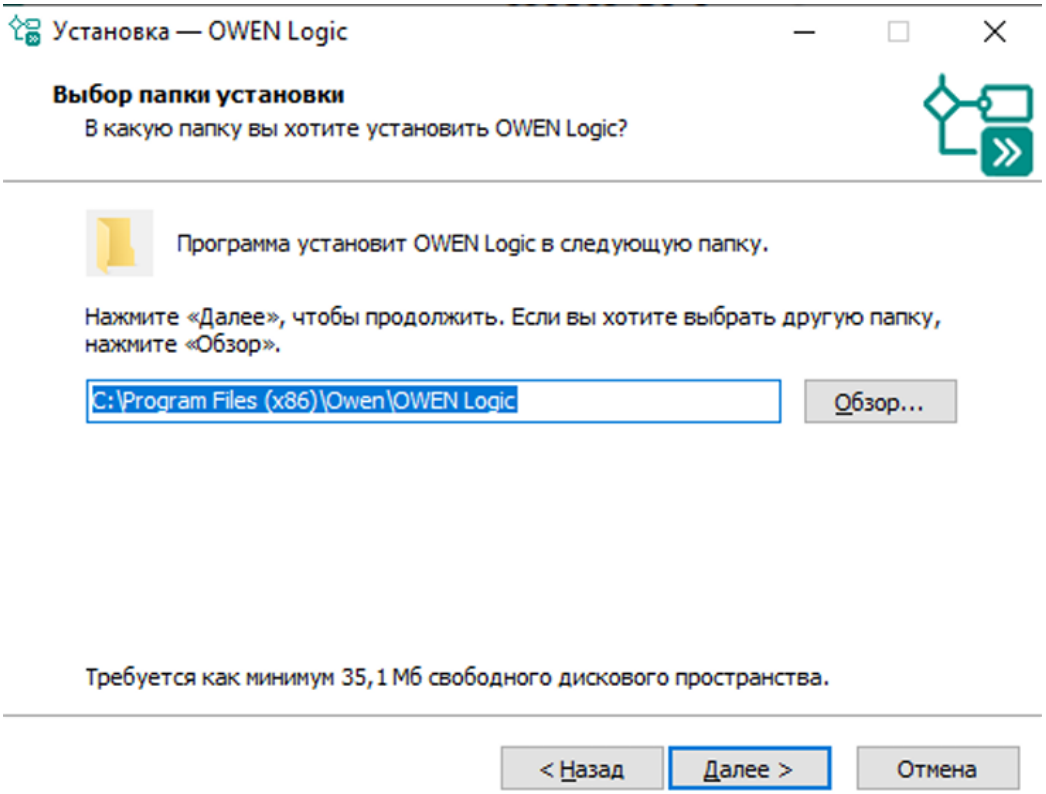


Рисунок 8 – Выбор папки для установки среды программирования

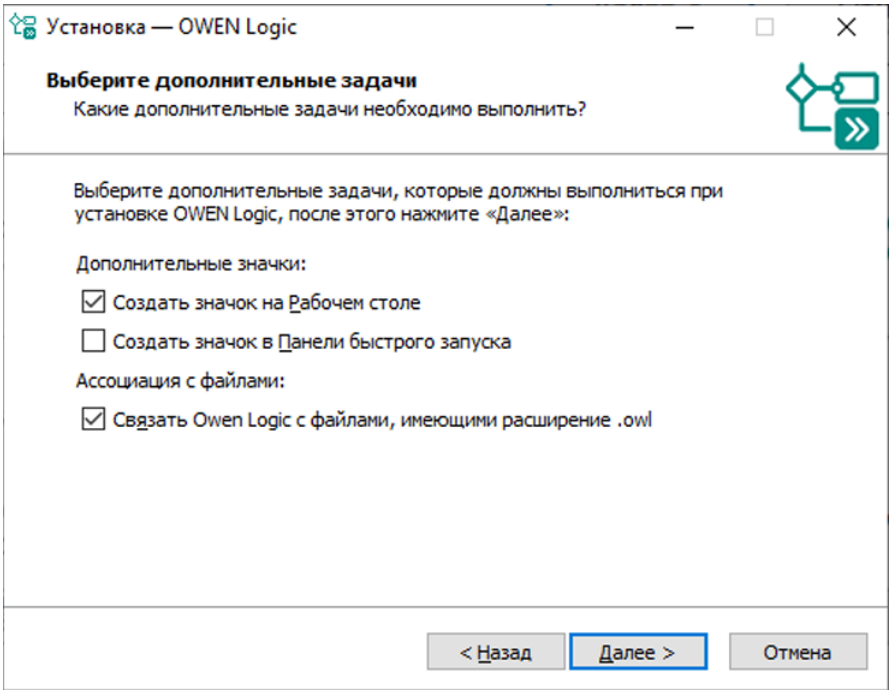


Рисунок 9 – Выбор дополнительных настроек среды программирования

.

Далее предлагается проверить ранее выбранные настройки и путь, по которому будет выполнена установка. Данное окно продемонстрировано на рисунке 10.

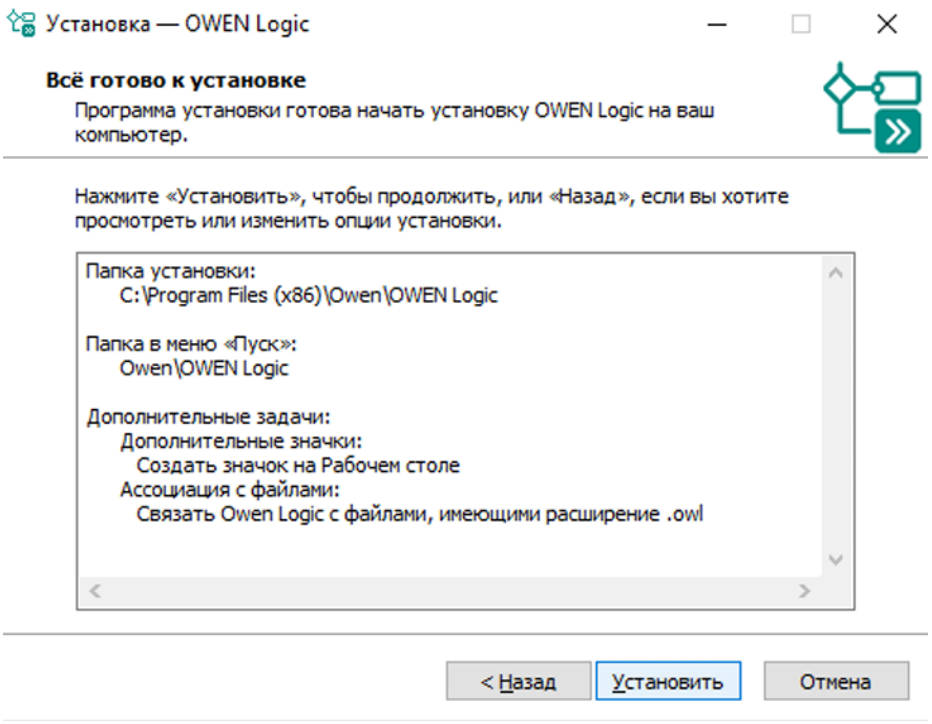


Рисунок 10 – Просмотр опций установки

После окончания установки и запуска OWEN Logic открывается главное окно, продемонстрированное на рисунке 11.

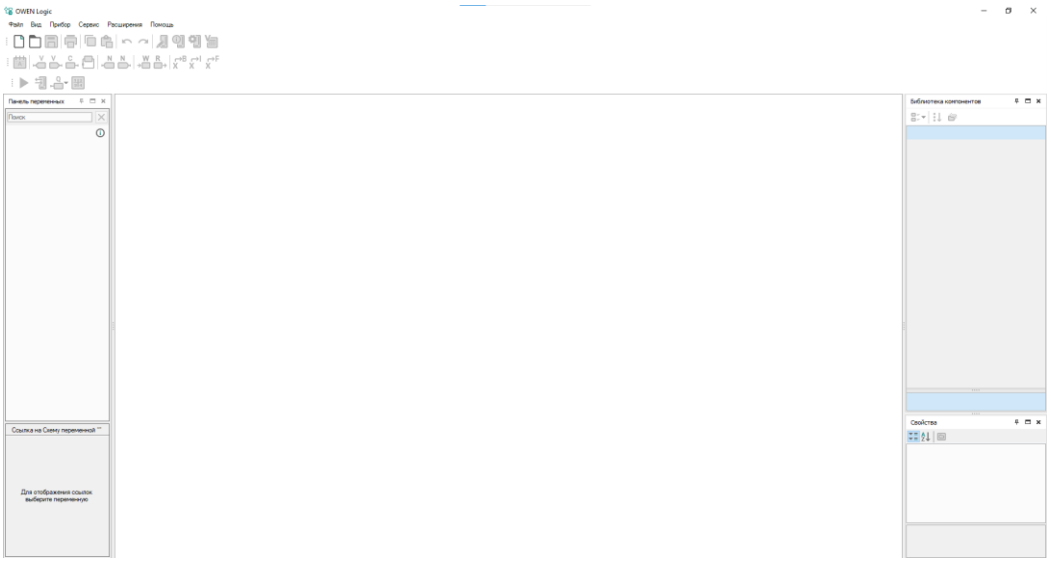


Рисунок 11 – Окно OWEN Logic

После чего требуется создать новый проект или открыть уже существующих через выпадающее меню «Файл», как это продемонстрирован на рисунке 12. Поскольку без создания нового проекта или открытия уже существующего почти все основные функции будут недоступны.

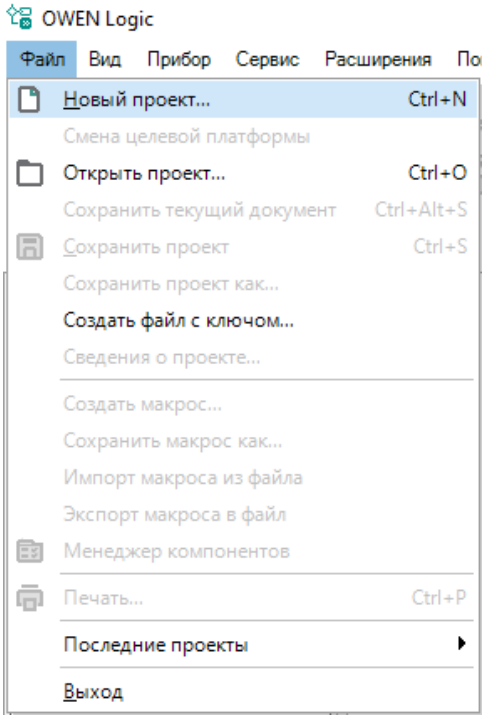


Рисунок 12 – Начало создания нового проекта в среде OWEN Logic

На рисунке 13 продемонстрирована панель инструментов среды программирования OWEN Logic.

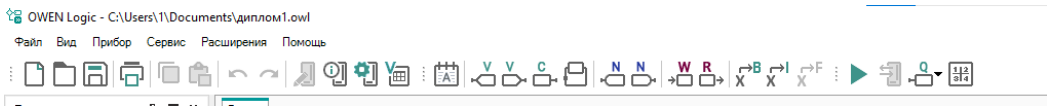


Рисунок 13 – Панель инструментов OWEN Logic

Одним из элементов интерфейса, который можно настроить, является панель инструментов. При настройке имеется возможность вынести отдельные элементы или переметить их. Для удобства и более быстрого поиска было изменено положение элементов на панели. Панель разбита на 3 части и перемещена ниже. Изменения панели инструментов продемонстрированы на рисунке 14.

Рисунок 14 – Панель инструментов после настройки

При запуске режима эмуляции на панели инструментов появляются новые элементы. Их также можно настроить при необходимости. Режим эмуляции продемонстрирован на рисунке 15.

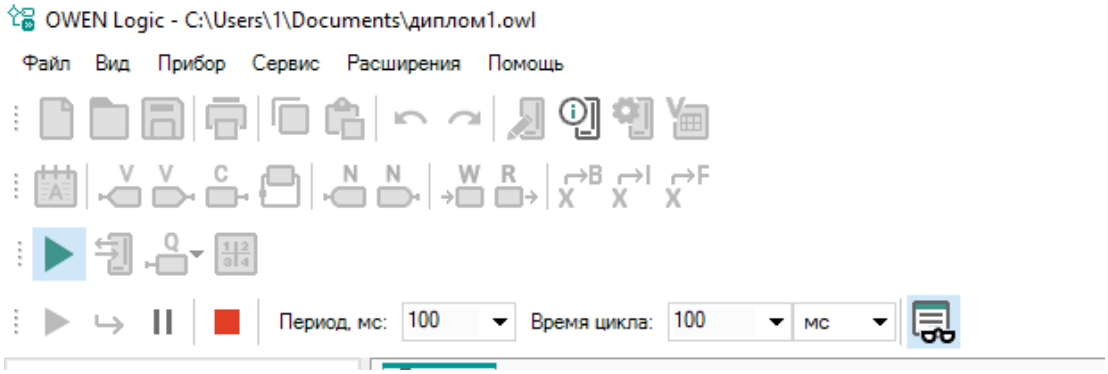


Рисунок 15 – Панель инструментов в режиме эмуляции

Для проектирования логики управляющей программы нужно размещать функциональные блоки на рабочем холсте. В ходе разработки логики программы может потребоваться изменить размеры рабочего холста. Все свойства рабочего холста продемонстрированы на рисунке 16, а на рисунке 17 продемонстрирован рабочий холст после изменения его размера.

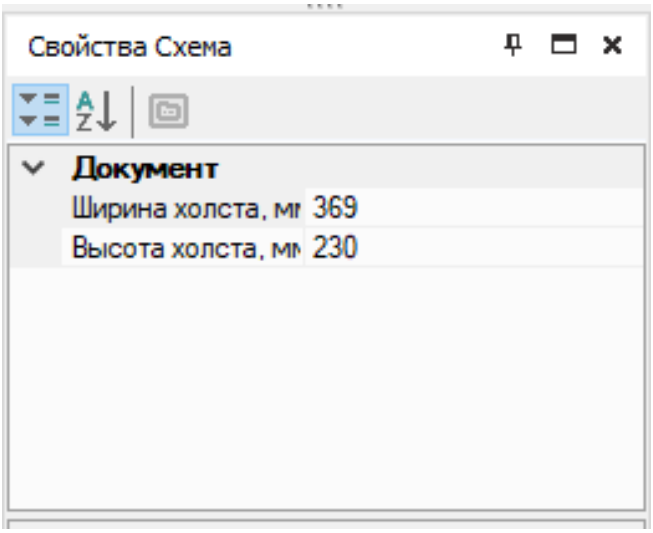


Рисунок 16 – Свойства рабочего холста проекта

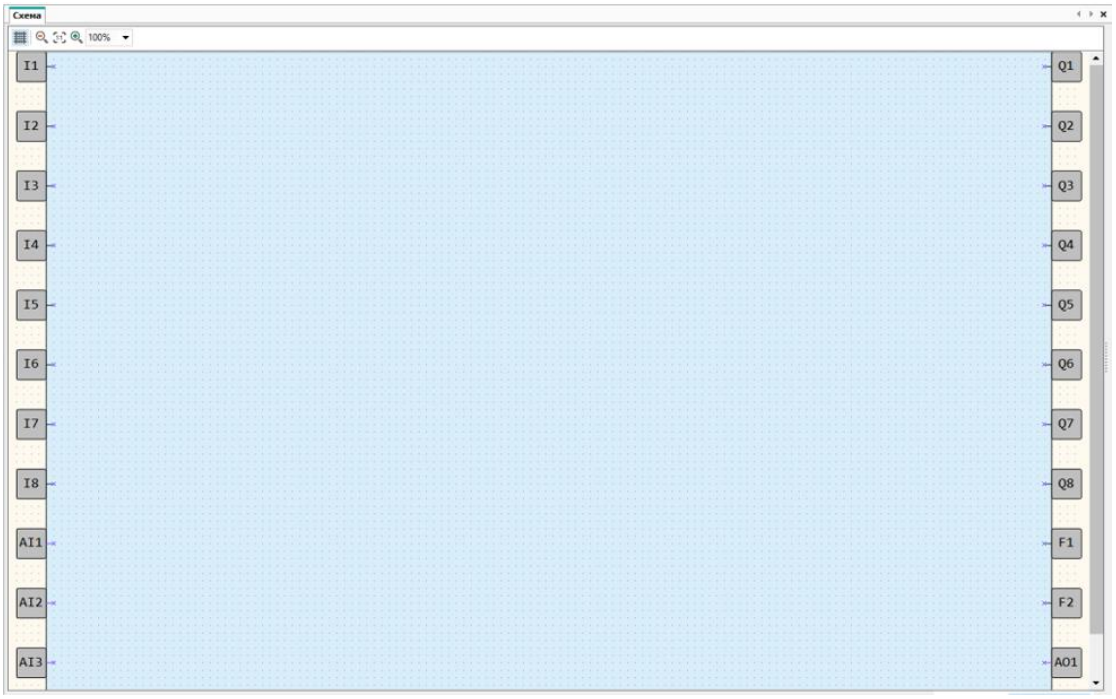


Рисунок 17 – Рабочий холст проекта среды OWEN Logic

Помимо рабочего холста на главном экране среды разработки можно увидеть Библиотеку компонентов. В ней располагаются функциональные блоки языка FBD по группам, также в библиотеке располагаются ранее созданные макросы. Библиотека компонентов продемонстрирована на рисунке 18.

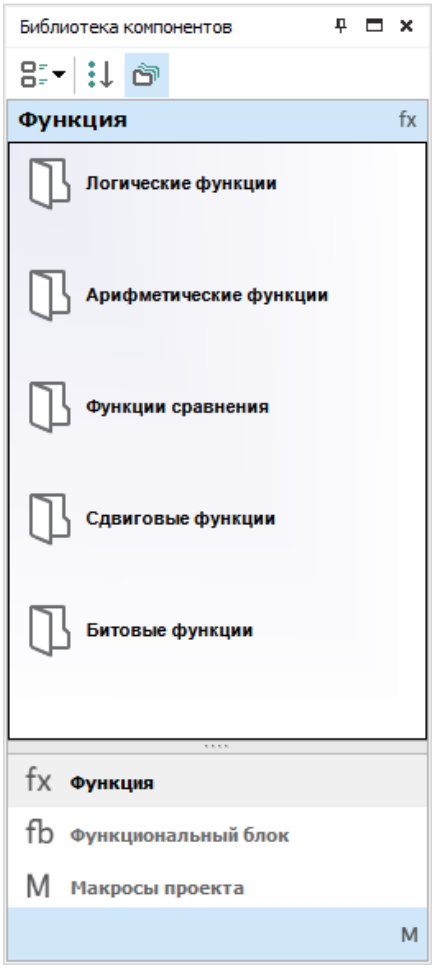


Рисунок 18 – Библиотека компонентов

Кроме Библиотеки компонентов на главном экране имеется Панель переменных. Данная панель содержит список ранее использованных в проекте переменных и может предоставить быстрый доступ к ним, а также через Панель переменных можно открыть свойства переменных. Данная панель продемонстрирована на рисунке 19.

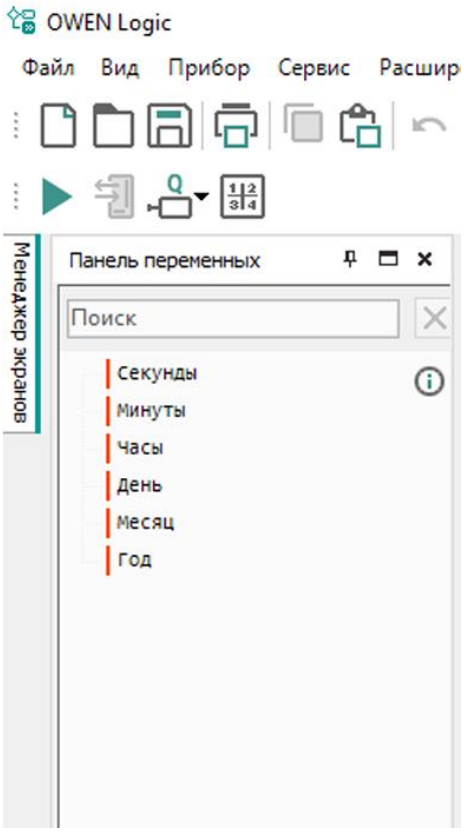


Рисунок 19 – Панель переменных

При подключении ПЛК к ПК через порт USB потребуется установить дополнительные драйвера и изменить настройки подключения прибора как на рисунке 20

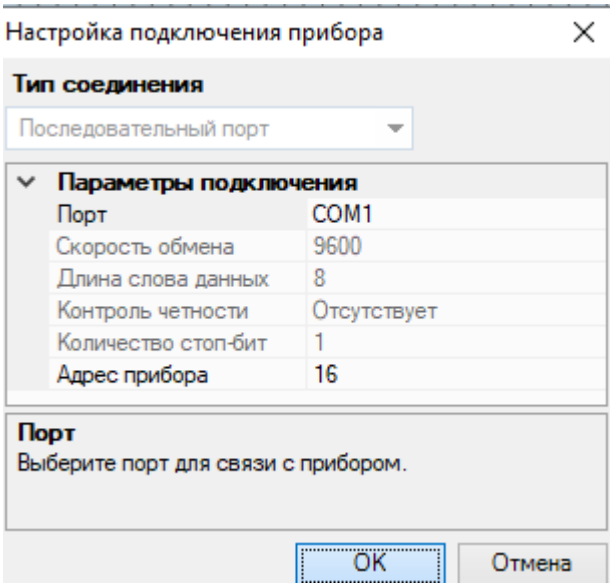


Рисунок 20 – Настройка подключения прибора

В среде программирования OWEN Logic имеется встроенный справочник, который рекомендуется использовать при разработке программ в данной среде разработки. Окно справочника продемонстрировано на рисунке 21.

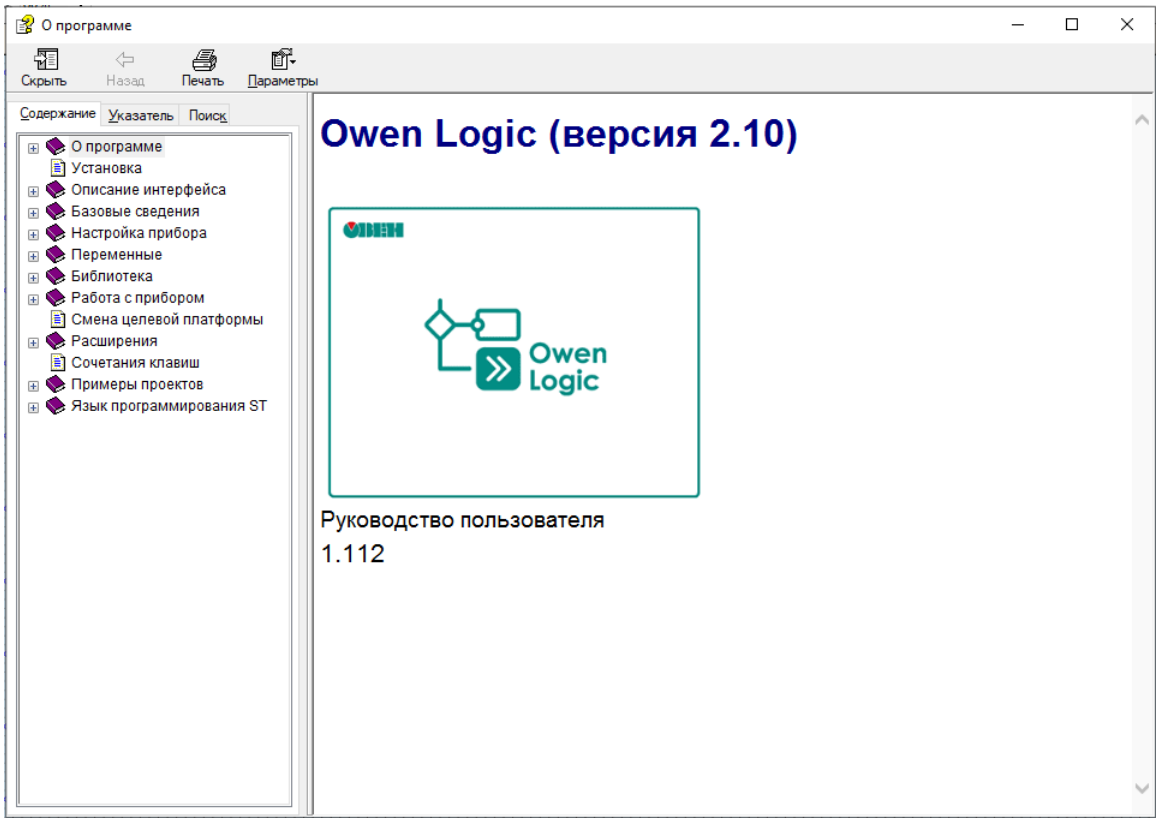


Рисунок 21 – Руководства пользователя

Помимо разработки логики программы, потребуется разработать графический интерфейс панели оператора. Для этого была установлена программа Конфигуратор СП200.

Программа «Конфигуратор» – это прикладное программное обеспечение, предназначенное для программирования (создания конфигурации) панели оператора [5].

Программа-конфигуратор позволяет сформировать конфигурацию панели оператора – «проект» – произвольной степени сложности, соответствующий конкретному комплексу процедур, управление которыми должна выполнять панель оператора [5]. При загрузке созданного проекта панель оператора самостоятельно определяет текущее значение её параметров.

Ниже расписан процесс установки программы Конфигуратор СП200. Мастер установки Конфигуратора СП200 продемонстрирован на рисунке 22.

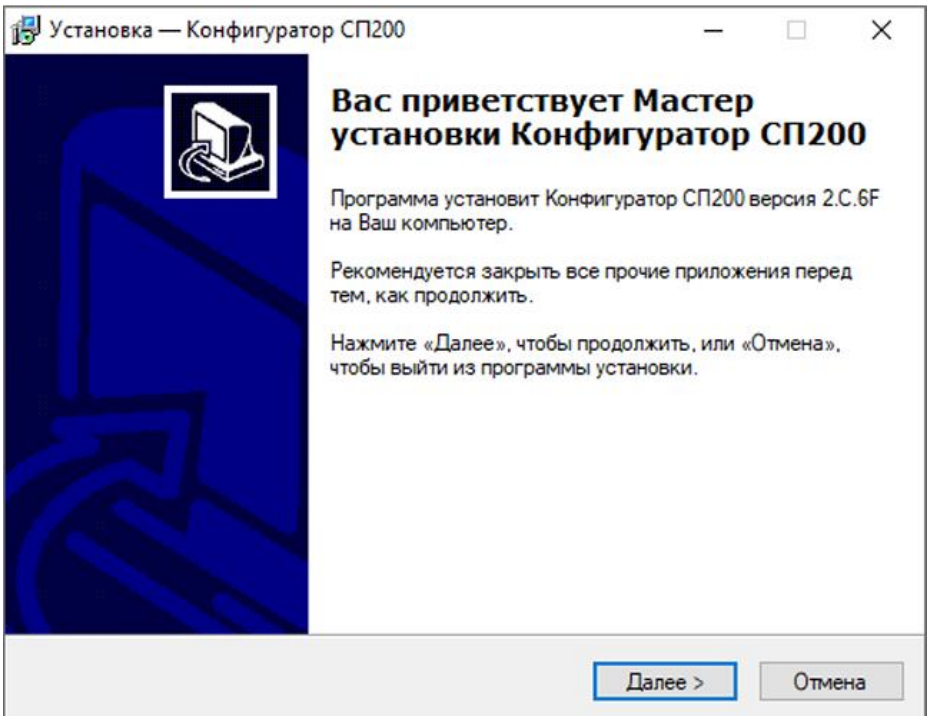


Рисунок 22 – Мастер установки Конфигуратора СП200

В процессе установки потребуется выбрать путь, по которому будет выполняться установка Конфигуратора СП200. При необходимости изменить путь установки потребуется нажать на кнопку «Обзор» и в окне указать новое расположение. Если указанный путь изменять не нужно, то нужно перейти к следующему этапу. Данный этап продемонстрирован на рисунке 23.

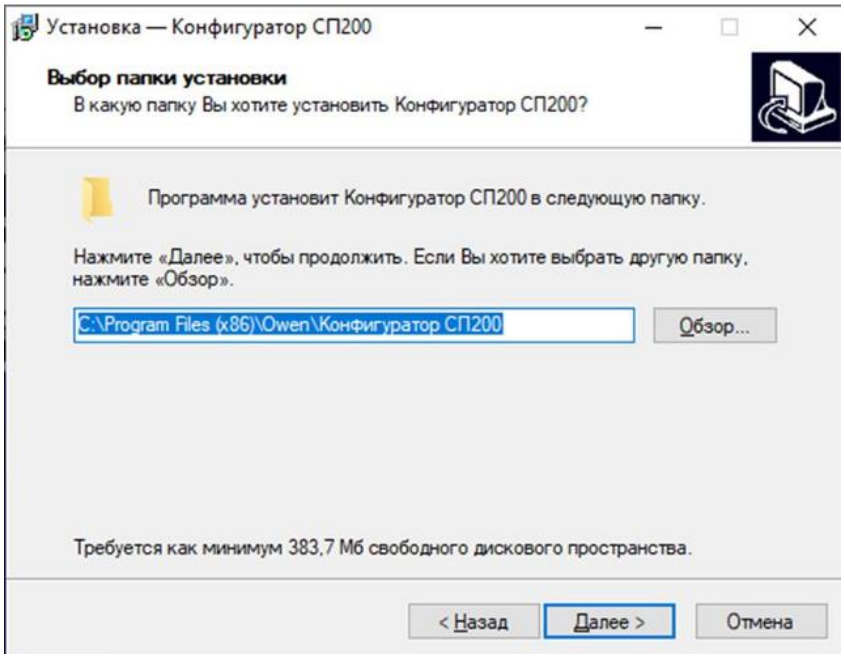


Рисунок 23 – Выбор директории для установки Конфигуратора СП200

На следующем этапе можно выбрать требуется ли создать ярлык на рабочем столе ПК, для этого нужно отметить соответствующий пункт, это продемонстрировано на рисунке 24.

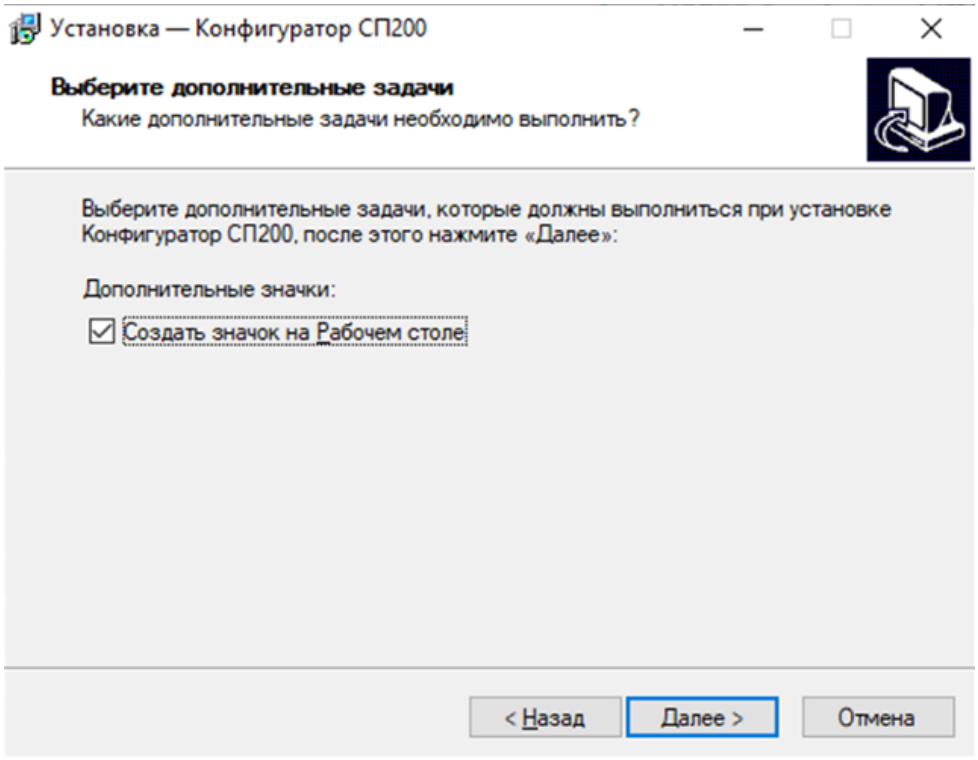


Рисунок 24 – Дополнительные настройки

На последнем этапе нужно проверить все ранее выбранные опции установки Конфигуратора СП200. Данное окно продемонстрировано на рисунке 25.

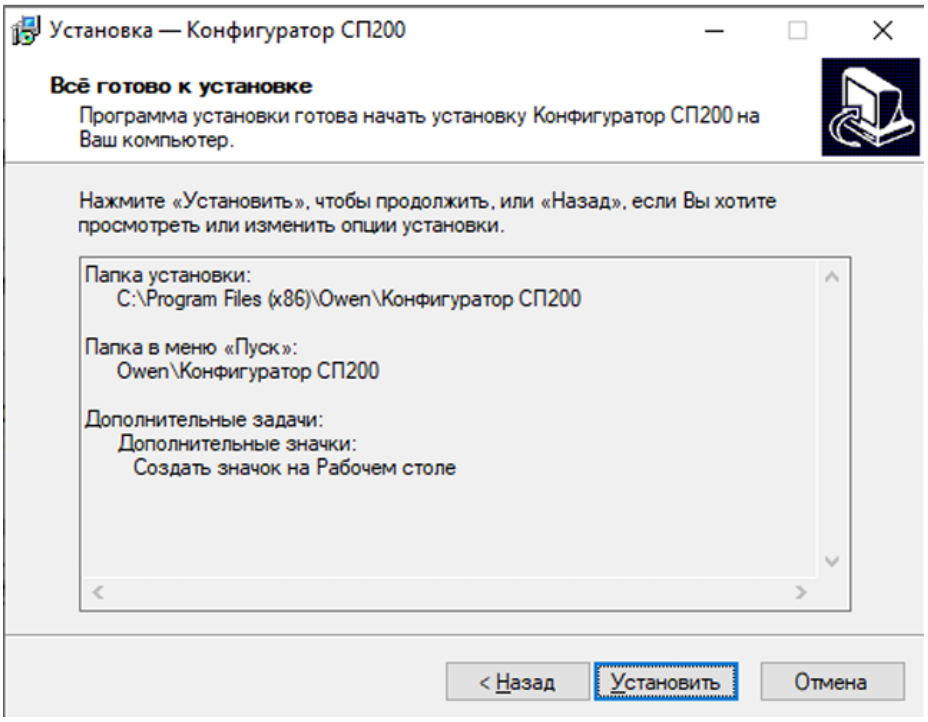


Рисунок 25 – Окно просмотра заданных опций Мастера установки

Далее появится окно завершения Мастера установки Конфигуратора СП200. При необходимости открыть Конфигуратор СП200 сразу после завершения установки нужно выбрать соответствующий пункт, как продемонстрировано на рисунке 26.

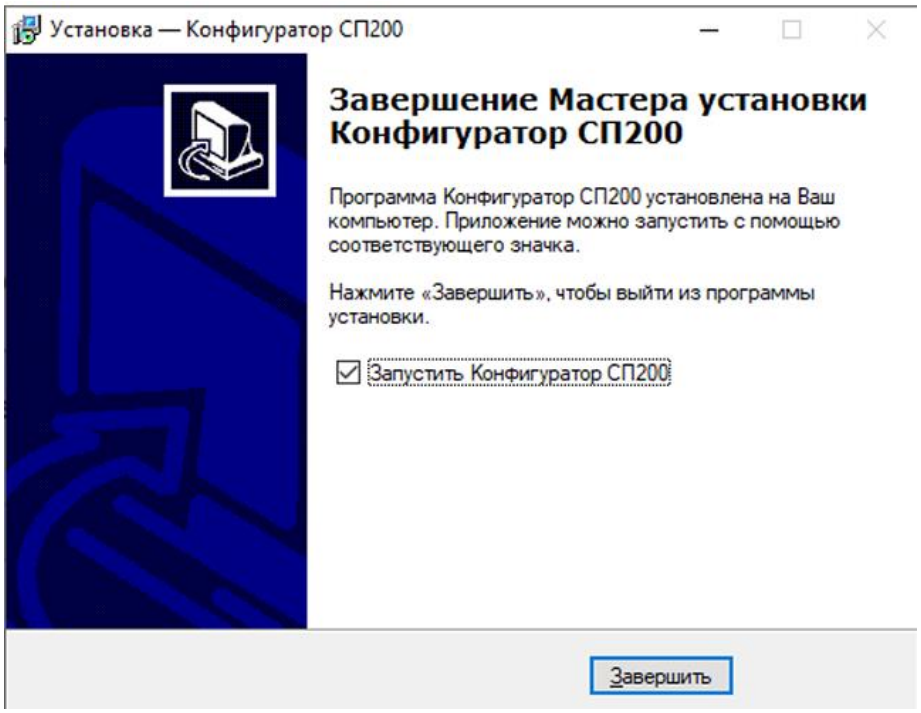


Рисунок 26 – Завершение Мастера установки Конфигуратора СП200

При запуске Конфигуратора СП200 отрывается главное окно, продемонстрированное на рисунке 27. Для возможности взаимодействовать с данной средой разработки необходимо также создать новый проект.

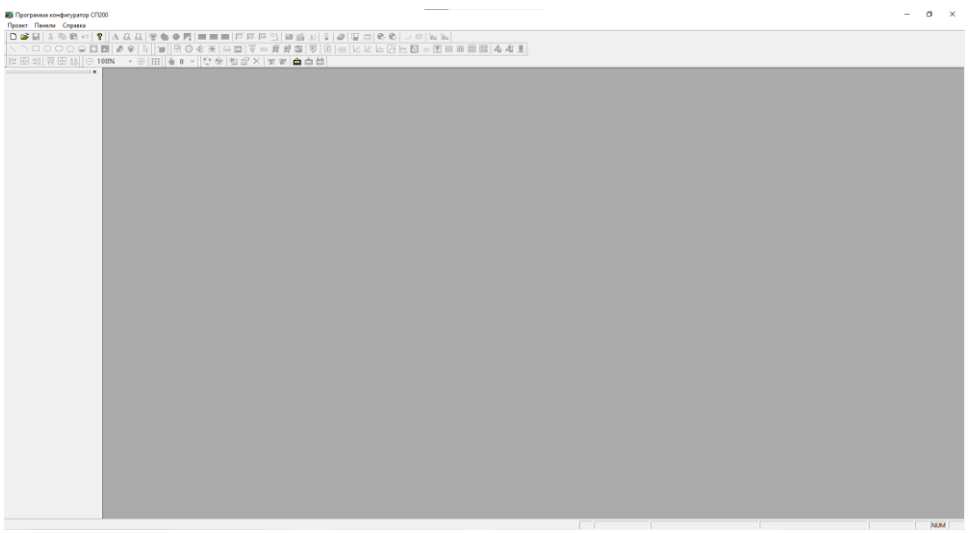


Рисунок 27 – Окно программы Конфигуратор СП200

В верхней части главного окна можно увидеть панель инструментов Конфигуратора СП200. Данную панель, как и панель инструментов в OWEN Logic, можно настроить для более удобного использования.

Рисунок 28 – Панель инструментов Конфигуратора СП200

Помимо панели инструментов на главном экране имеется перечень созданных элементов, с помощью которого можно удобно перемещаться между ними. Данный фрагмент главного экрана продемонстрирован на рисунке 29.

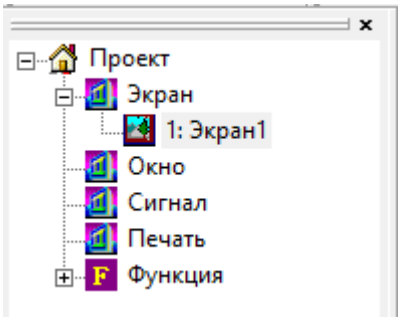


Рисунок 29 – Окно элементов проекта

1.2 Проектирование и разработка

Данный проект состоит из двух частей. Первая часть, управляющая программа предварительно загруженная на ПЛК. Вторая часть, панель оператора через которую будет совершаться взаимодействие с управляющей программой. ПЛК и панель оператора запускаются автоматически после подключения питания.

Пользователь может включить сирену вручную или выключить её в не зависимости от состояния датчиков. Так же на панели оператора можно посмотреть состояние вытяжек в обеих комнатах.

1.2.1 Конфигурирование ПЛК ОВЕН ПР200

ОВЕН ПР200 – программируемое реле с дисплеем. Данное устройство выпускается в корпусе размером 7 DIN и укомплектовано до 24 каналами ввода/вывода. Внешний вид прибора продемонстрирован на рисунке 30.

Для расширения собственных входов/выходов предусмотрено подключение по внутренней шине 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 [3].

Реализация алгоритма бала осуществлена с помощью языка FBD в бесплатной среде разработке OwenLogic. Для загрузки алгоритма в ПЛК потребуется кабель miniUSB.

Рисунок 30 – Прибор ОВЕН ПР200.

При создании нового проекта в редакторе OWENLogic в окне «Выбор модели» было выбрано устройство ПР200-24.2(4).X. Данное устройство соответствует целевой платформе проекта. Окно выбора устройств, продемонстрировано на рисунке 31.

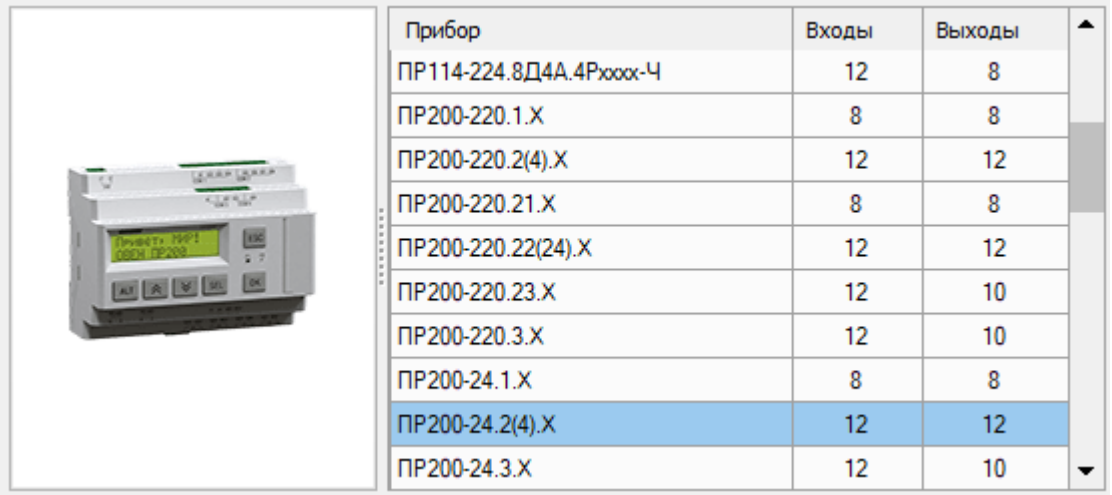


Рисунок 31 – Выбор модели устройства при создании нового проекта в среде программирования OWEN Logic

После выбора необходимого устройства и сохранения проекта потребуется перейти в «Настройки прибора» во вкладке «Прибор». В данных настройках изменён адрес на 1 и добавлены сетевые переменные необходимые для создания программы с указанием регистра, на который они ссылаются. Окно «Настройки прибора» с внесёнными изменениями продемонстрировано на рисунке 32.

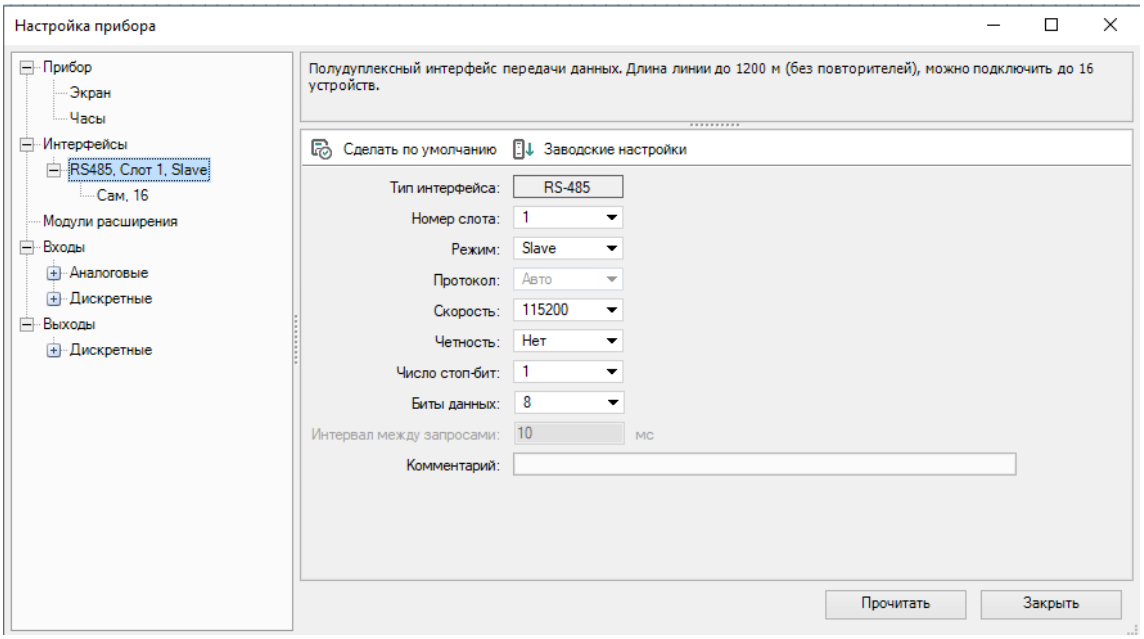


Рисунок 32 – Сетевые настройки прибора

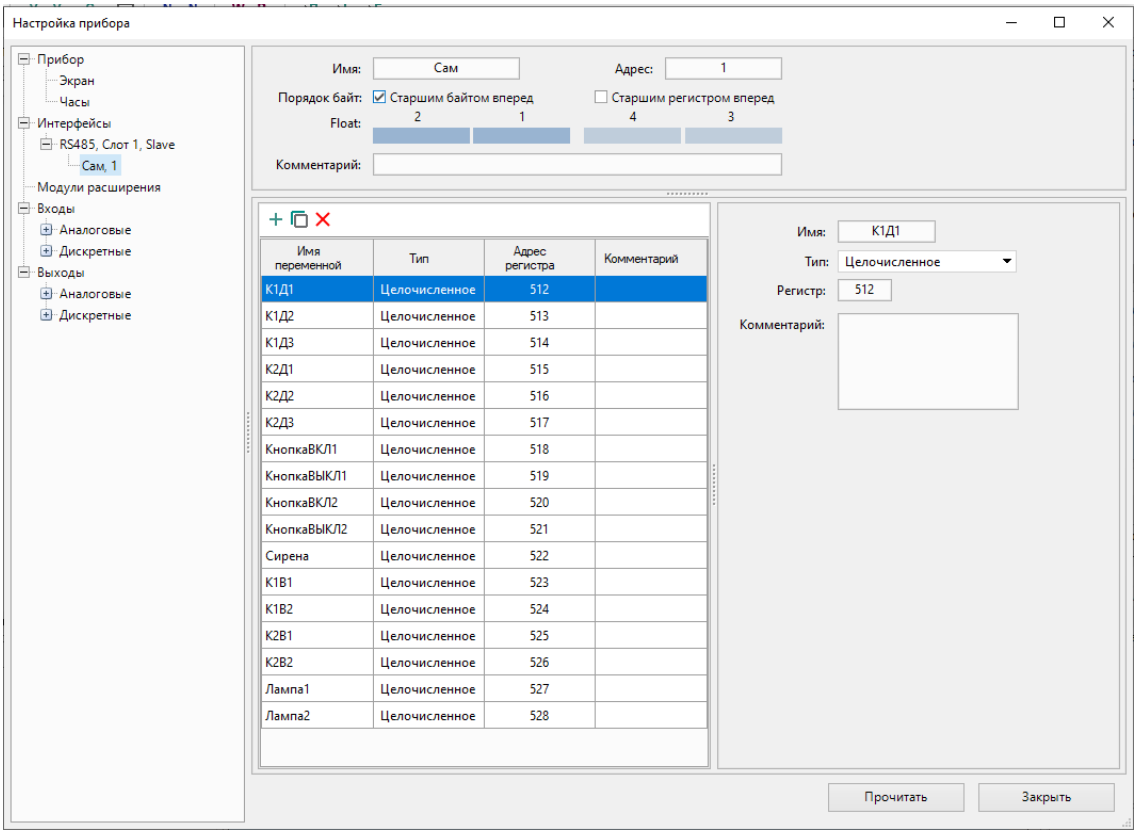


Рисунок 33 – Таблица сетевых переменных настроек прибора.

В таблице 2, которая представлена ниже указан список сетевых переменных использующихся в проекте, их тип и адреса регистров.

Таблица 2 – Таблица сетевых переменных проекта

Имя переменной	Тип переменной	Адрес регистра
К1Д1	Целочисленное	512
К1Д2	Целочисленное	513
К1Д3	Целочисленное	514
К2Д1	Целочисленное	515
К2Д2	Целочисленное	516
К2Д3	Целочисленное	517
КнопкаВКЛ1	Целочисленное	518
КнопкаВЫКЛ1	Целочисленное	519
КнопкаВКЛ2	Целочисленное	520
КнопкаВЫКЛ2	Целочисленное	521

Имя переменной	Тип переменной	Адрес регистра
Сирена	Целочисленное	522
К1В1	Целочисленное	523
К1В2	Целочисленное	524
К2В1	Целочисленное	525
К2В2	Целочисленное	526
Лампа 1	Целочисленное	527
Лампа 2	Целочисленное	528

Для взаимодействия панели оператора и ПЛК используется протокол Modbus RTU через интерфейс RS-485 в режиме slave. Для этого протокола были добавлены выше описанные сетевые переменные. Схема сетевого взаимодействия мастер-панели с ПЛК продемонстрирована на рисунке 34.

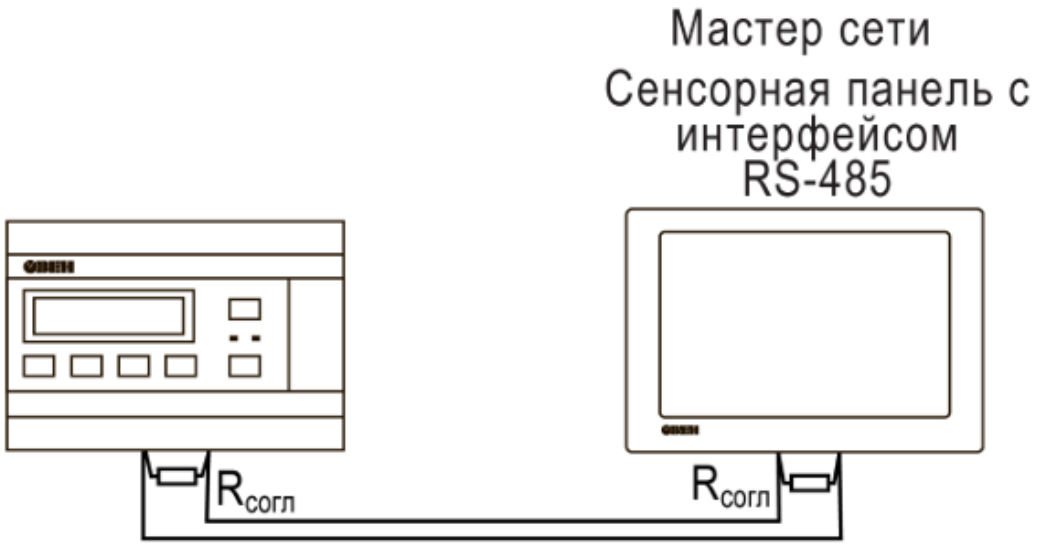


Рисунок 34 – Схема сетевого взаимодействия мастер-панели с ПЛК

1.2.2 Разработка управляющей программы

После того как этап конфигурирования ПЛК был закончен, был начат этап разработки управляющей программы. Основываясь на цель проекта, построена схема работы управляющей программы, представленная на рисунке 36.

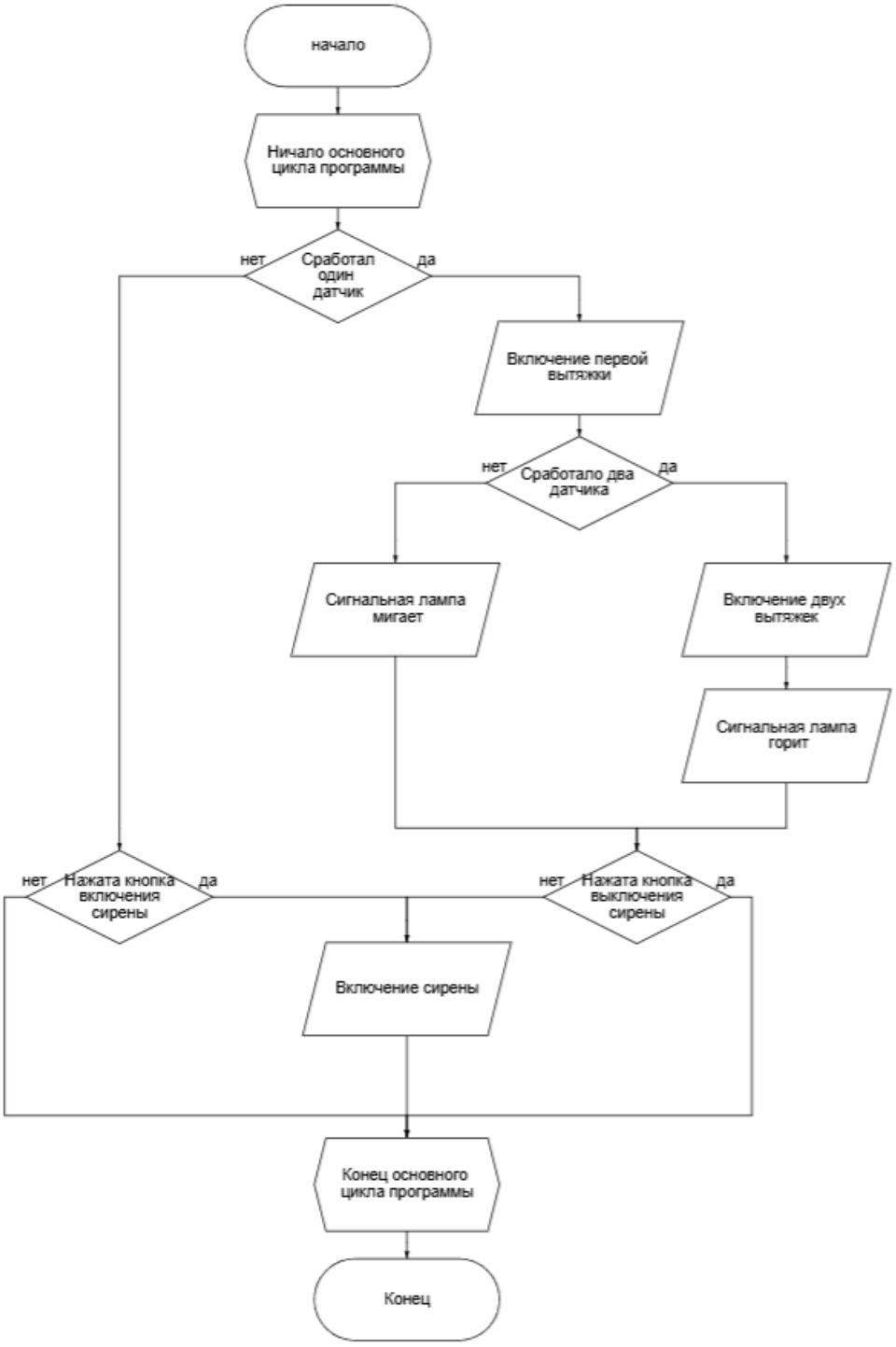


Рисунок 36 – Схема работы управляющей программы

Для реализации обработки поступающей информации с датчиков был использован следующий алгоритм. Датчик передаёт информацию, через сетевую переменную, закреплённую за ним, после чего с помощью функции OR, AND и NOT происходит определение количества сработавших датчиков. Далее был добавлен алгоритм, который в зависимости от количества датчиков, которые сработали, включает вытяжки сигнальные лампы и сирену. Если сработал один датчика, включается первая вытяжка, и сигнальная лампа начинает мигать с постоянной частотой, для этого был использован функциональный блок BLINK, после прекращения сигнала с датчика сигнальная лампа выключается, а первая вытяжка выключается через пять секунд, для этого был использован функциональный блок TOF. При срабатывании двух или более датчиков включается первая, и вторая вытяжка сигнальная лампа начинает гореть с постоянной яркостью и включается сирена. Фрагмент вышеописанной логики представлен на рисунке 37.

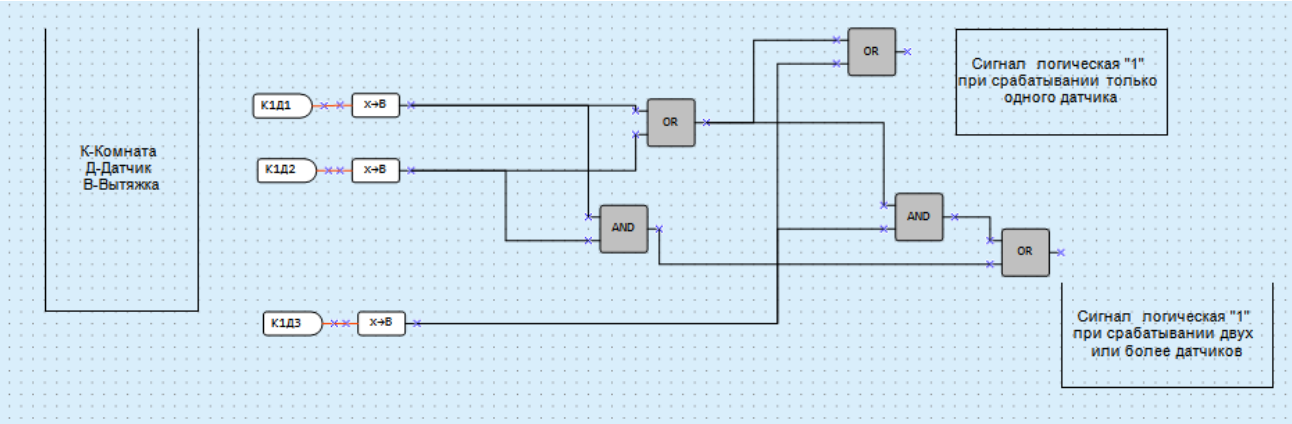


Рисунок 37 – Начало создания логики определения количества сработавших датчиков

На рисунке 38 представлен окончательный алгоритм описанный выше.

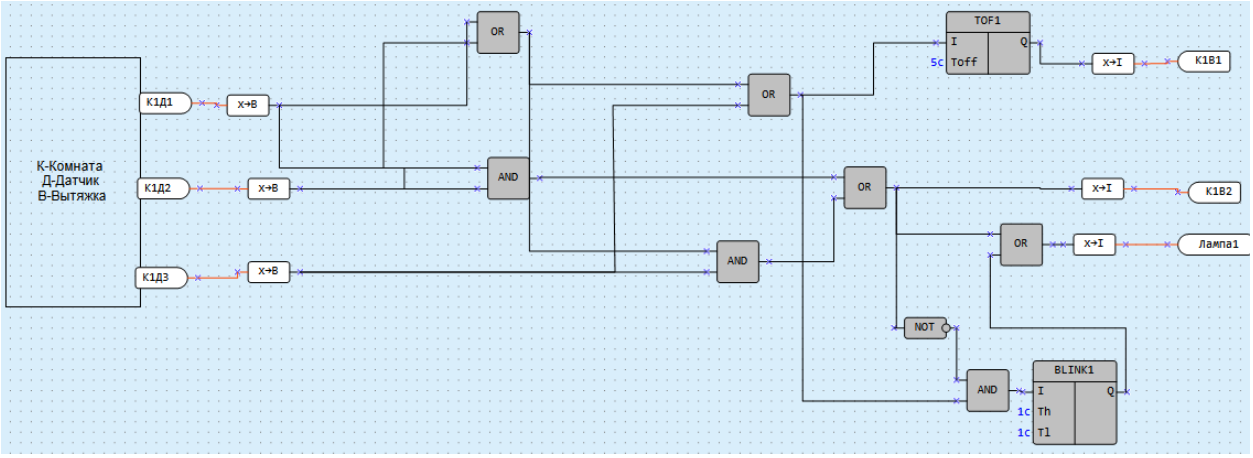


Рисунок 38 – Завершённый алгоритм обработки информации с датчиков

Принцип действия для блока функции «ИЛИ» («OR») продемонстрирован на рисунке 39 – если на один из входов блока функции поступает сигнал логической единицы (контакты замкнуты), то на выходе элемента появляется логическая единица (выход включен) [4].

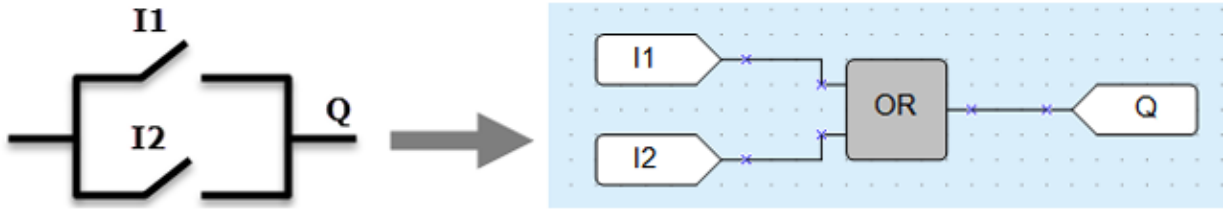


Рисунок 39 – Принцип работы блока «ИЛИ»

Для блока «И» («AND») принцип работы, представленный на рисунке 40, выглядит следующим образом – если на оба входа блока функции поступают сигналы логической единицы (все входы включены – контакты замкнуты), то на выходе появляется сигнал логической единицы (выход включен) [4].

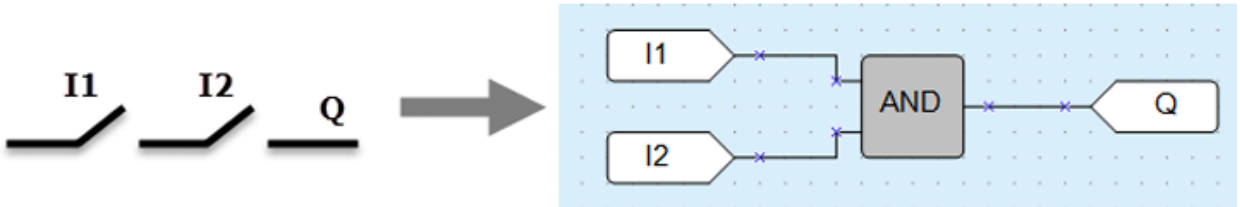


Рисунок 40 – Принцип работы блока функции «И»

Принцип действия блока функции «НЕ» («NOT») продемонстрирован на рисунке 41 – если на вход блока функции поступает сигнал логического нуля (контакты разомкнуты), то на выходе элемента появляется логическая единица (выход включен), и наоборот: сигнал инвертируется [4].

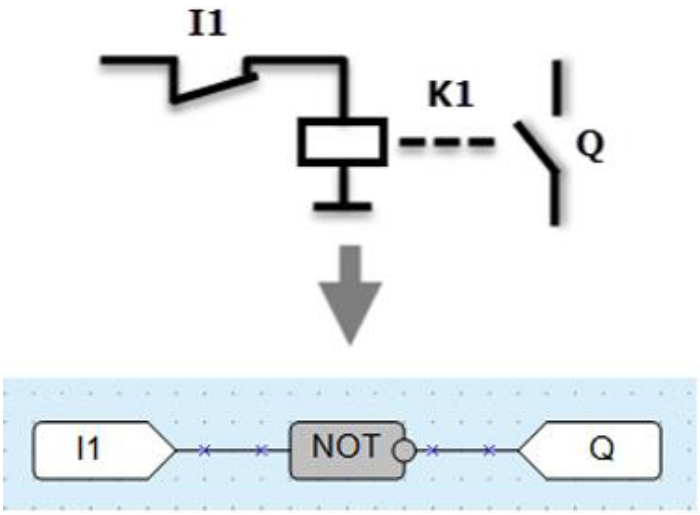


Рисунок 41 – Принцип работы блока «НЕ»

Для блока TOF принцип работы, представлен на рисунке 42, выглядит следующим образом – на выходе таймера (Q) появляется сигнал логической «1» по фронту сигнала на входе (I). После отключения входного сигнала на выходе появляется сигнал логического «0» с задержкой Toff [4].

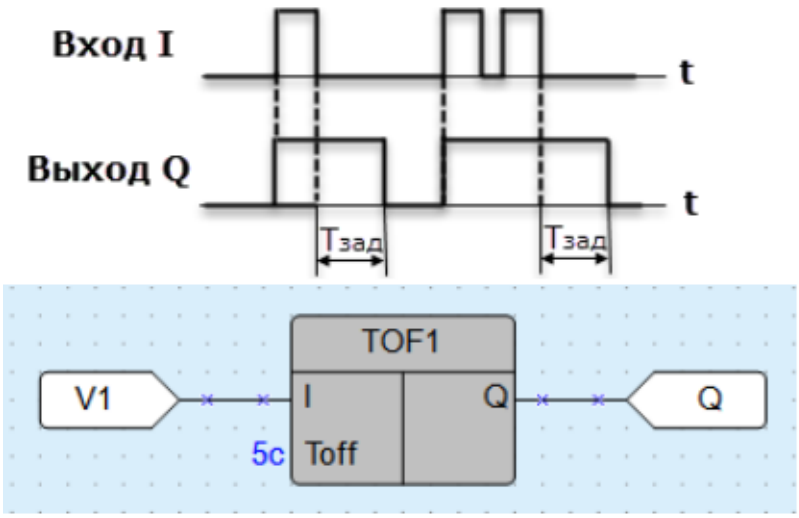


Рисунок 42 – Принцип работы блока «TOF»

Для блока BLINK принцип работы, представлен на рисунке 43, выглядит следующим образом – при поступлении на вход (I) сигнала логической«1», на выходе (Q), генератор формирует импульсы с заданной длительностью включения (Твкл – сигнал логической «1») и отключения (Твыкл – сигнал логической «0») [4].

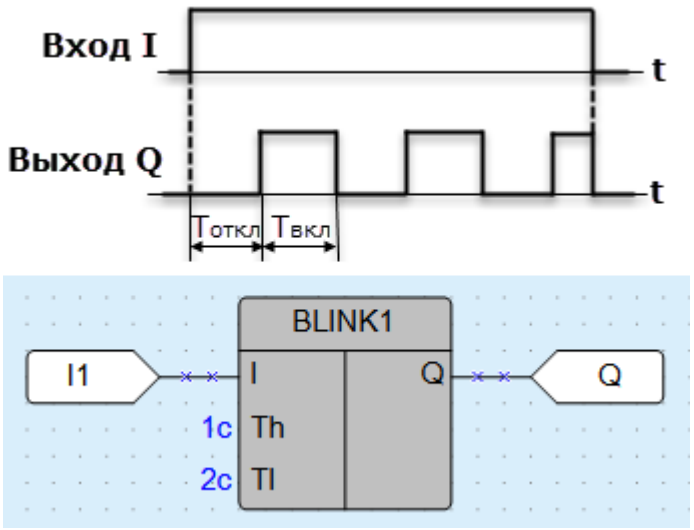


Рисунок 43 – Принцип работы блока «BLINK»

Для оптимизации пространства на рабочем холсте программы на основе данного фрагмента был создан макрос. Макрос – это пользовательский алгоритм для использования в проекте [1]. Создание макроса позволяет не только упорядочить вид программы, но и в дальнейшем использовать его в других проектах. Макрос «Обработка» продемонстрирован на рисунке 44.

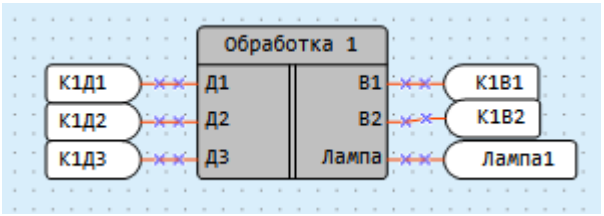


Рисунок 44 –Добавление макроса «Обработка» на рабочий холст проекта

Созданный макрос был продублирован и для второй комнаты, так как она идентичная первой. Рабочий холст после добавления второго макроса представлен на рисунке 45.

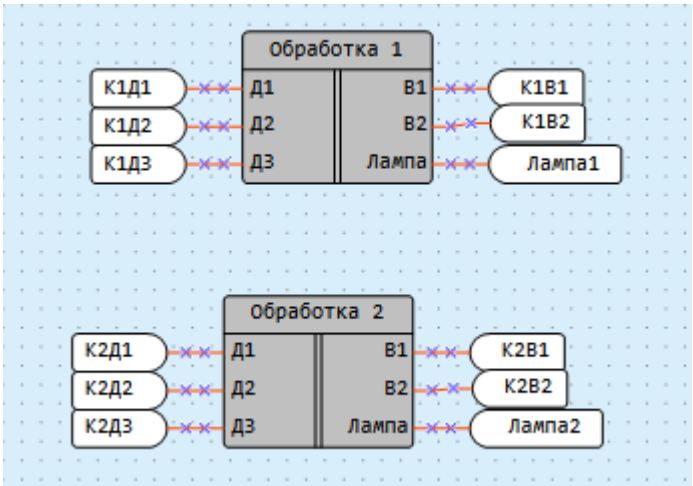


Рисунок 45 –Добавление второго макроса «Обработка» на рабочий холст проекта

После был создан макрос «Сирена», который отвечает за включения сирены. Сирена включается при условии, если в одной из комнат сработают два или более датчиков. Так же сирена может быть включена или отключена вручную в любой из комнат вне зависимости от состояния датчиков. Данный макрос представлен на рисунке 48.

Для разработки логики данного макроса кроме ранее описанных элементов был использован функциональный блок «RS». RS-триггер с приоритетом выключения используется для переключения с фиксацией состояния во время поступления коротких импульсов на соответствующий вход. На выходе Q появится логическая «1» по фронту сигнала на входе S [3]. Пример использования данного функционального блока продемонстрирован на рисунке 46 [4].

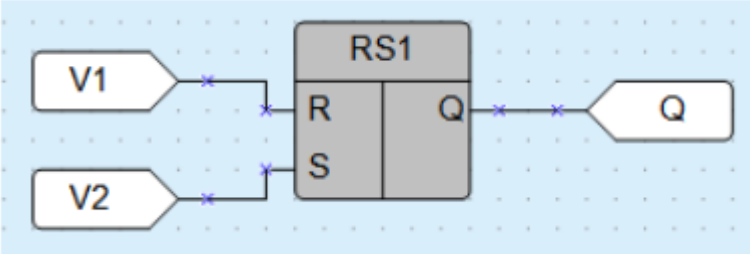


Рисунок 46 – Пример использования функционального блока RS-триггер

Работу триггера поясняет приведенная на рисунке 47 диаграмма. В случае одновременного поступления сигналов на оба входа приоритетным является сигнал входа R .

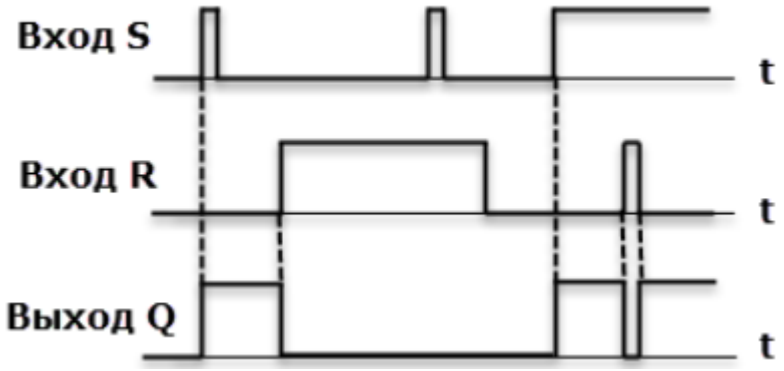


Рисунок 47 – Диаграмма работы RS-триггера

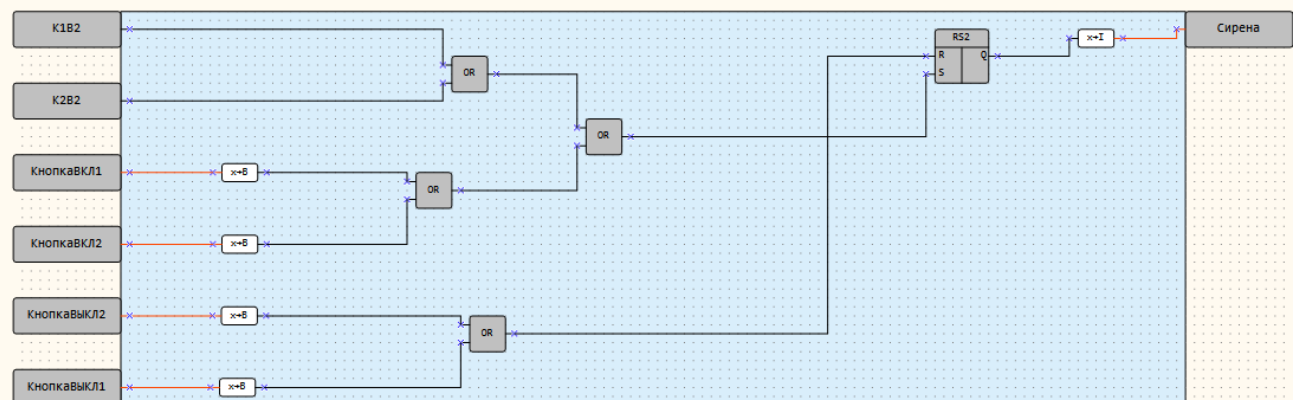


Рисунок 48 – Макрос «Сирена»

Итоговый вид управляющей программы представлен на рисунке 49.

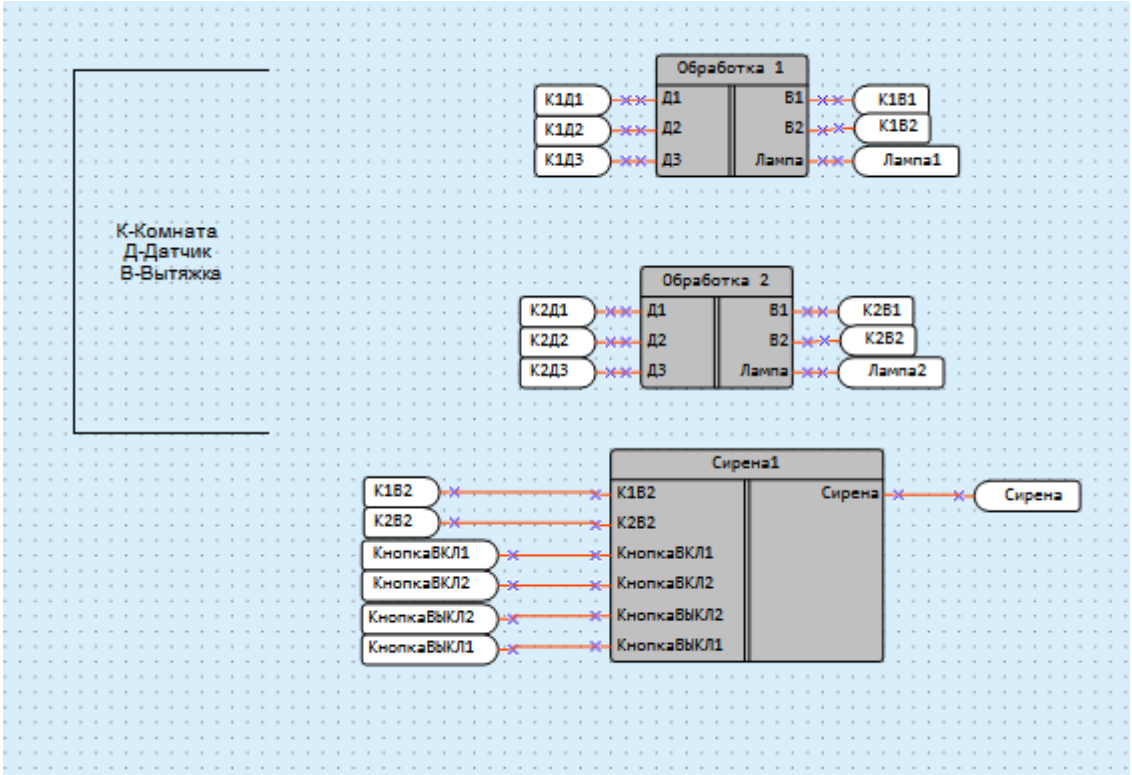


Рисунок 49 – Итоговый вид управляющей программы

После окончания разработки получившуюся управляющую программу нужно загрузить на контролер. Для подключения прибора к персональному компьютеру необходим кабель mini USB B – USB A. Данная схема продемонстрирована на рисунке 50.

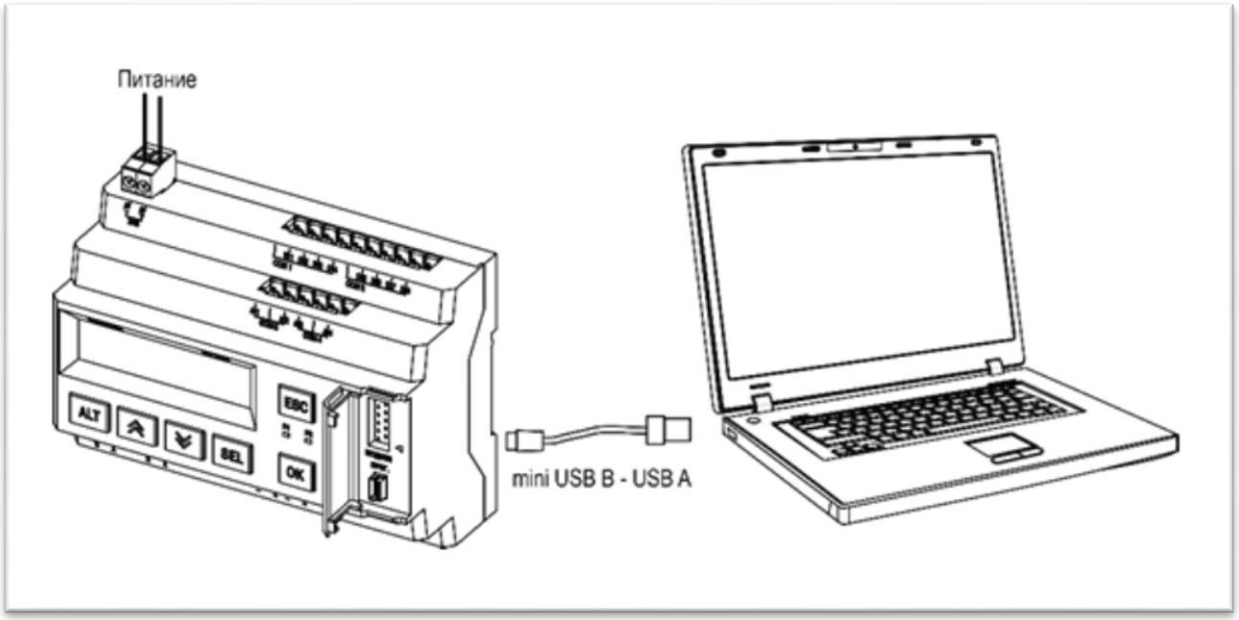


Рисунок 50 – Схема подключения ПЛК к ПК

1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270

Основываясь на реализованном функционале управляющей программы, была описана UML-диаграмма сценариев использования, в которой описаны возможные варианты использования панели оператора персоналом. Данная UML-диаграмма продемонстрирована на рисунке 51.

Изначально проект предполагает наличие двух панелей и шести датчиков контроля концентрации газа, но в рамках предоставленного лабораторного стенда в наличии имеется одна панель оператора. В связи с этим функционал второй панели перенесен на отдельный экран графического интерфейса, а функционал датчиков был заменён на кнопки, на соответствующей панели.

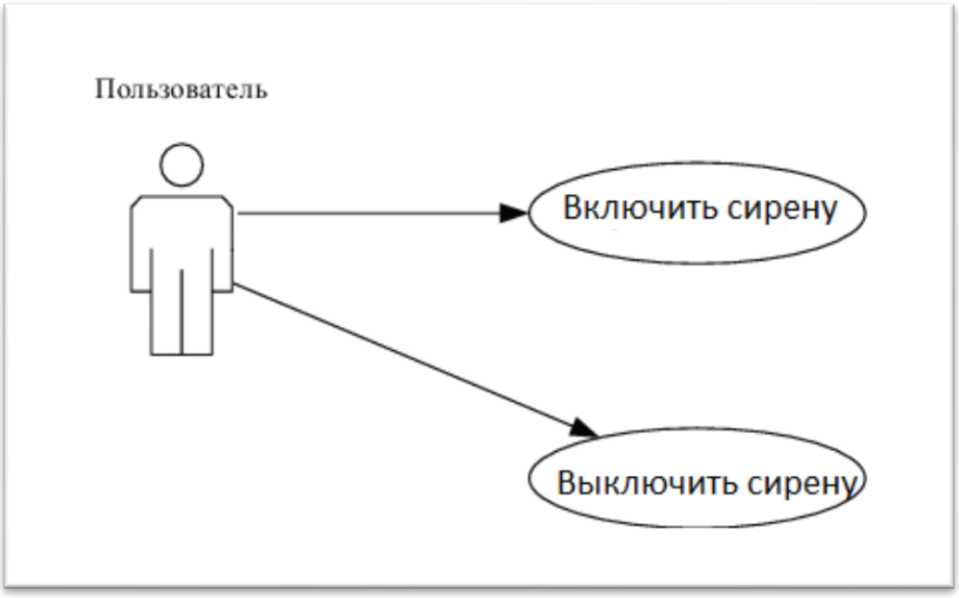


Рисунок 51 – UML-диаграмма сценария использования

При рассмотрении сценария взаимодействия алгоритма и панели было произведено конфигурирования интерфейса панели оператора.

Для этого был создан новый проект в «Конфигураторе СП200», в процессе создания был выбран протокол Modbus RTU (Панель мастер) для порта PLC. Выбор данного протокола продемонстрировано на рисунке 52.

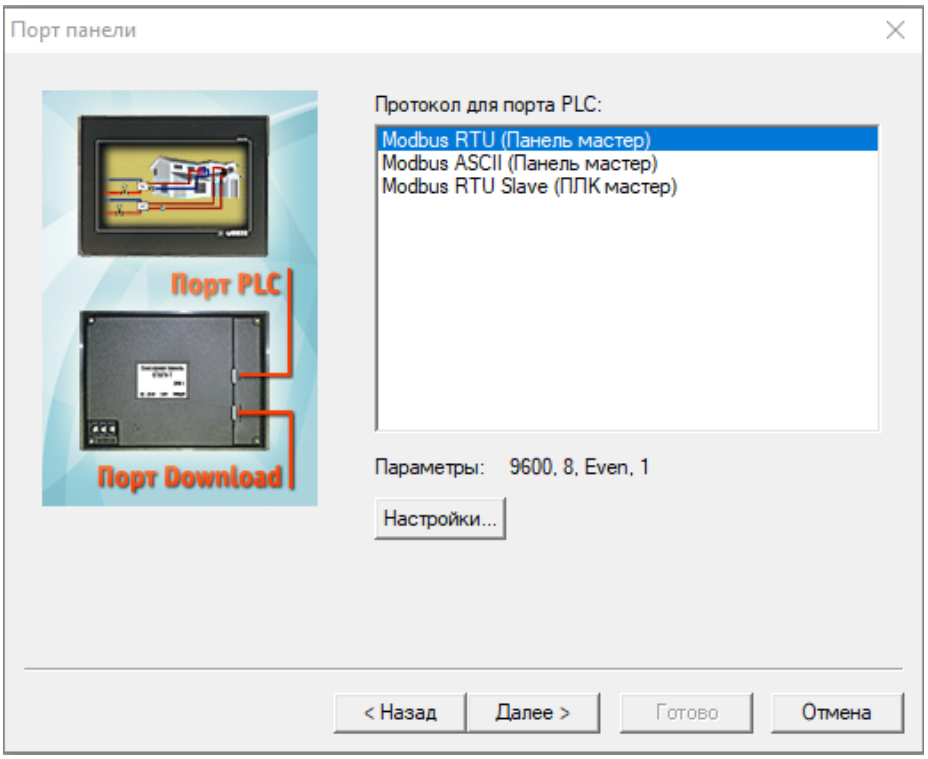


Рисунок 52 – Выбор протокола связи с ПЛК

Далее были изменены сетевые параметры в окне «Настройки параметров соединения». Сетевые параметры должны совпадать с настройками подключения ПЛК. Нужные настройки продемонстрированы на рисунке 78.

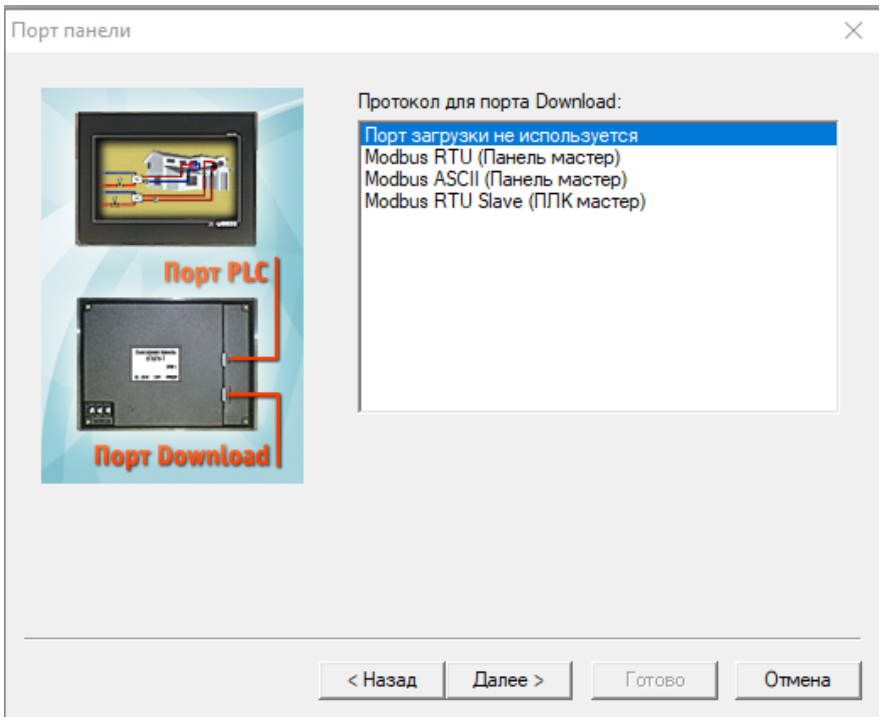


Рисунок 54 – Выбор протокола для порта загрузки

После создания нового проекта открывается главное окно, данное окно продемонстрировано на рисунке 55.

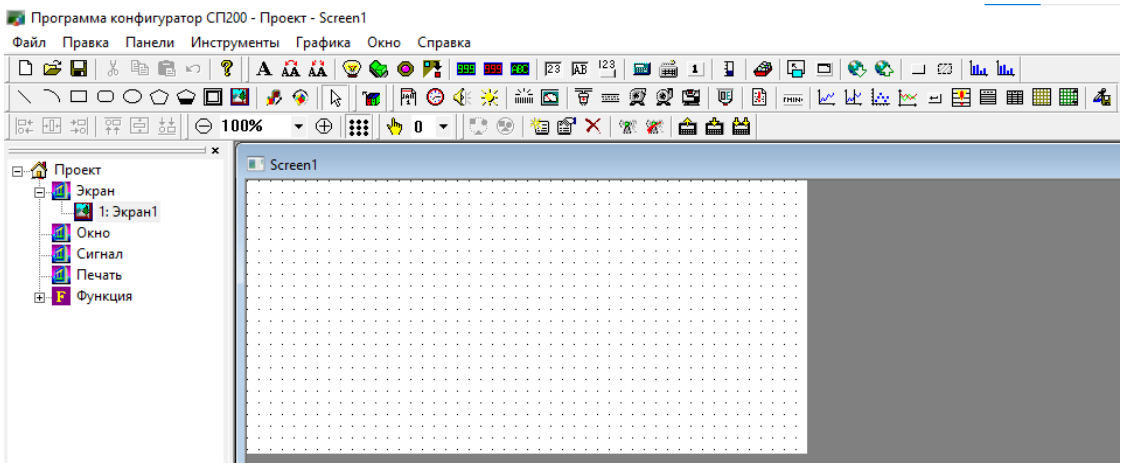


Рисунок 55 – Окно нового проекта Конфигуратора СП200

Для соотношения сетевых переменных использованных в ПЛК с типами элементов интерфейса панели оператора была создана таблица 3.

Таблица 3 – соотношение сетевых переменных и элементов интерфейса

Имя переменной	Адрес регистра	Тип элемента интерфейса
К1Д1	512	Переключатель
К1Д2	513	Переключатель
К1Д3	514	Переключатель
К2Д1	515	Переключатель
К2Д2	516	Переключатель
К2Д3	517	Переключатель
КнопкаВКЛ1	518	Переключатель
КнопкаВЫКЛ1	519	Переключатель
КнопкаВКЛ2	520	Переключатель
КнопкаВЫКЛ2	521	Переключатель
Сирена	522	Зуммер
К1В1	523	Двигатель и вентилятор
К1В2	524	Двигатель и вентилятор

Имя переменной	Адрес регистра	Тип элемента интерфейса
K2B1	525	Двигатель и вентилятор
K2B2	526	Двигатель и вентилятор
Лампа 1	527	Лампа
Лампа 2	528	Лампа

Для визуализации работы датчиков были использованы элементы «Переключатели», что продемонстрировано на рисунке 56 и 57.

Рисунок 56 – Элемент «Переключатель»

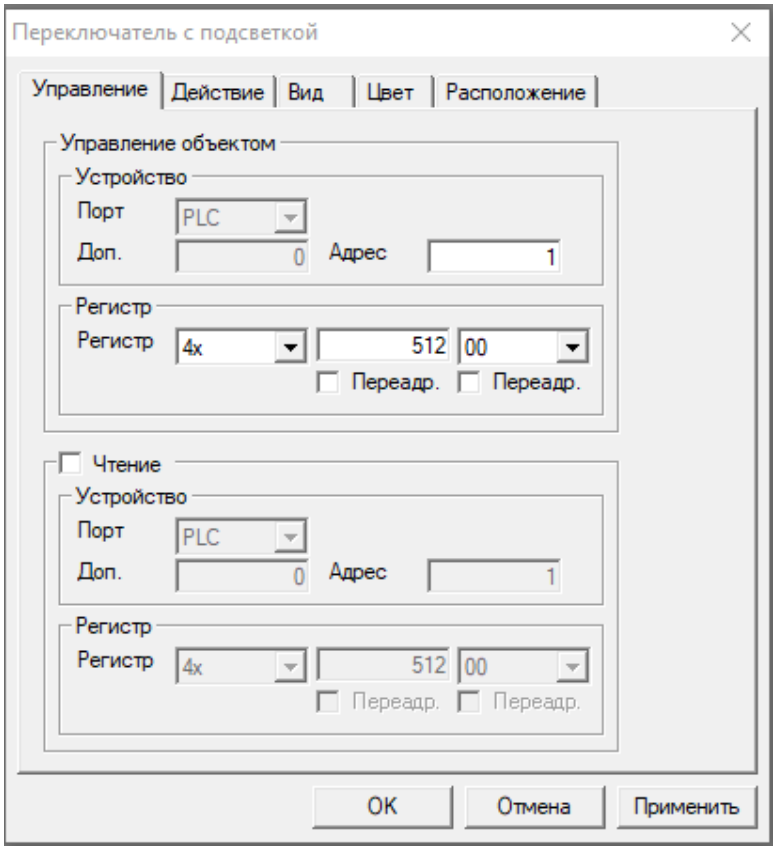


Рисунок 57 – Свойства управления элемента «Переключатель»

В свойствах элемента «Переключатель» был изменён внешний вид и расположение на экране. Внешний вид и свойства после изменения продемонстрированы на рисунках 58 и 59.

Выше описанный алгоритм был проведён для всех остальных датчиках. Фрагмент панели оператора после добавления всех датчиков продемонстрирован на рисунке 60.

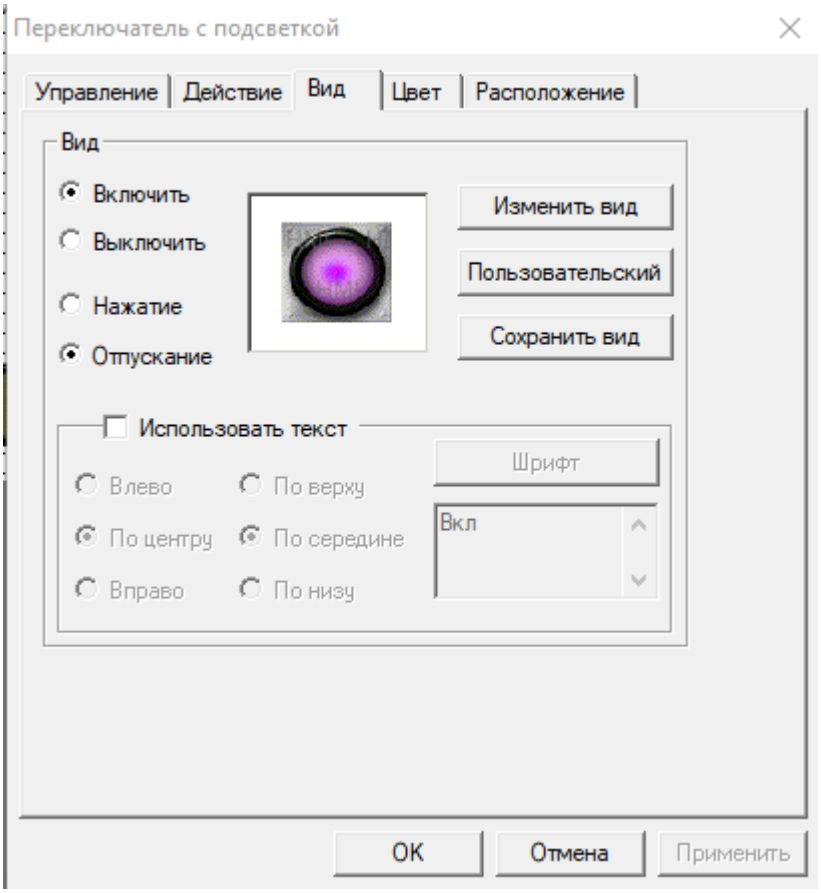


Рисунок 58 – Свойства внешнего вида элемента «Переключатель»

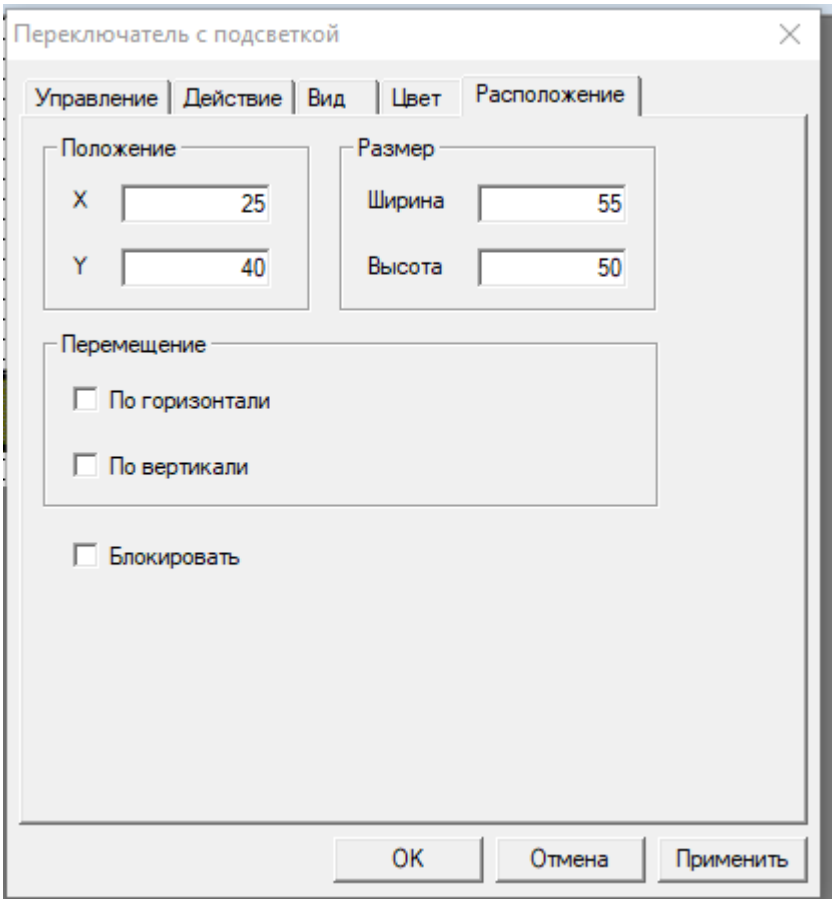


Рисунок 59 – Настройка расположения элемента «Переключатель»

Рисунок 60 – Результат добавления всех датчиков

Для индикации на панель оператора был добавлен элемент «Лампа», продемонстрированный на рисунке 61.

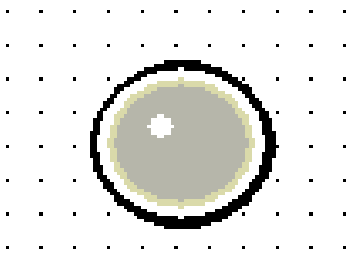


Рисунок 61- Элемент «Лампа»

Так же для данного элемента были изменены свойства, отвечающие за расположение на панели оператора. Свойства и внешний вид панели после добавления элемента «Лампа» продемонстрированы на рисунках 62 и 63.

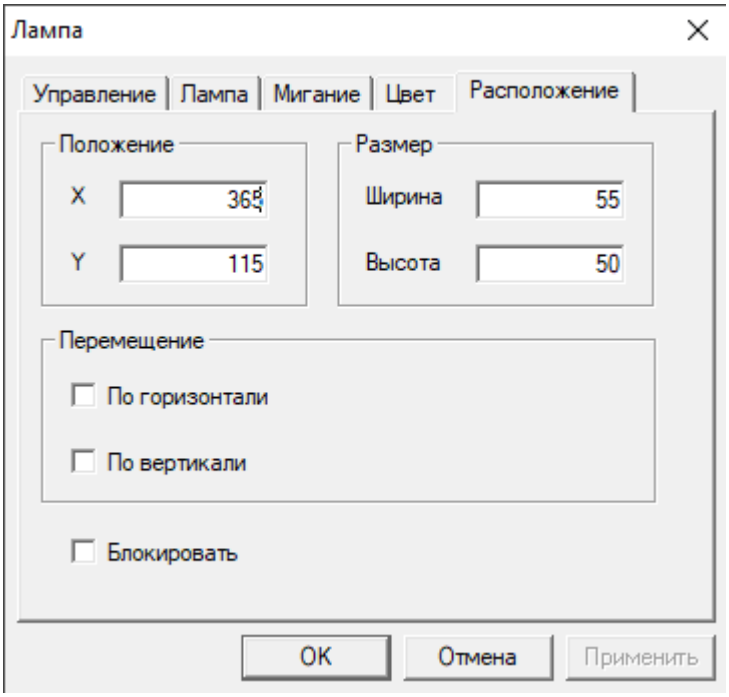


Рисунок 62- Свойства элемента «Лампа»

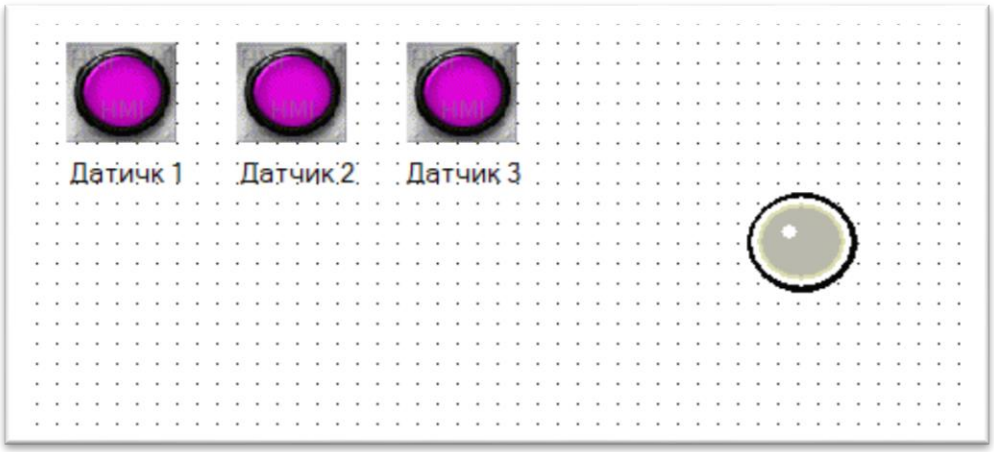


Рисунок 63- Панель оператора с элементом «Лампа»

Далее были добавлены два элемента «Переключатель» отвечающие за включение и отключения сирены персоналом. Для каждого элемента был изменён внешний вид и расположение. Свойства элементов «Переключатель» были продемонстрированы на рисунках 64-67, а на рисунке 68 продемонстрирована панель оператора после изменения.

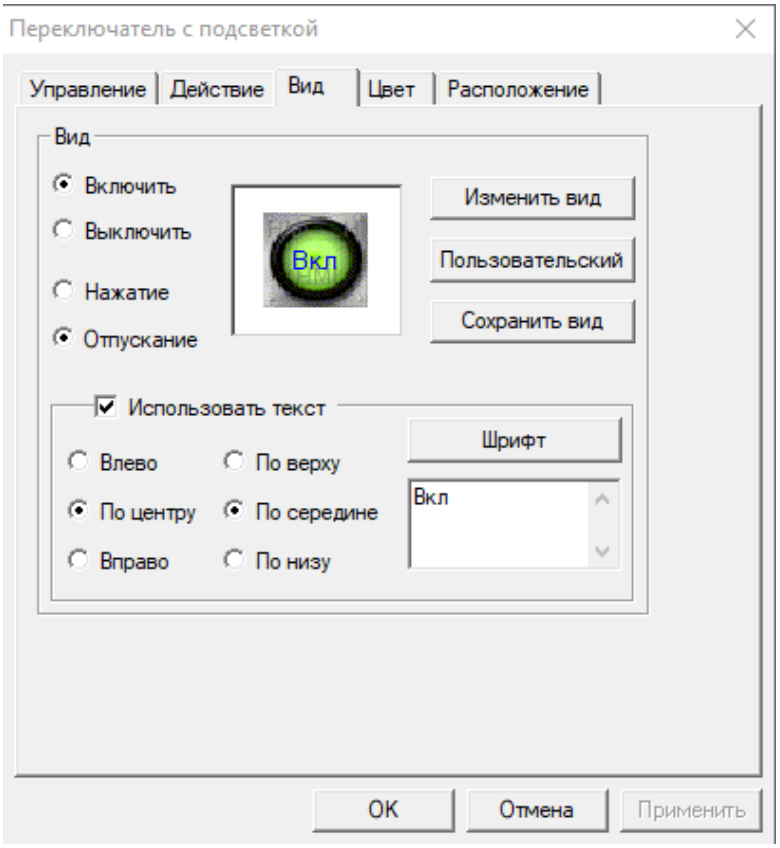


Рисунок 64 – Свойства внешнего вида элемента «Переключатель»

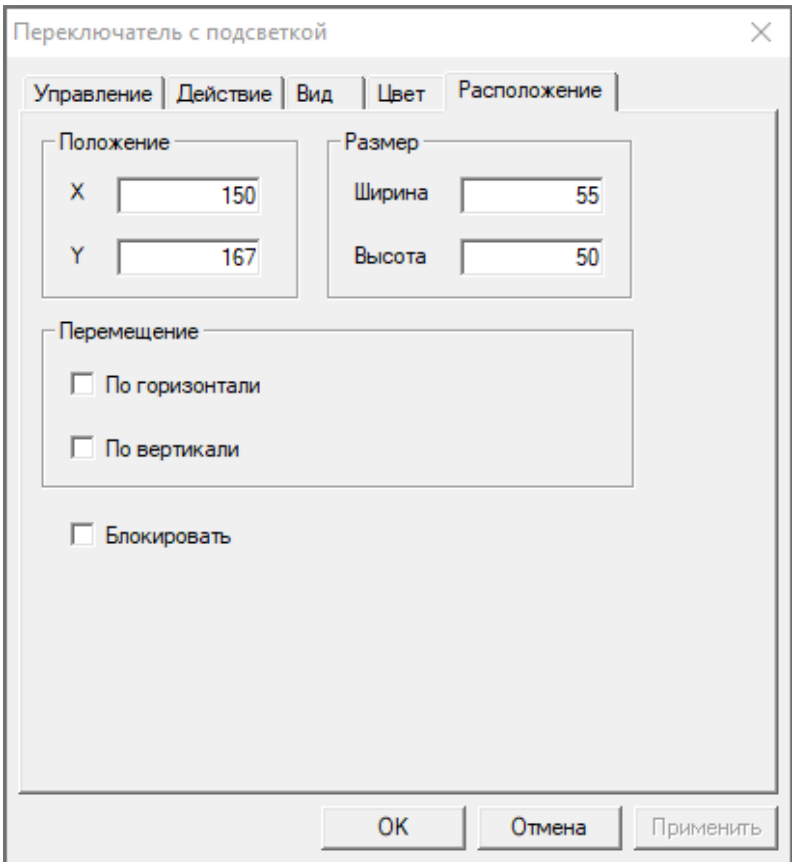


Рисунок 65 – Настройка расположения элемента «Переключатель»

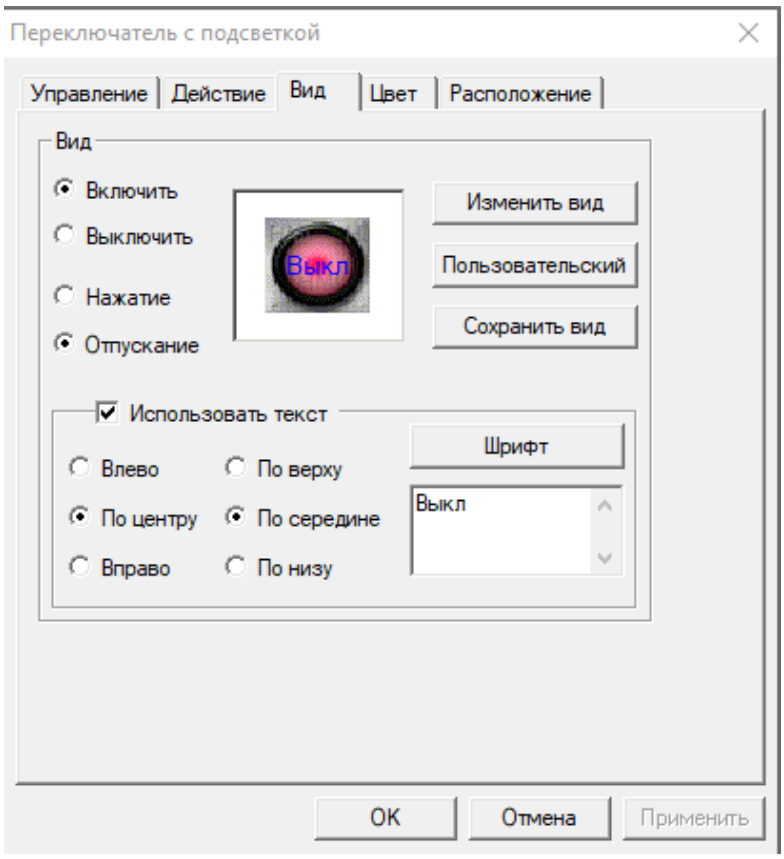


Рисунок 66 – Свойства внешнего вида элемента «Переключатель»

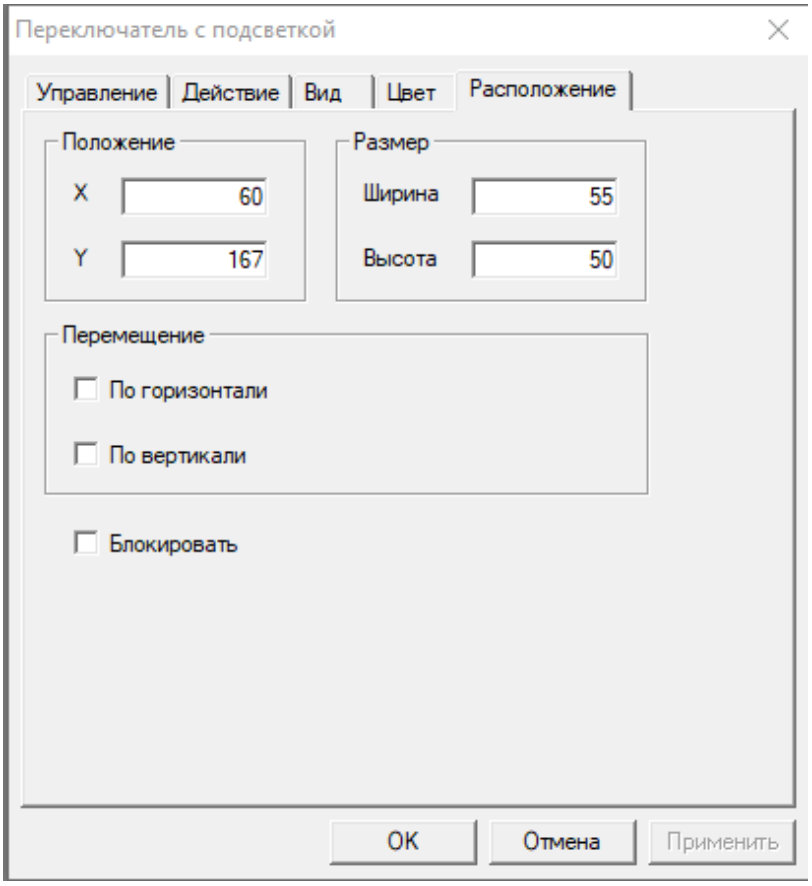


Рисунок 67 – Настройка расположения элемента «Переключатель»

Рисунок 68 – Панель оператора после изменения

На следующем этапе разработки был добавлен элемент «Зуммер», для реализации работы сирены. Были изменены свойства и расположение элемента, что продемонстрировано на рисунке 69.

Рисунок 69 – Панель оператора с элементом «Зуммер»

Далее на панель оператора был добавлен комментарий с надписью «Комната 1». После чего данное окно было продублировано. В свойствах элементов расположенных на новом окне были изменены привязки к регистрам и добавлен комментарий с надписью «Комната 2». После чего на обе панели были добавлены элементы «Переход на экран» для перемещения между панелями. На рисунках 70 и 71 продемонстрированы панели оператора после изменений

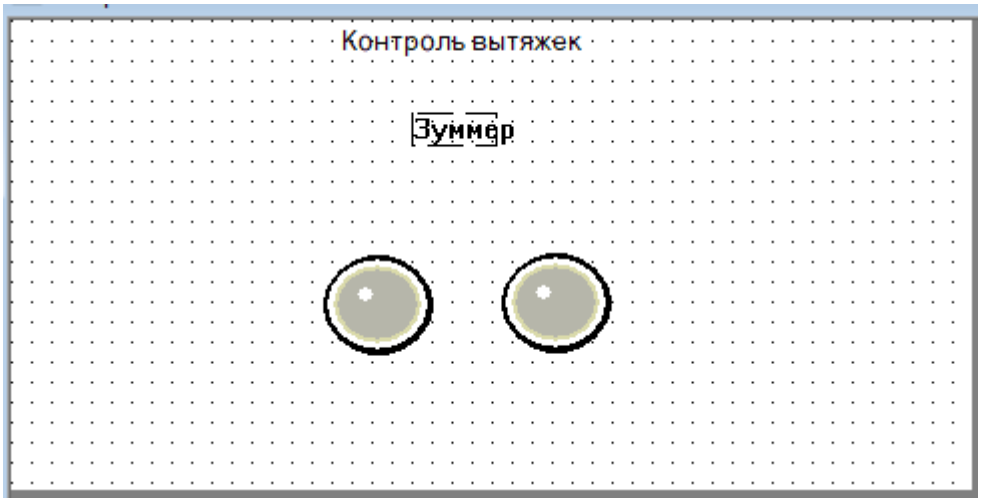


Рисунок 72 – Панель оператора для контроля состояния вытяжек.

После чего на панель были добавлены элементы «Двигатель» и «Вентилятор». Свойства и расположение элементов были изменены. Внешний вид панели оператора после добавления элементов продемонстрирован на рисунке 73.

Рисунок 73 – Панель оператора поле добавления элементов

Далее добавленные элементы были продублированы для каждой из комнат, также были добавлены комментарии показывающие, каике из элементов относят к той или иной комнате. После чего были добавлены два элемента «Переход на экран» для перехода между панелями. На рисунке 74 продемонстрирован окончательный внешний вид панели контроля состояния вытяжек. После чего процесс создания интерфейса для панели операторы был закончен.

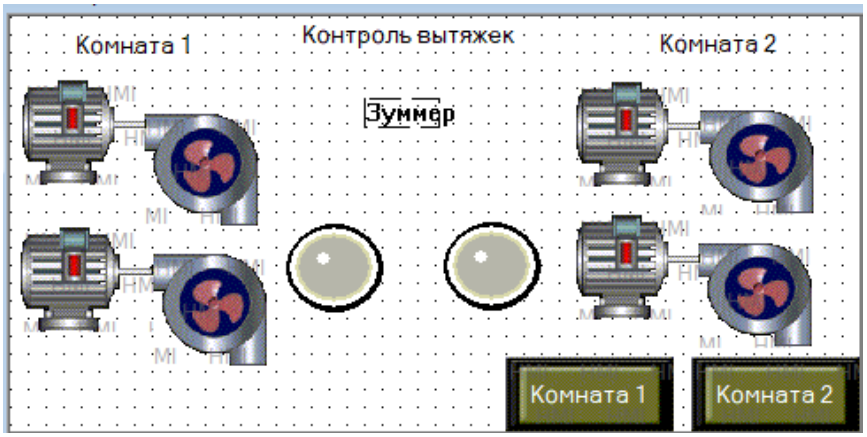


Рисунок 74 – Панель оператора контроль вытяжек

На рисунке 75 продемонстрированы все панели создание в данном проекте.

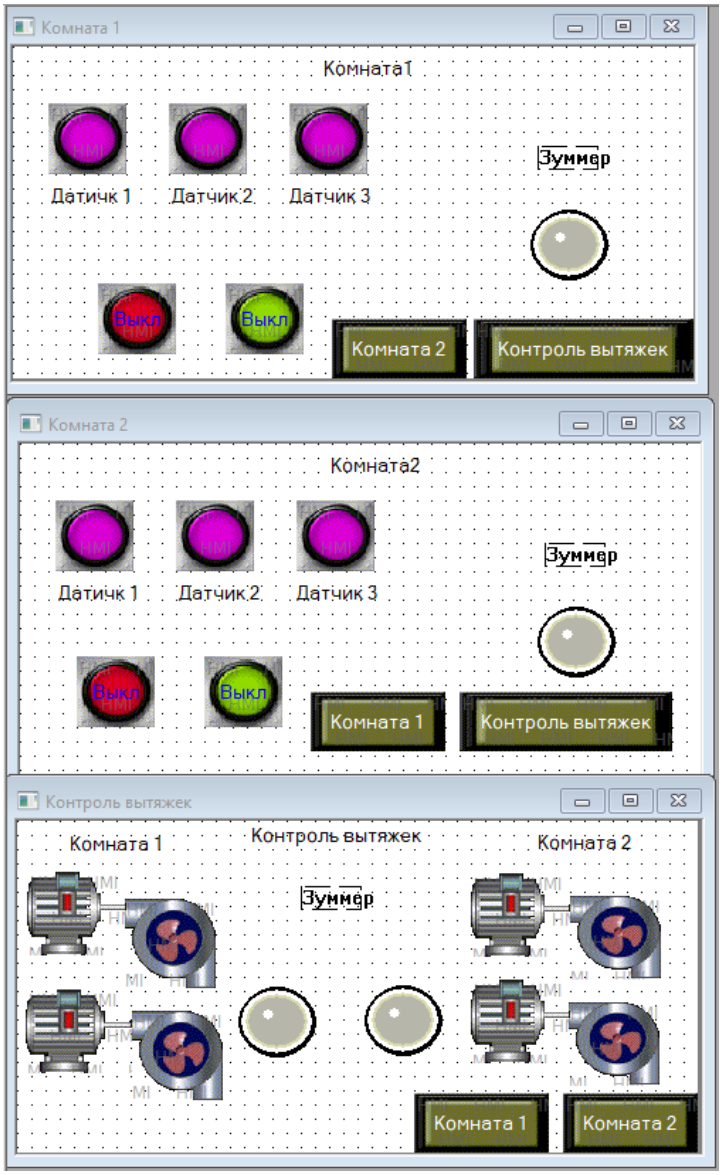


Рисунок 75 – Окончательный интерфейс для панели оператора

1.3 Анализ результатов

1.3.1 Тестирование и отладка программы в редакторе OWEN Logic

Для проведения тестирования и отладки созданной управляющей программы на корректность и соответствие с поставленной задачей был использован режим симуляции в среде программирования OWENLogic. Результаты данного тестирования продемонстрированы на рисунках 76-81

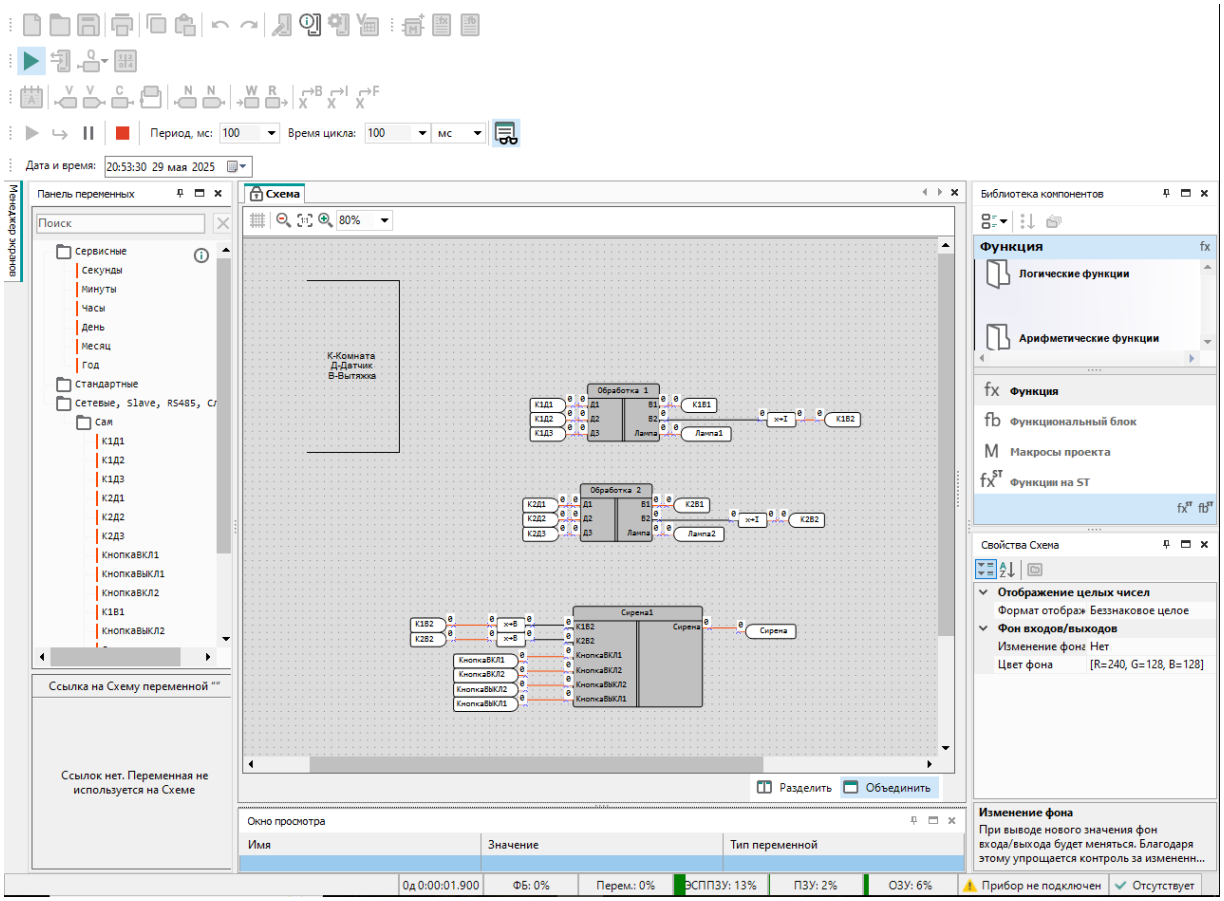


Рисунок 76 – Проект в режиме симуляции

Далее на рисунке 77 продемонстрировано как на переменную К1Д1, которая отвечает за состояние первого датчика в комнате, был подан сигнал логической единицы. При подаче сигнала на эту переменную должна включаться одна вытяжка в первой комнате и сигнальная лампа для этой комнаты должна мигать с постоянной частотой. За вытяжку отвечает переменная К1В1, а за сигнальную лампу переменная Лампа1.

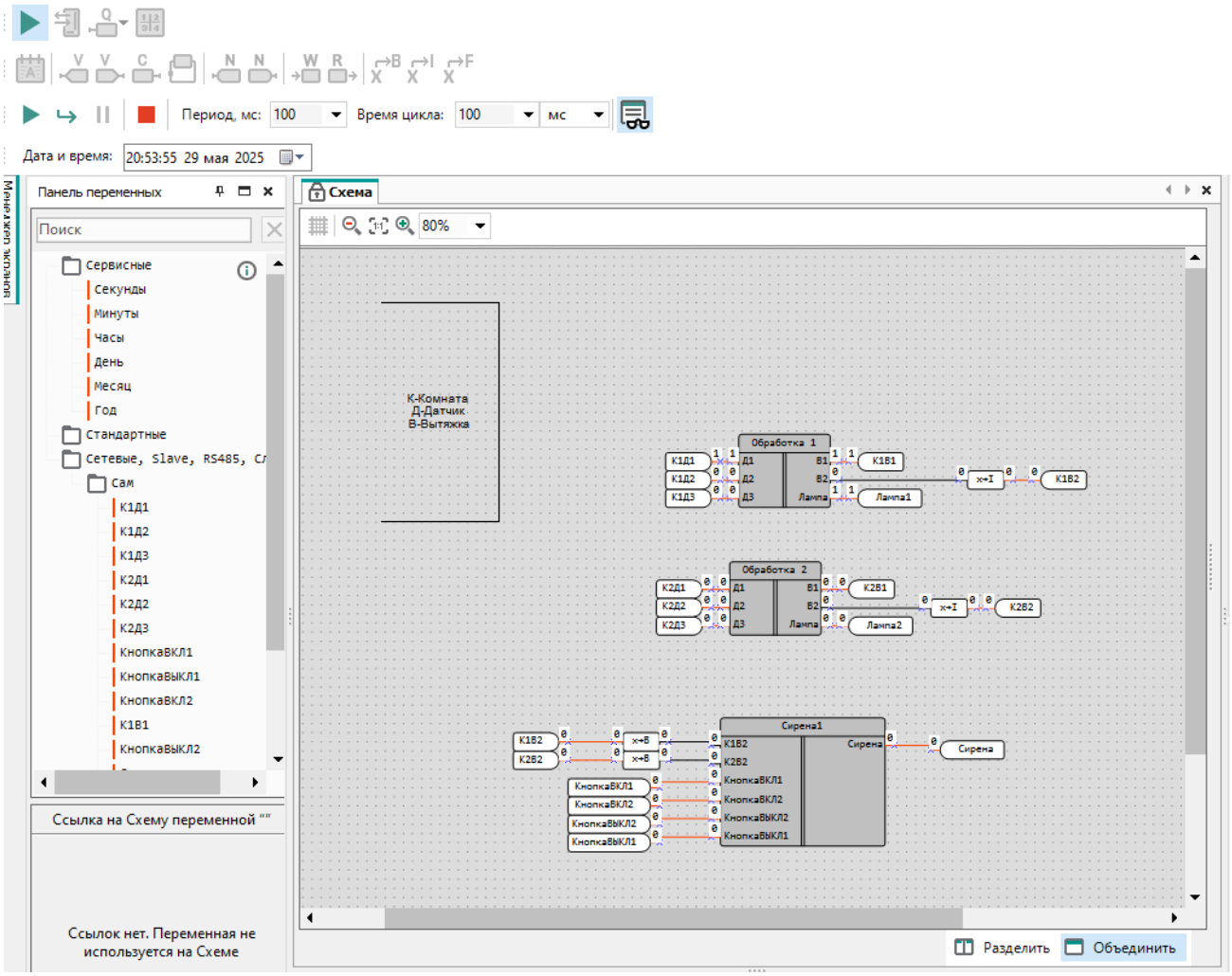


Рисунок 77 – Проект в режиме симуляции с поданным на вход сигналом

После чего входной сигнал был убран, при этом первая вытяжка должна быть выключена с задержкой в 5 секунд, это продемонстрировано на рисунке 78.

Также было проверена ситуация при которой на вход нескольких переменных отвечающих за датчики в одной комнате были поданы логические единицы. При этом должны включиться обе вытяжки сигнальная лампа должна гореть с постоянной яркость и производиться включение сирены. Данный процесс продемонстрирован на рисунке 79

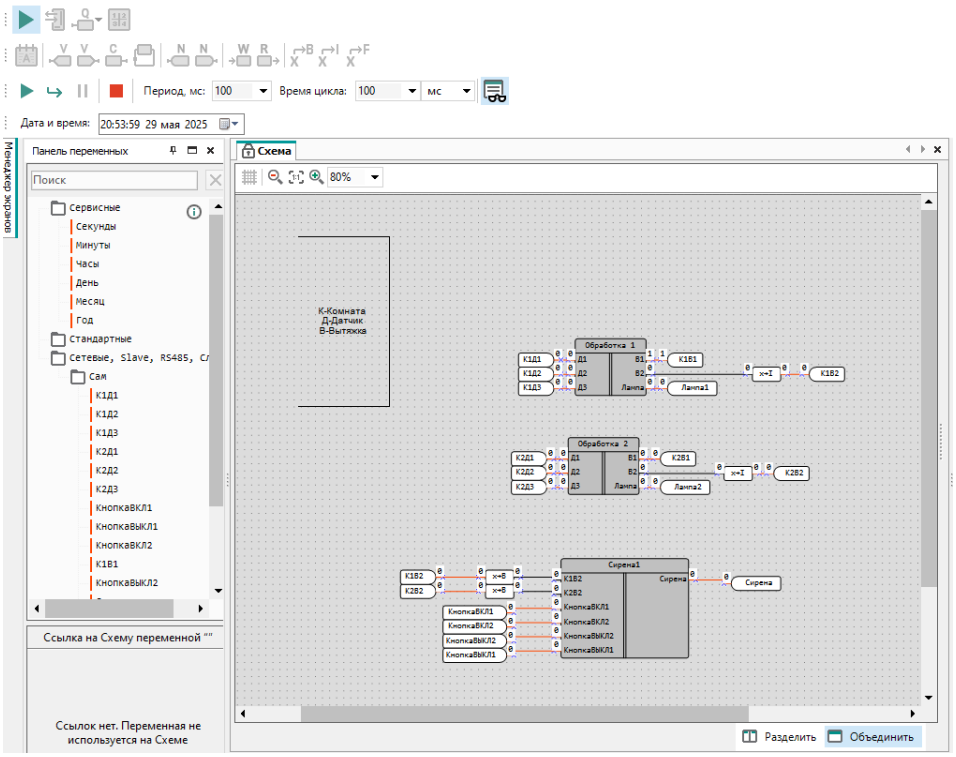


Рисунок 78 – Проект в режиме симуляции после прекращения подачи сигнала

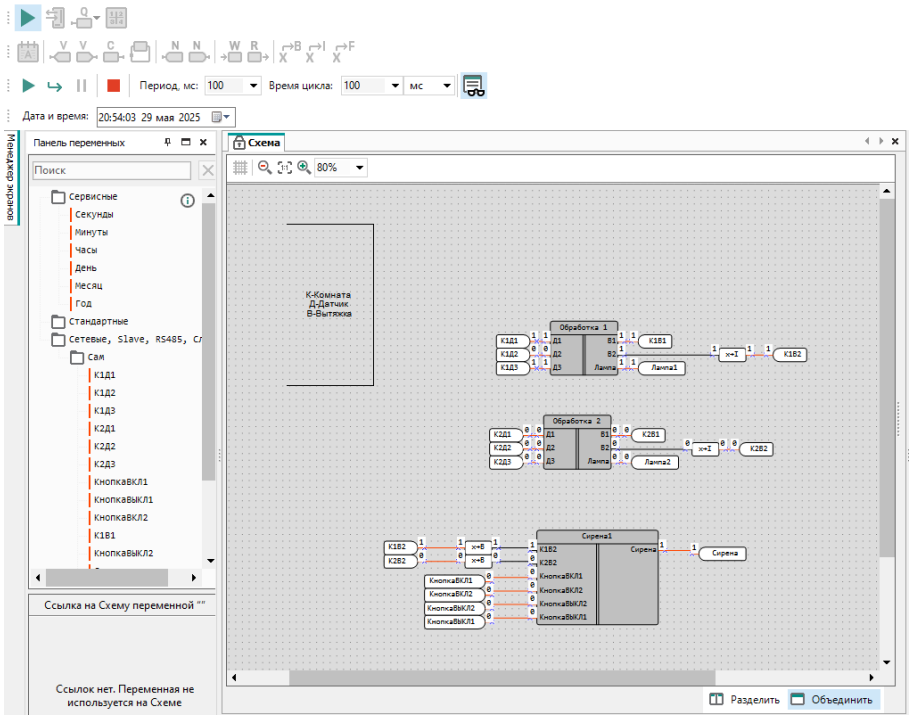


Рисунок 79 – Проект в режиме симуляции при срабатывании нескольких датчиков.

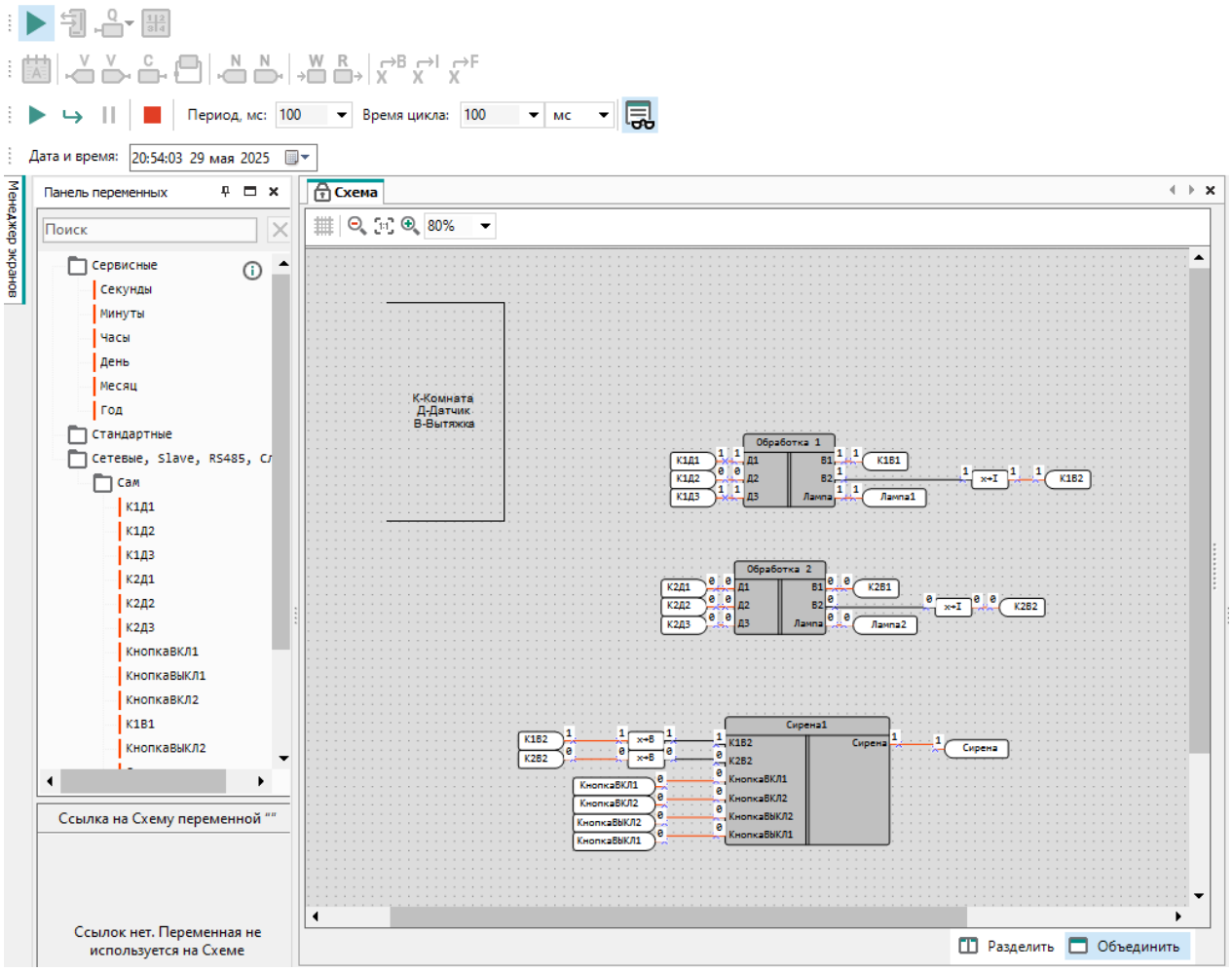


Рисунок 79 – Проект в режиме симуляции при срабатывании нескольких датчиков.

Выше описанный алгоритм был проведён и для второй комнаты. После чего было проведено тестирование работы кнопок ручного включения и выключения сирены для каждой и комнат. На рисунках 80 и 81 продемонстрирована часть тестирования кнопок ручного управления.

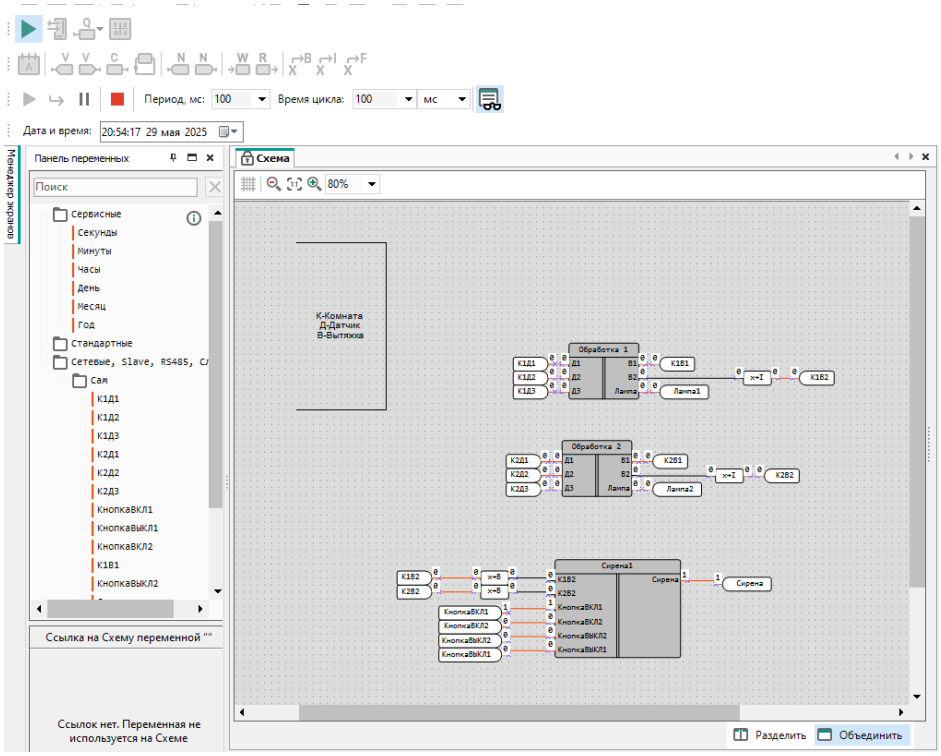


Рисунок 80 – Проект в режиме симуляции при нажатии кнопки включения

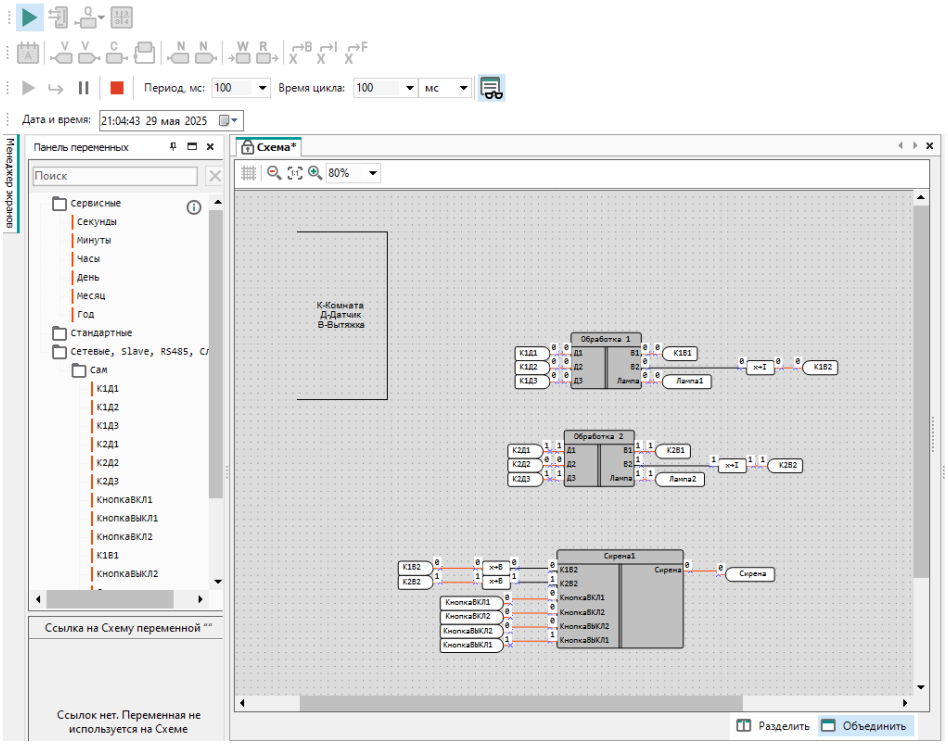


Рисунок 81 – Проект в режиме симуляции при нажатии кнопки выключения с работающей сиеной.

1.3.2 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора ОВЕН СП270

После окончания тестирования управляющей программы была протестирована панель оператора. Для этого в проекте была запущена эмуляция «Пуск OffLine (M)». Данное тестирование продемонстрировано на рисунках 82-84.

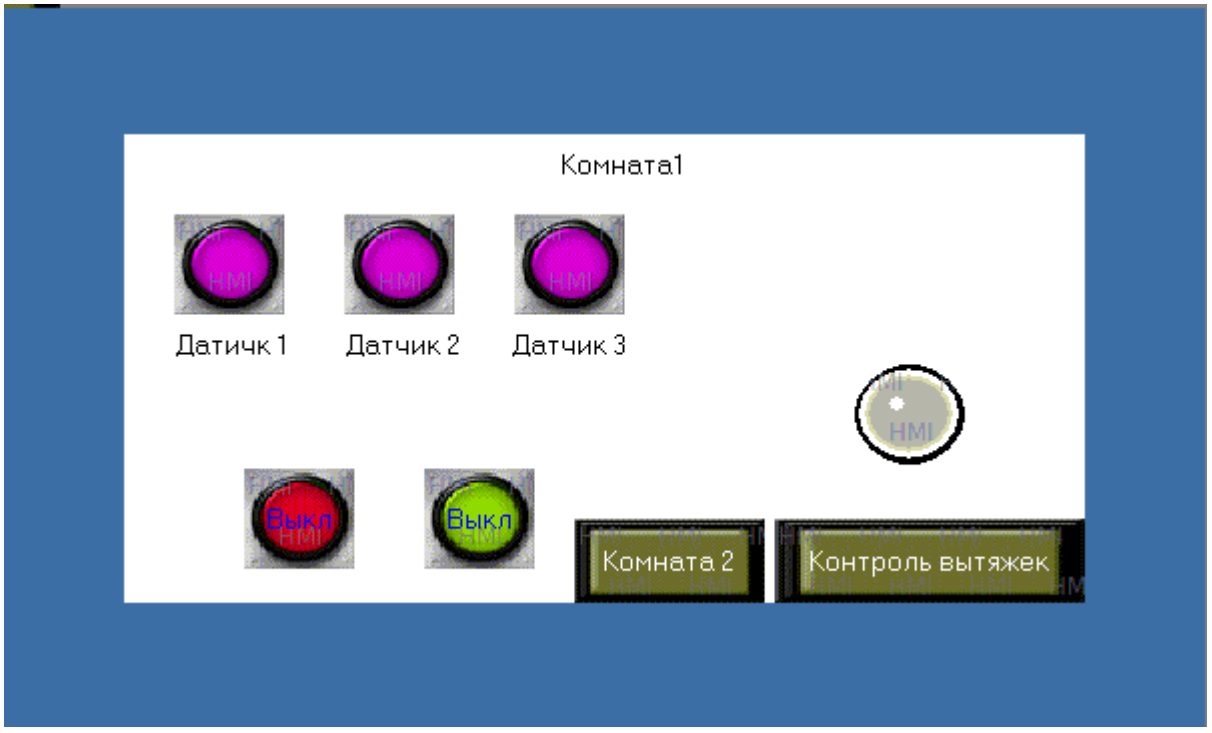


Рисунок 82 – Экран «Комната 1» в режиме эмуляции панели оператора

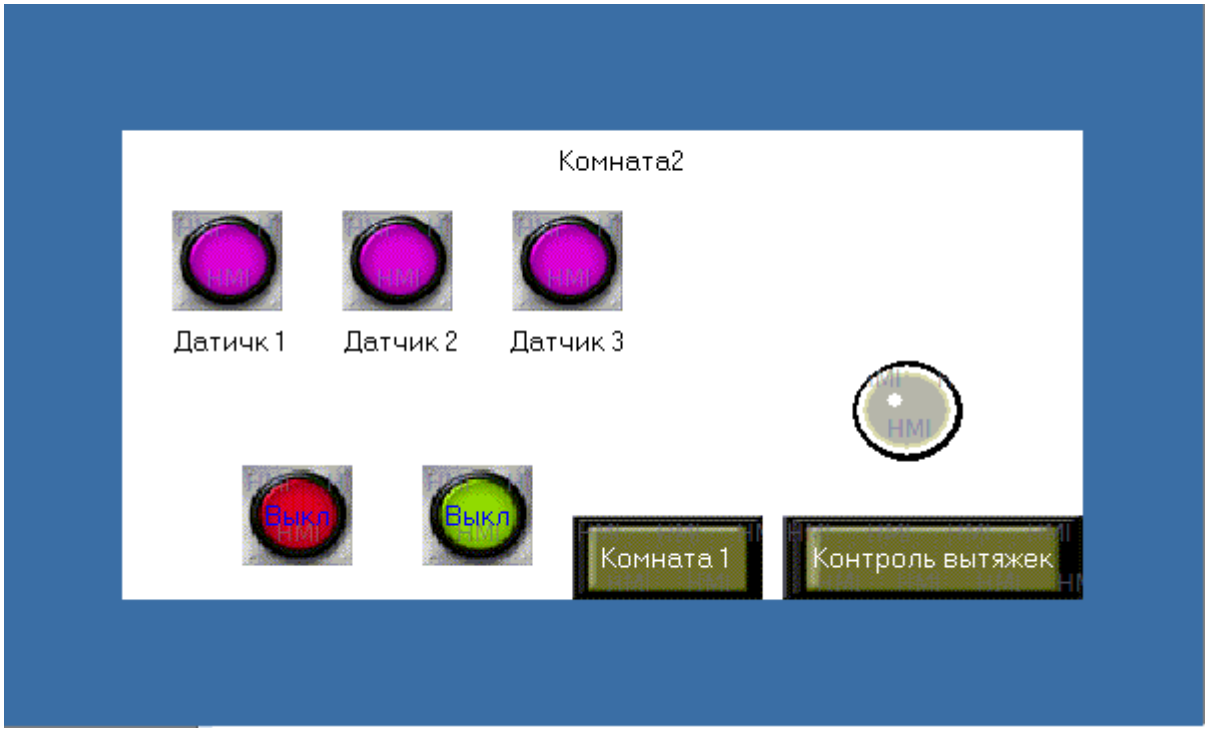


Рисунок 83 – Экран «Комната 2» в режиме эмуляции панели оператора

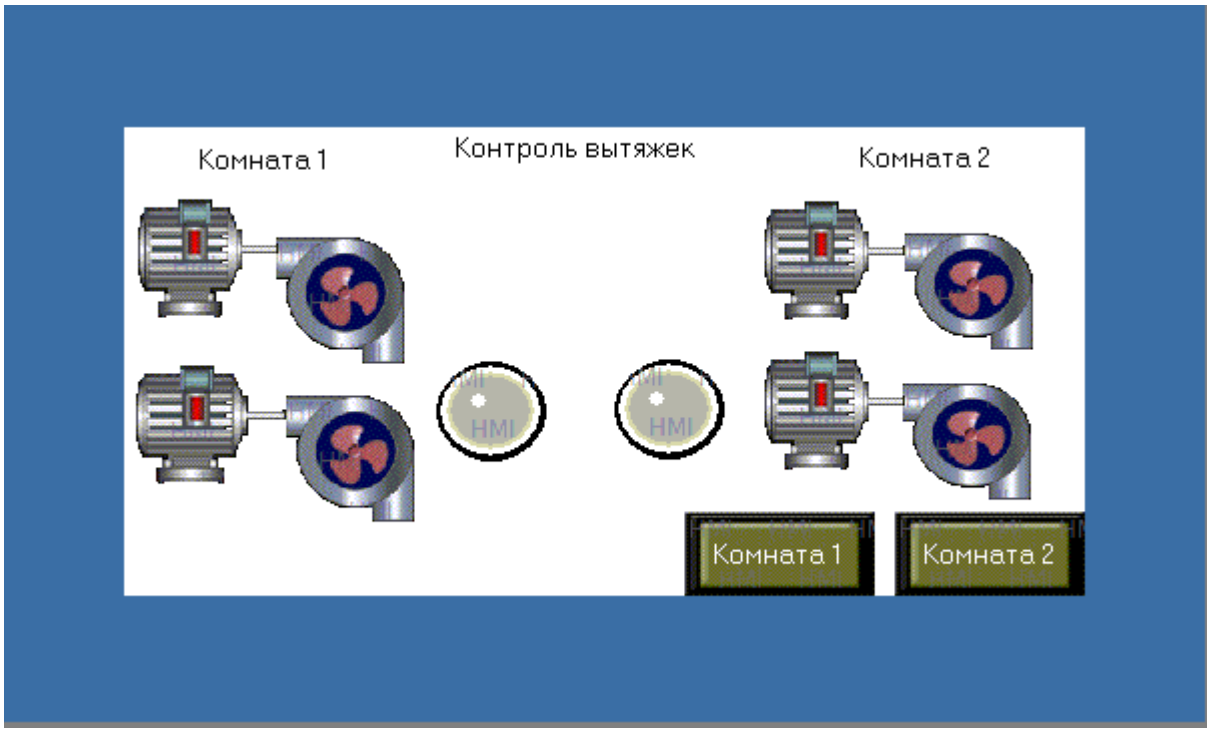


Рисунок 84 – Экран «Контроль вытяжек» в режиме эмуляции панели оператора

1.3.3 Тестирование проекта на стенде целевой платформы

Кроме тестирования в средах разработки в режиме эмуляции было произведено тестирование на лабораторном стенде. Для начала тестирования на ПЛК была загружена управляющая программа, а на панель оператора интерфейс для взаимодействия с ПЛК. После загрузки ПЛК было подключено к панели оператора, что продемонстрировано на рисунке 85.

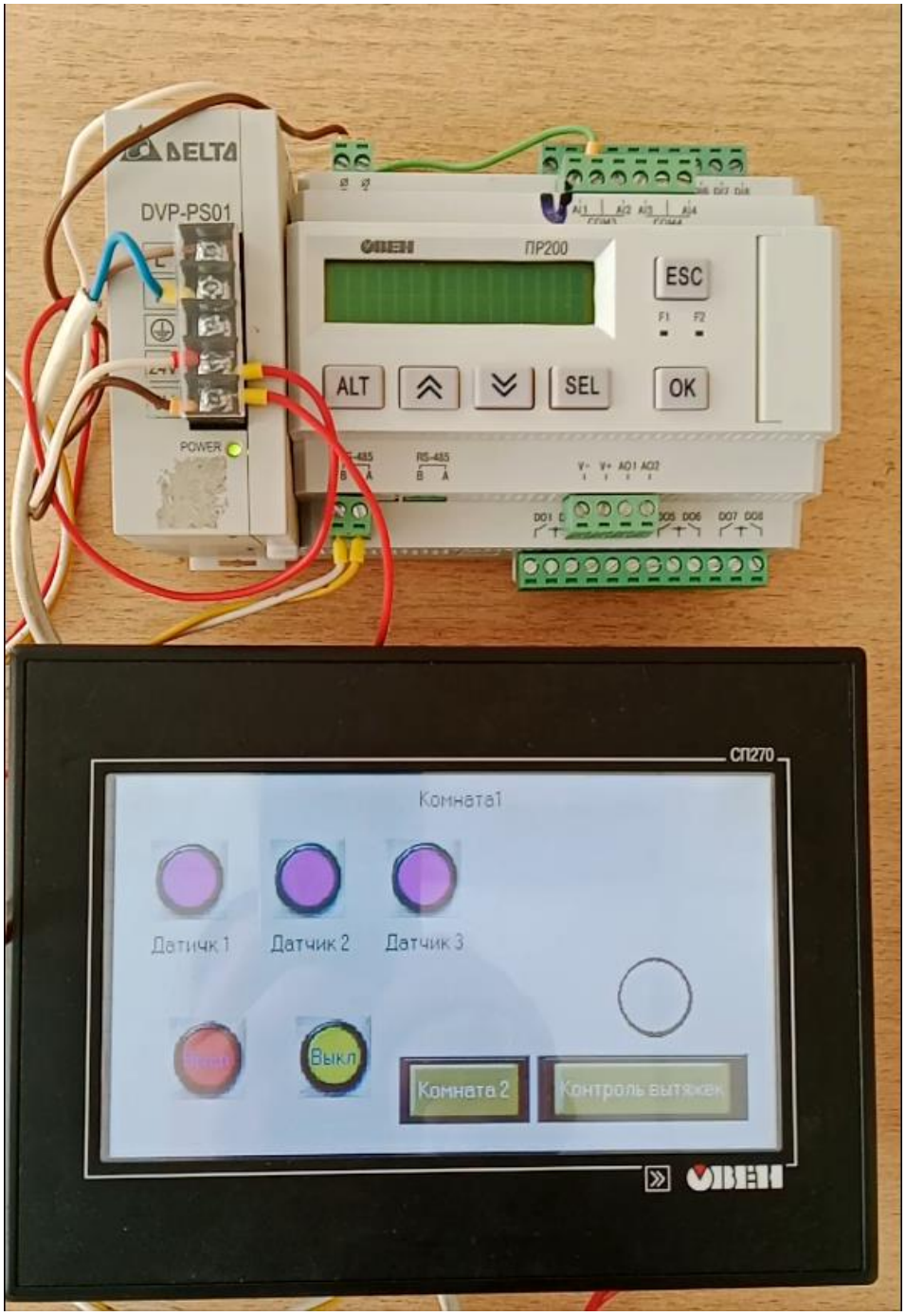


Рисунок 85 – Лабораторный стенд

После включения ПЛК и панели оператора все значения установлены в логический «0». Стартовым экраном является экран для Команды 1. Далее производиться тестирование работы алгоритма для этого происходит нажатие на кнопку, которая эмулирует работу датчика.

После нажатия сигнальная лампа на панели оператора должна начать мигать с постоянной частотой, что продемонстрировано на рисунке 86.

Рисунок 86 – Индикация при срабатывании одного датчика в Комнате 1

Далее при переходе на панель, отвечающую за контроль вытяжек, видно, что одна из вытяжек в первой комната работает, это продемонстрировано на рисунке 87.

Рисунок 87 – Работа одной из вытяжек в Комнате 1

Далее аналогичный процесс проведён для Комнаты 2. Результат тестирования показан на рисунках 88 и 89.

Рисунок 88 – Индикация при срабатывании одного датчика в Комнате 2

Рисунок 89 – Работа одной из вытяжек в Комнате 2

После этого была рассмотрена ситуация при которой в Комнате 2 сработало сразу два датчика, при этом сигнальная лампа начала гореть с постоянной яркостью, что видно на рисунке 90, при этом также срабатывает звуковая индикация через Зуммер. При осуществлении перехода на панель Контроля вытяжек видно, что во второй комнате работают обе вытяжки и сигнальная лампа также горит с постоянной яркостью. Панель контроля вытяжек при срабатывании двух датчиков продемонстрирована на рисунке 91.

Рисунок 90 – Индикация при срабатывании двух датчика в Комнате 2

Рисунок 91– Работа всех вытяжек в Комнате 2

После этого в Комнате 2 был отключён один из датчиков, это привело к отключению Зуммера, Сигнальная лампа начала мигать с заданной частотой, и осталась работать только одна вытяжка. Далее в Комнате 1 был проведён алгоритм проверки при срабатывании двух датчиков. Результаты данной проверки продемонстрированы на рисунках 92 и 93.

Рисунок 92 – Индикация при срабатывании двух датчика в Комнате 1

Далее был проверен алгоритм, при котором после прекращения подачи сигналов с датчиков одна вытяжка выключается с задержкой в 5 секунд. Для этого в Комнате 1 были выключены все датчики. Результат данной проверки продемонстрирован на рисунках 94 и 95.

Рисунок 94 – Отключение всех датчиков в Комнате1

Рисунок 93– Работа одной вытяжки в Комнате 1

Подобный алгоритм был проведён и для Комнаты 2, результат продемонстрирован на рисунке 94 . Далее произвелась проверка кнопок ручного управления сиреной. При нажатии кнопки включения в одной из комнат Зуммер подаёт звуковой сигнал. Если нажать кнопку выключения при срабатывании двух или более датчиков в одной из комнат, то Зуммер прекращает подавать звуковой сигнал.

Рисунок 93– Работа одной вытяжки в Комнате 2

При проведении тестирования не было выявлена недочётов и ошибок, что показывает корректность работы проекта.

2 Охрана труда

В данном разделе рассматриваются требования по обеспечению безопасности жизнедеятельности и охраны труда при разработке программного обеспечения на персональном компьютере, 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

Длительная работа, в сидячем положении за компьютером оказывает негативное влияние на здоровье человека. Воздействие неблагоприятных факторов приводит к снижению работоспособности, вызываемому утомлением. Длительное нахождение оператора в зоне комбинированного воздействия различных неблагоприятных факторов может привести к профессиональному заболеванию.

Чтобы минимизировать вредное влияние компьютера, необходимо следовать следующим правилам:

– отрегулируйте высоту кресла или подберите стул, чтобы при сидении спина была ровной, а предплечья лежали на столе;

– экран должен находиться на уровне глаз, на расстоянии вытянутой руки;

– избегайте бликов и теней, используйте настольную лампу при необходимости;

– каждые 45-60 минут вставайте из-за стола, разминайтесь, делайте упражнения для глаз; – старайтесь не проводить за компьютером более 6-8 часов в день;

– держите спину ровной, не сутультесь;

– не игнорируйте правила электробезопасности – используйте заземленные розетки, не перегружайте сеть;

– соблюдайте правила пожарной безопасности, держите на рабочем огнетушитель, не оставляйте без присмотра включенные электроприборы.

2.1.1 Оборудование рабочего места

Ниже представлены основные требования, которым должно удовлетворять рабочее место [7]:

– расстояние от глаз до экрана должно быть в пределах 600 - 700 мм;

– монитор должен располагаться ниже уровня глаз. Угол между направлением при взгляде прямо и направлением на центр экрана должен составлять 10-15 градусов;

– рабочий стол должен регулироваться по высоте в пределах 680 - 800 мм, при отсутствии такой возможности его высота должна составлять 725мм;

– клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы;

– рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм [7].

На рисунке 94 изображена организация рабочего места, которая отвечает указанным требованиям.

Рабочее место с дисплеем должно быть эргономичным, то есть максимально удобным и не наносящим вреда здоровью.

При правильно организованном рабочем месте должна обеспечиваться правильная посадка пользователя ПЭВМ, изображённая на рисунке 95.

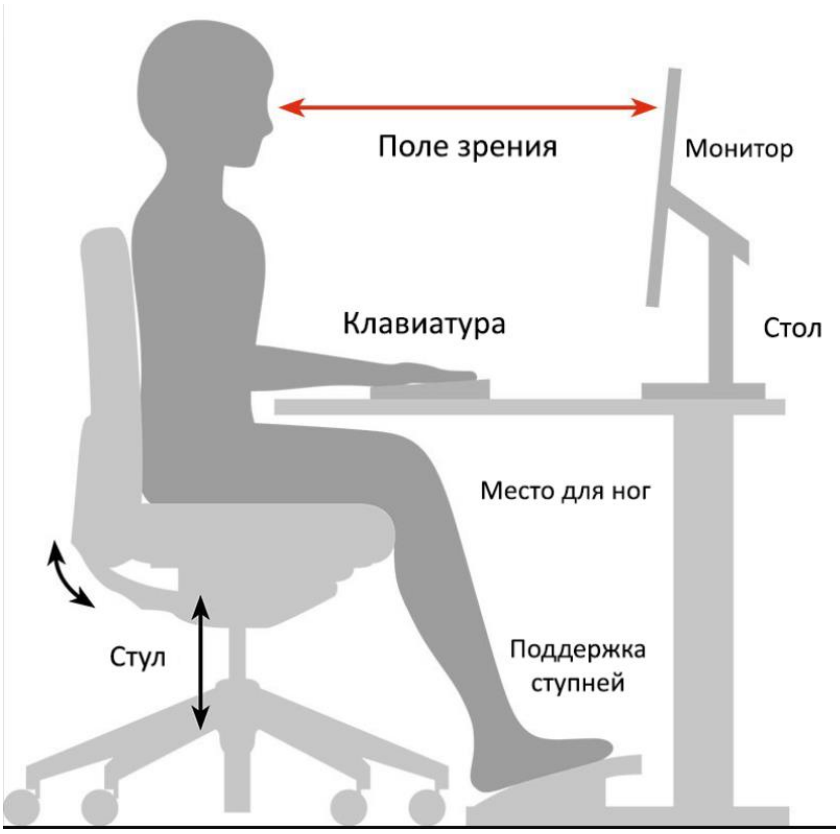


Рисунок 94 – Организация рабочего места

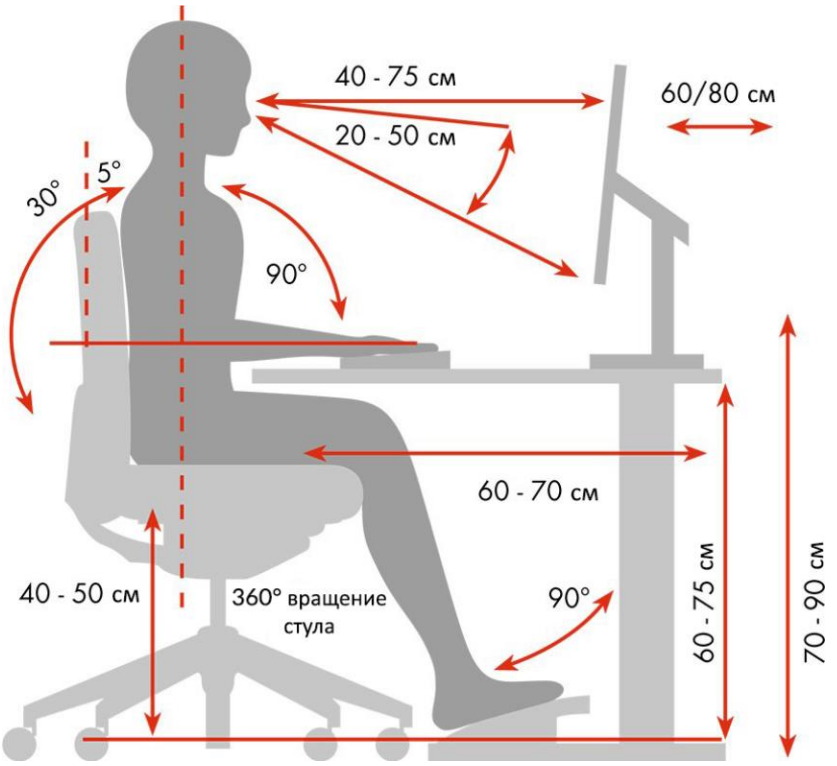


Рисунок 95– Правильная посадка за ПК

Посадка должна обеспечивать выполнение следующих условий:

– запястья должны находиться в прямом положении;

– плечи находятся в расслабленном состоянии;

– локти должны полностью лежать на столе, не свисая и располагаться перпендикулярно полу (угол в локтевых суставах должен составлять 90-100 градусов).

2.1.2 Освещенность рабочего места

Нормы освещенности устанавливают с учетом характера выполняемой работы, места и поверхности. Для пультов ЭВМ и дисплеев – комбинированное освещение не менее 400 люкс, а общее освещение не менее 200 люкс [7].

На рабочем месте необходимо обеспечивать большую равномерность яркости, исключая наличие ярких и блестящих предметов, для снижения монотонности в поле зрения рекомендуется отдельные пестрые поверхности.

Для освещения используются в основном потолочные или встроенные светильники с люминесцентными лампами. Для исключения засвечивания экранов прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии зрения оператора [7].

2.1.3 Электробезопасность

К электробезопасности предъявляются требования по ГОСТ 12.1.019 2017 «ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ».

ПЭВМ – это комплекс устройств, работающий от сети переменного тока частотой 50 Гц с напряжением 230 В. Электрический ток при таком напряжении опасен для жизни. Поэтому при работе на ПЭВМ необходимо соблюдать следующие требования электробезопасности:

– все устройства должны питаться от одной фазы электрической сети;

– сетевое электропитание устройств ПЭВМ должно производиться только от розеток типа «Европа» с заземляющими контактами;

– все электрические розетки, предназначенные для подключения к ним устройств ПК, должны иметь маркировку по напряжению;

– все электрические розетки, предназначенные для подключения к ним устройств ПК, должны иметь маркировку по напряжению;

– значение номинального напряжения сети необходимо наносить яркой краской, крупными символами (высотой не менее 50 мм) на стене или щите, возле розетки.

Каждый работник, использующий ПЭВМ и периферийное оборудование, должен строго соблюдать правила электробезопасности. Несоблюдение этих правил может привести к серьезным угрозам для здоровья и жизни.

Необходимо постоянно следить за исправным состоянием электропроводки, выключателей, штепсельных розеток, используемых для подключения оборудования к сети.

При обнаружении любой неисправности необходимо немедленно обесточить электрооборудование и сообщить о проблеме ответственному лицу. Продолжение работы возможно только после устранения всех неисправностей квалифицированным специалистом.

2.1.4 Пожарная безопасность

При эксплуатации электроустановок и ПЭВМ наиболее частыми причинами пожаров, возникающих при использовании электроустановок, являются:

– короткие замыкания в проводках и электрических устройствах;

– воспламенение горючих материалов вблизи от электрических устройств;

– большие переходные сопротивления в местах контактных соединений.

Пожарные меры профилактики проводятся согласно федеральному закону от 21.12.1994 №69-ФЗ (ред. От 28.09.2010) «О пожарной

безопасности». Для пожарной безопасности требуется выполнить ряд организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей и предотвращение пожара с ограничением его распространения. А также создать условия для успешного тушения пожаров. Для повышения

противопожарной безопасности помещения необходимы следующие мероприятия:

– проходы в помещения и запасные выходы не должны быть загромождены посторонними предметами, которые препятствуют свободному прохождению;

– к средствам пожаротушения всегда должен быть свободный доступ;

– система вентиляции должна быть оборудована устройствам, обеспечивающим автоматическое отключение ее при пожаре, а также огне задерживающим клапаном;

– установленная автоматическая пожарная сигнализация и средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и в соответствии с типовыми правилами технического содержания установок пожарной автоматики.

2.1.5 Режим труда и отдыха

Работник, использующий ПЭВМ, должен строго соблюдать режим труда и отдыха. Продолжительность и частота перерывов регламентируются в зависимости от вида, категории и продолжительности трудовой деятельности. Соблюдение режима труда и отдыха позволяет снизить утомляемость, повысить работоспособность, сохранить здоровье. Не игнорируйте перерывы, вставайте из-за рабочего места, делайте упражнения, разминайтесь.

Существуют следующие виды трудовой деятельности, связанные с персональным компьютером:

– группа А. Работа по считыванию информации с экрана видео дисплейного терминала с предварительным запросом;

– группа Б. Работа по вводу информации;

– группа В. Творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ.

При выполнении работ, связанных с использованием компьютеров в рамках различных видов трудовой деятельности, за основную работу с компьютером следует считать вид деятельности, который занимает не менее 50% времени в течение всей рабочей смены или рабочего дня.

Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с компьютером, которые определяются следующим образом:

–для группы А. По суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену (не более 60000 знаков за смену);

– для группы Б. По суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену (не более 40000 знаков за смену);

– для группы В. По суммарному времени непосредственной работы с компьютером за рабочую смену (не более 6 часов за смену).

Суммарное время перерывов для каждой категории и видов работы указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Время перерывов

Категория работы с ПЭВМ или ВДТ	Уровень нагрузки 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-часовой смене	при 12-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 способу защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током прибор относится к классу II

ГОСТ IEC 61131-2-2012 [8].

Во время эксплуатации, технического обслуживания и поверки прибора следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.019–80,

«Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок» [6].

Во время эксплуатации прибора открытые контакты клеммника находятся под опасным для жизни напряжением. Прибор следует устанавливать в специализированных шкафах, доступных только квалифицированным специалистам [6].

Любые подключения к прибору и работы по его техническому обслуживанию следует производить только при отключенном питании прибора и подключенных к нему устройств [6].

Не допускается попадание влаги на контакты выходного разъема и внутренние электро элементы прибора. Прибор запрещено использовать в агрессивных средах с содержанием в атмосфере кислот, щелочей, масел и т.п. [5].

Панель оператора работает с безопасными для жизни человека постоянными напряжениями (до 26 В). По способу защиты от поражения электрическим током соответствует классу III по ГОСТ 12.2.007.0 (не требует специальной защиты обслуживающего персонала от соприкосновения с токоведущими частями) [5].

Любые работы по подключению и техническому обслуживанию панели необходимо производить только при отключенном питании и отсутствии напряжения в линиях связи [5].

При проверке панели необходимособлюдать требования ГОСТ 12.3.019, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» [5].

Заключение

В процессе выполнения задания были получены навыки конфигурирования контроллера в среде OWEN Logic на языке функциональных блоков FBD и панели оператора ОВЕН СП270, поиска и анализа существующих методов разработки управляющих программ под ПЛК, 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 ПЛК ПР200.

Во время выполнения данной работы были разработаны: управляющая программа для контроля концентрации газа в помещении взрывоопасного производства, сконфигурирован пользовательский интерфейс панели оператора, обеспечена взаимосвязь ПЛК и панели оператора через интерфейс RS–485. Также в логике управляющей программы заложена возможность подключения физических датчиков.

Список использованных источников

1 . RS485 — стандарт промышленных сетей. Какими особенностями обладает микросхема приемопередатчика [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/milandr/articles/540084/ свободный (дата обращения: 1.05.2025).

2. Функциональные диаграммы FBD - SDT [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.sdt42.ru/fbd/?ysclid=m9wg958l22484698060 свободный (дата обращения: 29.04.2025).

3.Wikipedia. [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/FBD свободный (дата обращения: 29.04.2025).

4. OWEN Logic. Руководство пользователя. ООО «Производственное Объединение ОВЕН». [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://docs.owen.ru/product/programmnoe_obespechenie_owen_logic/986/83304 #topic-83304 свободный (дата обращения: 30.04.2025).

5. 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: 30.04.2025).

6. 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 свободный (дата обращения: 01.05.2025).

7. 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/df3eaac6ab12789400 2172933f9cd660e61df962/ свободный (дата обращения: 20.05.2025).

8. 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: 10.05.2025).

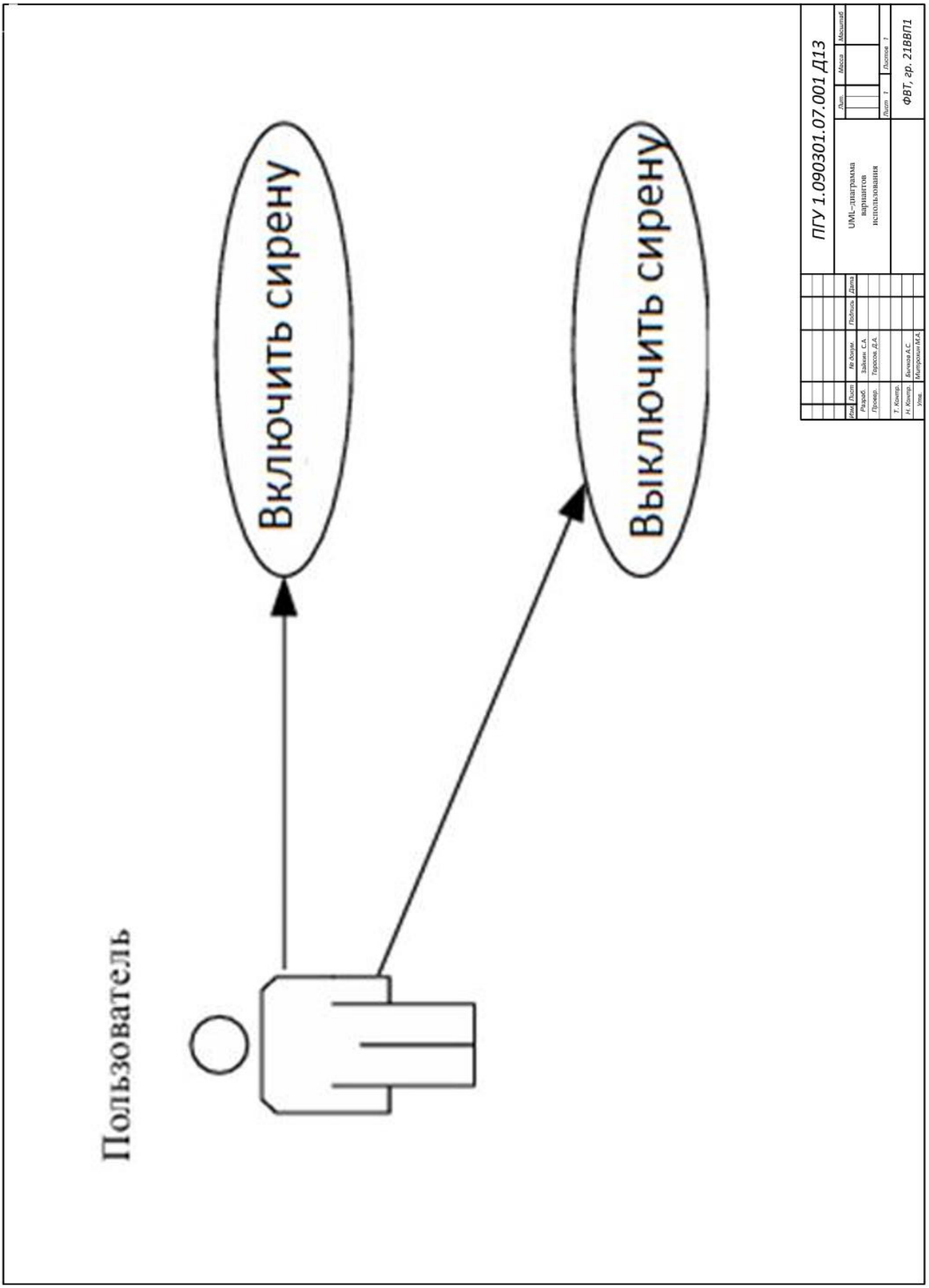
Приложение А

(Обязательное)

Программа контроля концентрации газа в помещении на взрывоопасном производстве

UML-диаграммы

UML–диаграмма вариантов использования



Приложение Б

(Обязательное)

Программа контроля концентрации газа в помещении на взрывоопасном производстве

Схемы функциональных блоков программ

Схема функциональных блоков файла «project.owle»

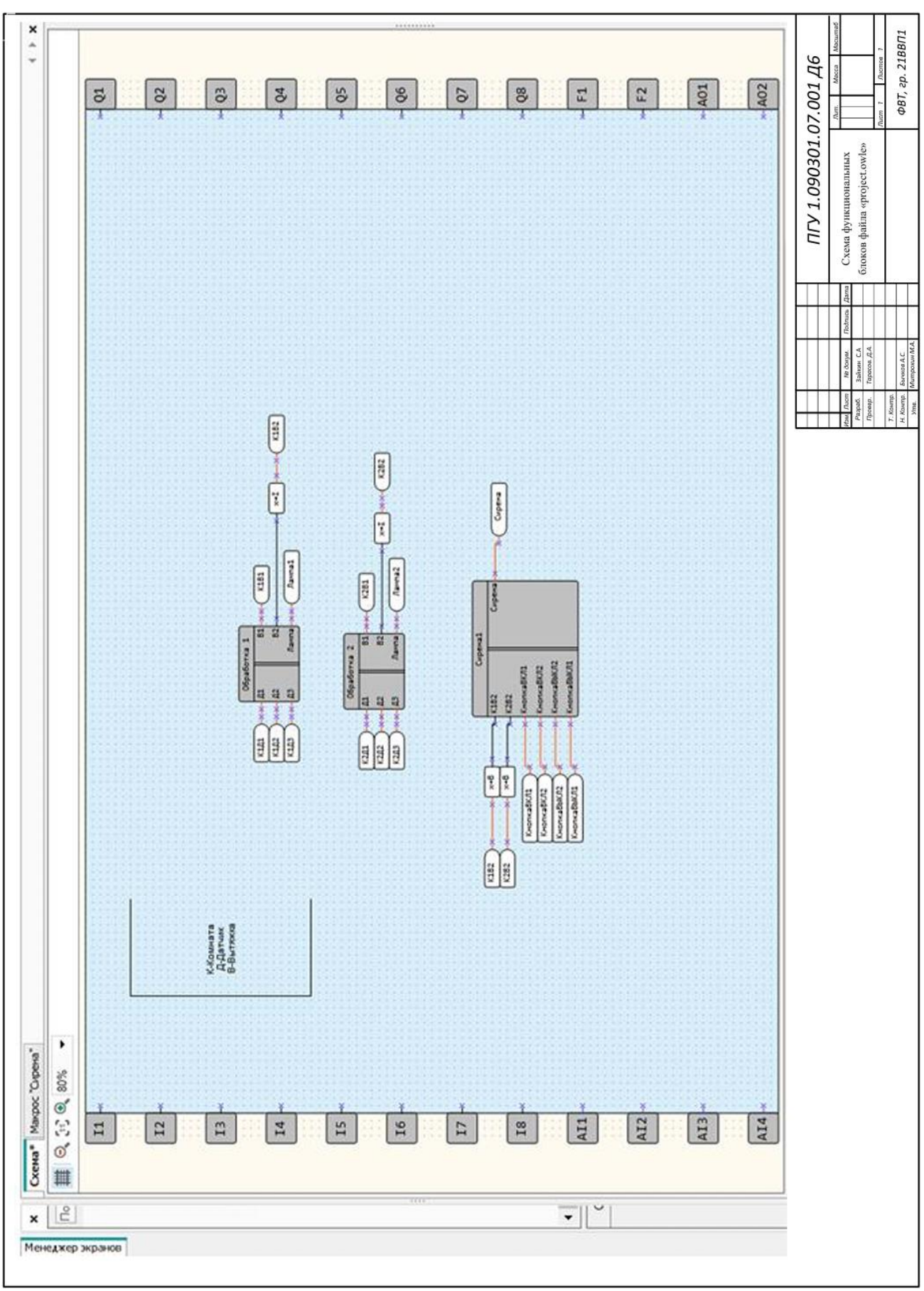


Схема функциональных блоков макроса «Обработка.tple»

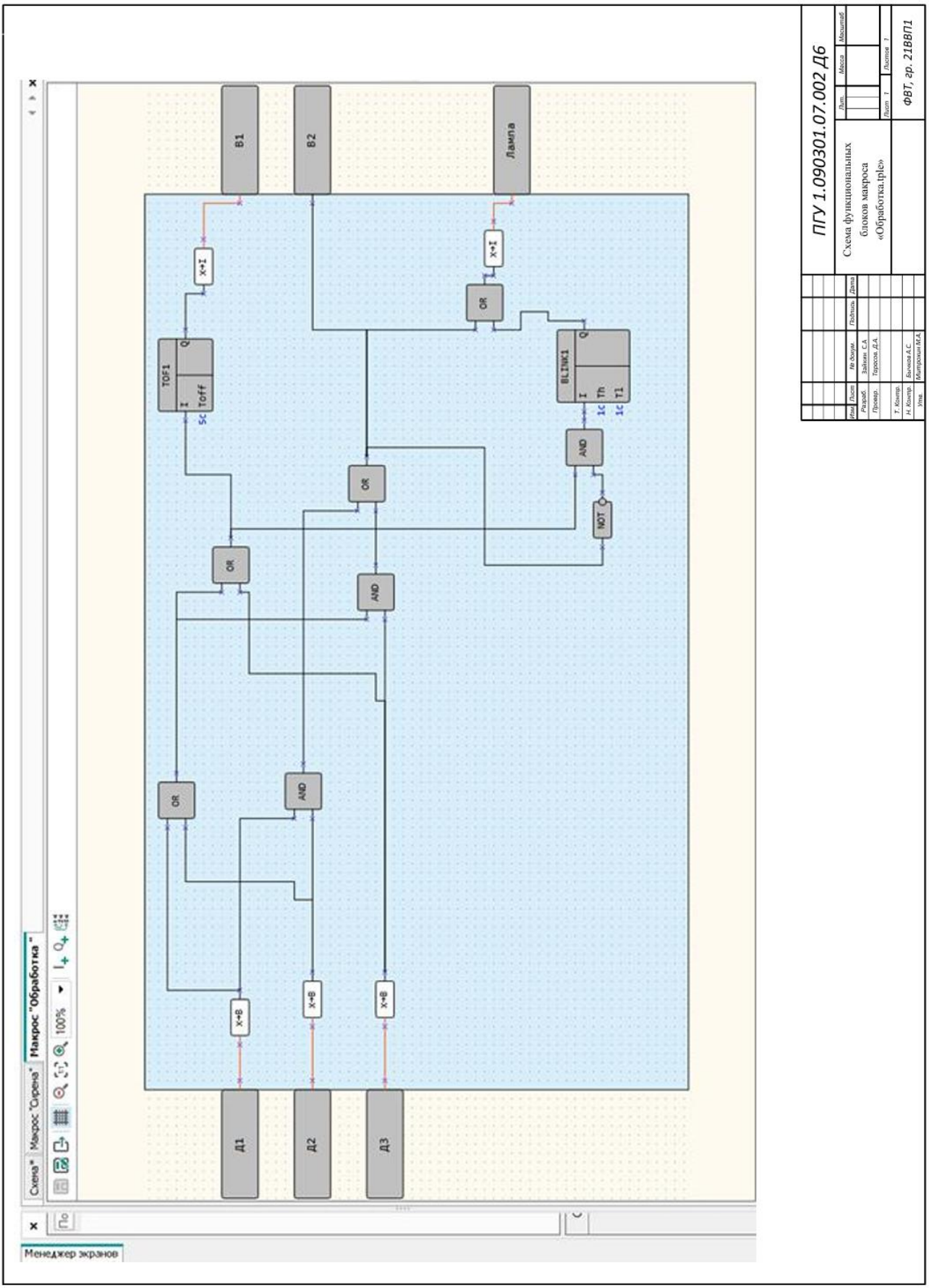
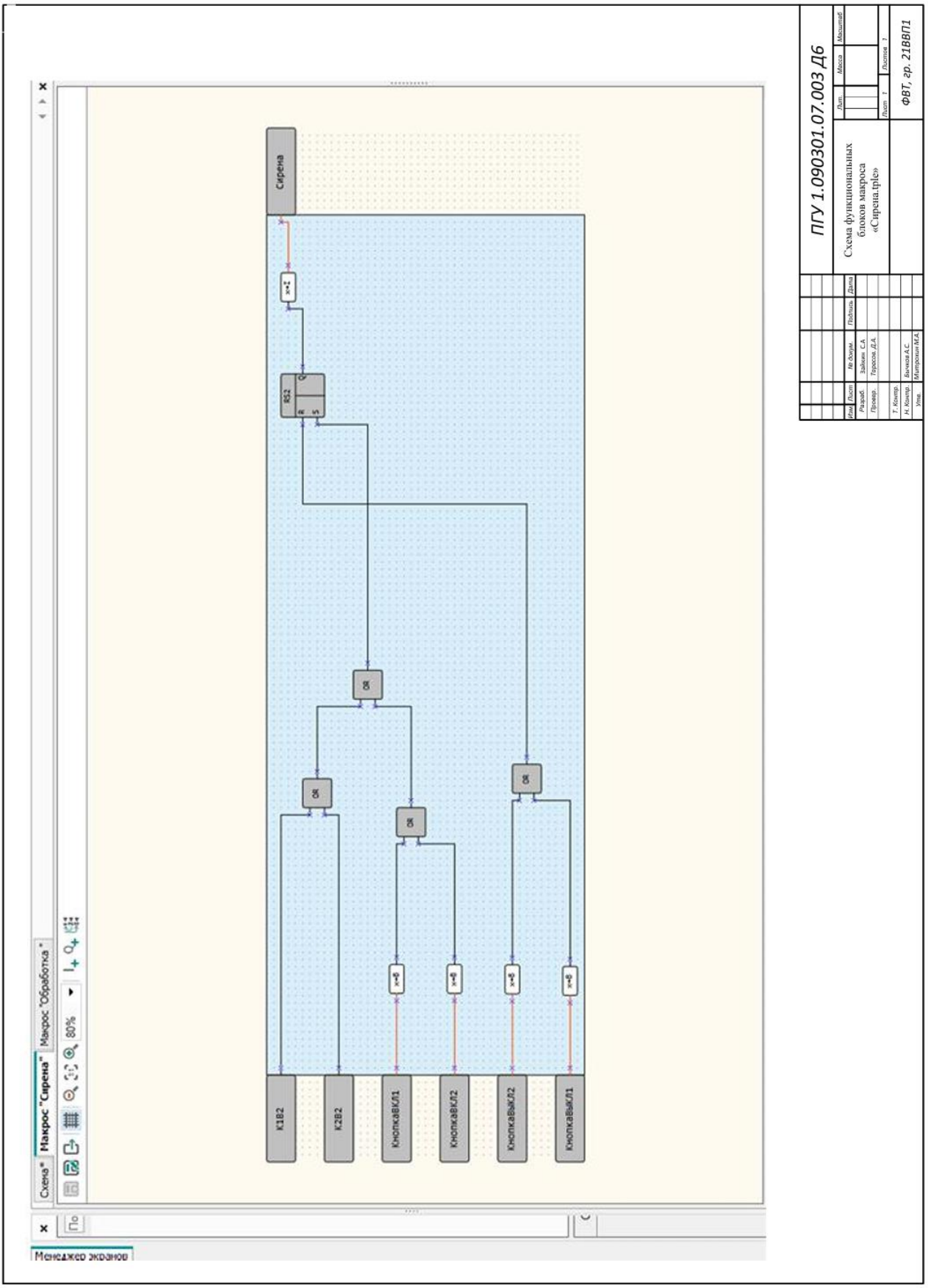


Схема функциональных блоков макроса «Сирена.tple»



Приложение В

(Обязательное)

Программа контроля концентрации газа в помещении на взрывоопасном производстве

Презентация

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗА В ПОМЕЩЕНИИ НА ВЗРЫВООПАСНОМ ПРОЗВОДСТВЕ

АВТОР РАБОТЫ: СТУДЕНТ ГР 21ВВП1 ЗАЙКИН С.А.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: ДОЦЕНТ, К.Т.Н. ТАРАСОВ Д.А.

О программе

Проблемы

На производстве, требуется система контроля концентрации газа нечувствительная к перепадам температур и влажности, устойчивая к возможным механическим и вибрационным воздействиям на производстве.

Решения

Программа контроля концентрации газа для ПЛК ОВЕН ПР 200

Цели и задачи

В процессе разработки был определён следующий функционал для реализации:

- Считывание информации с датчиков;
- Контролирование состояние вытяжек;
- Графический интерфейс для ручного управления;
- Графический интерфейс для просмотра состояния вытяжек.

Выбор решения

Язык разработки

- Язык функциональных блоков FBD

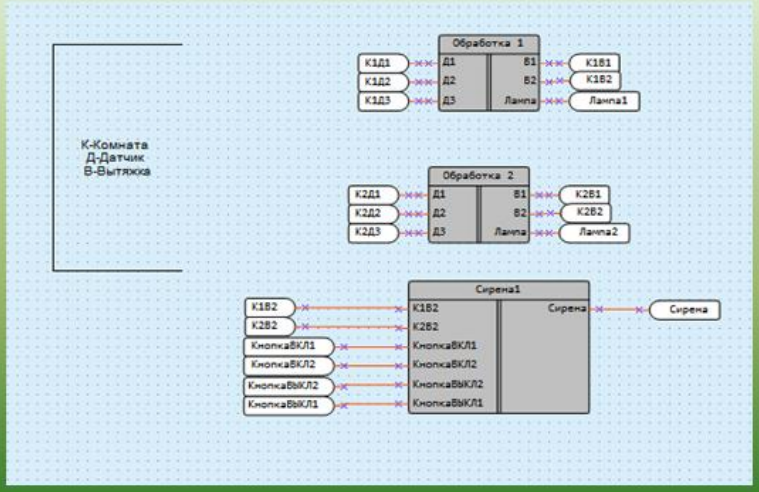
Среды разработки

- OWEN Logic
- Конфигуратор СП200

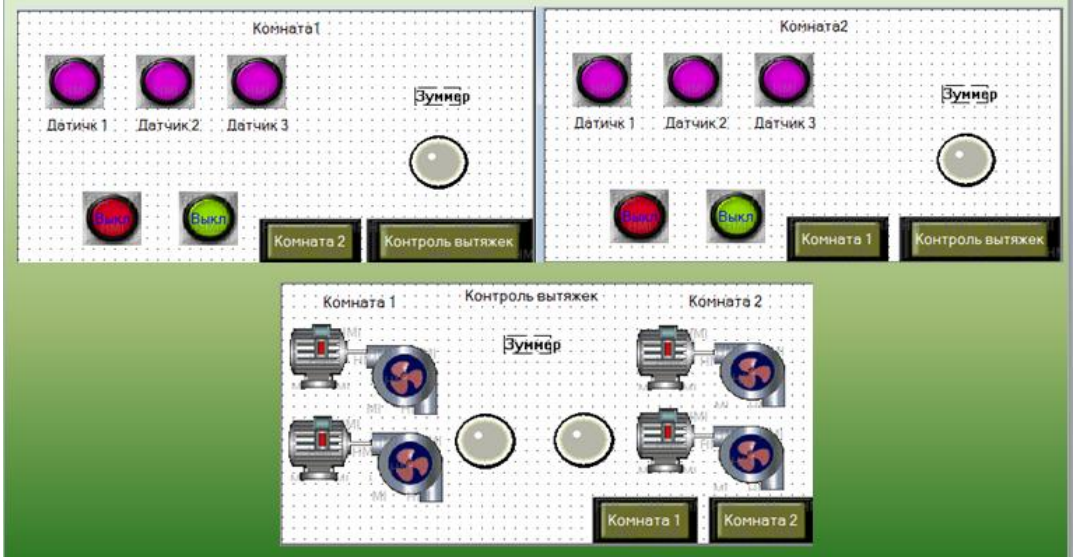
Целевая платформа:

- ПЛК ОВЕН ПР200
- Панель оператора ОВЕН СП270

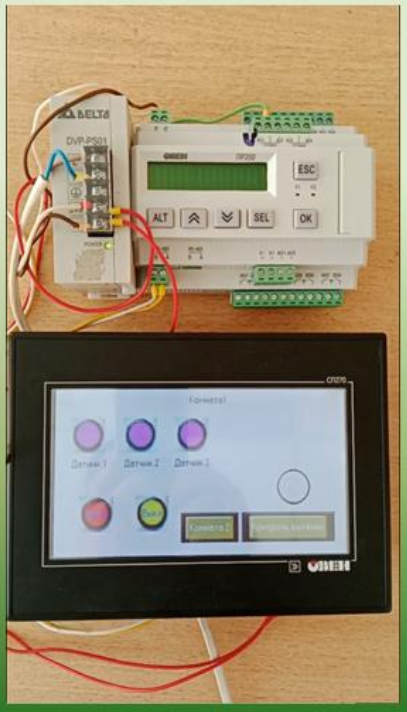
Итоговая схема управляющей программы



Интерфейс панели оператора



Тестирование на стенде



Заключение

В рамках разработки проекта были выявлены недостатки существующих аналогов и предложен свой вариант решения в виде реализации текущего проекта.

Итоговый вариант работоспособен и пригоден для внедрения на производство.