МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
вычислительной техники

Кафедра
«Вычислительная техника»

Направление подготовки: 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
Профиль подготовки: «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ

Студент 16.06.2025 И.В. Кошелев
(подпись, дата)

Руководитель 12.06.2025 Д.А. Тарасов
(подпись, дата)

Нормоконтролёр 12.06.2025 А.С. Бычков
(подпись, дата)

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

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

Работа защищена с отметкой удовлетворительно (протокол заседания ГЭК от 20 июня 2025г. № 17)

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 мая 2025г.

ЗАДАНИЕ
НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ

1. Студент Кошелев Илья Вадимович гр. 21ВВВ1 факультета вычислительной техники.

2.Тема работы: «Программа управления освещением в производственном помещении»

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

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

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

Разработать программу управления освещением в производственном помещении обеспечивающую автоматизированный контроль освещения. Проведение анализа существующих рыночных решений и формирование требований к функционалу системы. Создание архитектуры программы с использованием современных технологий. Разработка удобного пользовательского графического интерфейса с продуманной системой для использования оператором. Тестирование в редакторе OWEN Logic, в панели оператора и стенде целевой платформы. Использование ПЛК ОВЕН ПР200, Панели управления ОВЕН СП270 и языка функциональных блоков FBD.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов

Анализ существующих решений и технологий автоматизированного управления освещением. Проведение тестирования на стенде. Разработка алгоритмов автоматического контроля освещения. Также необходимо изучить язык функциональных блоков FBD. Создание графического интерфейса панели оператора. Освоить среды разработки OWEN Logic и Конфигуратор СП200.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1.	Изучение предметной области	50	06.05.2025 08.05.2025	
2.	Анализ требований	10	09.05.2025 10.05.2025	
3.	Выбор технологий, применяемых при проектировании и разработке	50	11.05.2025 13.05.2025	
4.	Конфигурирование ПЛК и панели оператора	40	13.05.2025 15.05.2025	
5.	Разработка программы управления освещением в производственном помещении	150	16.05.2025 27.05.2025	
6.	Оформление пояснительной записки	24	27.05.2025 30.05.2025	

Дата выдачи задания "06" мая 2025г.

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

Задание к исполнению принял студент 06.05.2025 Кошелев И.В.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета 13.06.2025 Фионова Л.Р.
(подпись, дата)

Реферат

Бакалаврская работа содержит 85 листов, 101 рисунков, 3 таблицы, 7 источников, 3 приложения.

ПЛК ОВЕН ПР200, ОВЕН СП270, ПЭВМ, OWEN Logic

Цель работы – разработать программу, позволяющую автоматически регулировать освещение в зависимости от времени суток и присутствия людей в производственном помещении на базе ПЛК ОВЕН ПР200 и панели оператора ОВЕН СП270.

Объектом разработки является управляющая программа, которая должна обеспечивать включение и выключение освещения с помощью кнопки, сумеречного датчика и датчиков движения, а также с возможностью настраивания таймера. 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 работе разработана система, удовлетворяющая поставленной задаче, а именно: интуитивно понятный пользовательский интерфейс и управление освещением на территории или в помещении.

Созданная система может быть внедрена в любые производственные организации.

					ПГУ 1.090301.13.001 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Кошелев И.В.		16.05.25	Программа управления освещением в производственном помещении Пояснительная записка	Лит.	Лист 2 / Листов 85
Провер.		Торосов Д.А.		17.05.25			
Н. Контр.		Быков А.С.		17.05.25			
						ФВТ, каф «ВТ» гр. 218881	
Утверд.		Митрохин М.А.		19.05.25			

Содержание

Перечень сокращений и обозначений 4
Введение 5
1 Программа управления освещением в производственном помещении 7
1.1 Анализ предметной области 7
1.1.1 Обзор аналогов 8
1.1.2 Анализ требований к разработке 9
1.1.3 Выбор архитектуры программы 9
1.1.4 Выбор языка программирования 11
1.1.5. Выбор среды разработки 11
1.2 Проектирование и разработка 25
1.2.1 Конфигурирование ПЛК ОВЕН ПР200 26
1.2.2 Разработка управляющей программы 29
1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270 35
1.3 Анализ результатов 49
1.3.1 Тестирование и отладка программы в редакторе OWEN Logic 49
1.3.2 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора ОВЕН СП270 54
1.3.3 Тестирование проекта на стенде целевой платформы 55
2 Охрана труда 62
2.1 Анализ негативных факторов, воздействующих на оператора ПЭВМ и способы их устранения 62
2.1.1 Оборудование рабочего места 63
2.1.2 Освещенность рабочего места 65
2.1.3 Электробезопасность 65
2.1.4 Пожарная безопасность 66
2.1.5 Режим труда и отдыха 67
2.2 Меры безопасности при работе с ПЛК ОВЕН ПР200 и панелью оператора ОВЕН СП 270 68
Заключение 70
Список использованных источников 71

Приложение А - UML-диаграммы 73
Приложение А.1 - UML-диаграмма использования для оператора 74
Приложение А.2 - UML-диаграмма использования системы при включенном сумеречном датчике 75
Приложение Б - Схемы программ 76
Приложение В - Презентация 79

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения

ЖКИ – жидкокристаллический индикатор

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

Абсолютно не каждому промышленному оборудованию можно позволить работать самостоятельно без участия человека, большинство нуждается в системе управления того или иного вида, чтобы обеспечить их безопасное и эффективное экономическое функционирование.

Современную машину и человека нельзя рассматривать раздельно. С одной стороны, машина должна легко управляться человеком, а с другой – оператору необходимо владеть такими навыками, чтобы полностью реализовать возможности машины.

Следовательно, 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.

Современные предприятия сталкиваются с необходимостью повышения энергоэффективности и снижения эксплуатационных затрат. Одним из ключевых аспектов в достижении этих целей является оптимизация систем освещения. Освещение производственных помещений играет важную роль не только в обеспечении комфортных условий труда для сотрудников, но и в снижении энергопотребления, что напрямую влияет на экономическую эффективность предприятия.

Актуальность данной работы обусловлена растущим спросом на интеллектуальные системы управления, которые позволяют автоматизировать и минимизировать участие человека. Внедрение автоматизированных систем управления освещением способствует не только экономии энергоресурсов, но и повышению уровня безопасности на производстве.

Целью данной работы является разработка программы управления освещением в производственном помещении, которая позволит включать/выключать свет нажатием кнопки или автоматически в зависимости от времени суток, наличия сотрудников в помещении.

Управление технологическим процессом предполагает получение SCADA-системой данных от промышленных контроллеров.

При этом контроллеры выполняют сбор информации от датчиков, установленных на объекте управления, проводят предварительную обработку сигналов, реализуют алгоритмы управления и формируют управляющие сигналы на исполнительные механизмы объекта управления, осуществляют передачу и прием информации из промышленной сети.

В свою очередь пульт диспетчера, выполненный в виде автоматизированного рабочего места либо панели оператора, формирует сетевые запросы к контроллерам нижнего уровня, получает от них оперативную информацию о ходе технологического процесса и отображает ее на экране в удобном для оператора виде. Вместе с тем осуществляет долговременное хранение динамической информации о ходе процесса, производит коррекцию необходимых параметров алгоритмов управления и установок регуляторов в подчиненных устройствах.

1 Программа управления освещением в производственном помещении

1.1 Анализ предметной области

В условиях производства и других сложных окружающих факторов необходима система, которая будет устойчивой к перепадам температуры и влажности, а также способной выдерживать механические и вибрационные воздействия. Разработанная в рамках данного проекта управляющая программа для ПЛК ОВЕН ПР200 учитывает технические особенности этого контроллера и обладает необходимым функционалом.

Как было ранее отмечено, данное решение может применяться не только внутри производственных помещений, но и для использования на объектах за их пределами при необходимости – склады хозяйственные строения, гаражные комплексы и другие объекты, требующие надежного и устойчивого управления освещением.

Программа имеет определенные преимущества, что даёт ей возможность быть конкурентоспособной альтернативной:

– возможность работы при неблагоприятных условиях;
– простота в эксплуатации;
– надежность;
– универсальность использования;
– возможность расширения и добавления новых модулей;
– возможность работы в офлайн режиме;
– использование современных отечественных технологий реализации;
– возможность включения в промышленную сеть;
– сохранения истории в памяти ПЛК.

Автоматизированная система освещения в производственном помещении позволяет обеспечить комфортное и безопасное рабочее окружение, минимизирует возможные ошибки и повышает общую эффективность работы.

1.1.1 Обзор аналогов

На рынке представлено множество светильников. Каждое подобное устройство обладает своими особенностями, преимуществами и ограничениями. Среди отечественных производителей широко известны светильники, создаваемые компанией «PromLed».

Среди продукции этого производителя имеются светодиодные светильники и прожекторы, как для производственных помещений, так и для офисов, улиц и прилегающих территорий. Решения завода «PromLed» имеют ряд преимуществ, но имеются и технические ограничения и недостатки. В модельном ряде встречаются серии светильников, в которых нет возможности регулировать уровень наклона это приводит к тому, что не все их решения могут применяться на производстве.

Прожекторы и светильники встречаются у многих производителей, как отечественных, так и зарубежных. Краткий общий анализ преимуществ и недостатков после ознакомления с рядом представленных решений предоставлен в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ преимуществ и недостатков конкурентов

Производитель	Преимущество	Недостаток
Uniel	Высокое качество, широкая линейка моделей, хорошая энергоэффективность	Иногда завышенная стоимость, ограниченная устойчивость к экстремальным условиям
ЛидерЛайт	Конкурентоспособная стоимость, надежность, разнообразие моделей	Ограниченные технические характеристики, меньшая надежность в экстремальных условиях
AtomSvetLine	Высокая надежность, предназначены для сложных условий эксплуатации	Высокая стоимость

На основании приведенного анализа был сделан вывод, что на рынке светильников и прожекторов имеется потенциал для разработки новых решений. Разрабатываемая программа на базе ПЛК ОВЕН ПР200 имеет шансы быть конкурентоспособной.

1.1.2 Анализ требований к разработке

В рамках проекта разрабатывается программа управления освещением на базе ПЛК, которая имеет перспективы использования, как для крупных промышленных предприятий, так и для небольших территорий, в том числе с неблагоприятными для работы электронных устройств условиями.

Требуется следующий функционал:

– интерфейс взаимодействия с оператором для настройки таймера;

– интерфейс взаимодействия с оператором для включения/выключения освещения;

– взаимодействие с сумеречным датчиком;

– взаимодействие с датчиками движения.

Управление программой будет осуществляться через панель оператора ОВЕН СП200.

1.1.3 Выбор архитектуры программы

Требуется организовать взаимодействие между пользователем и управляющей программой 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…In);

– программа управления считывает значения из ячеек памяти входов и выполняет над ними логические операции в соответствии с алгоритмом работы;

– после обработки всей управляющей программы результаты записываются на физические выходы прибора (для включения выходных элементов Q1…Q4);

– переход к первому шагу (после выполнения всех предыдущих шагов обработки программы цикл работы прибора повторяется с первого шага).

Время выполнения всех шагов зависит от сложности алгоритма программы [1]. Функциональная схема работы прибора представлена ниже на рисунке 1.

Рисунок 1 – Функциональная схема выполнения программы ПЛК

Взаимодействие будет организовано через панель оператора, работающую как master-устройство (ведущее), к которой, по интерфейсу RS-485, подключен к 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 [2].

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 11.

Создание графического интерфейса панели оператора 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) является графическим языком программирования, соответствующим стандарту IEC 61131-3. Он предназначен для разработки управляющих программ для программируемых логических контроллеров (ПЛК). Создание алгоритмов осуществляется на языке функциональных блоков FBD с использованием готовых компонентов [3].

Блок представляет собой подпрограмму, функцию или функциональный блок (например, И, ИЛИ, НЕ, триггеры, таймеры, счётчики, блоки для обработки аналоговых сигналов, математические операции и др.) [3].

Каждая отдельная цепь – это графическое выражение, сформированное из различных 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].

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 [3].

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 ПР1xx, ПР200 и панели ИПП120 производства компании ОВЕН. Полный перечень приборов, для программирования которых может использоваться OWEN Logic, представлен на сайте компании ОВЕН [3].

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.

Данная среда программирования бесплатна, распространяется через сайт производителя, который показан на рисунке 2.

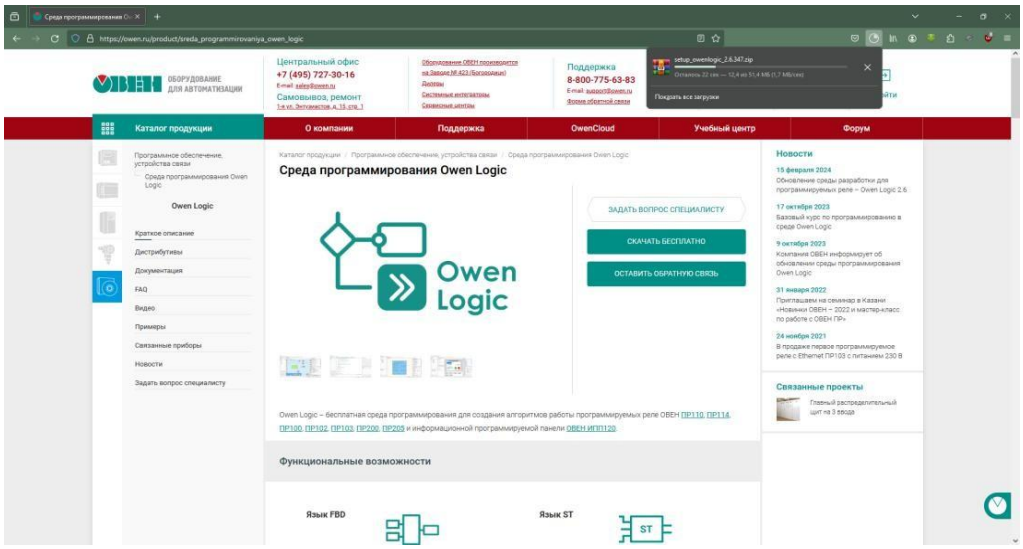


Рисунок 2 – Страница загрузки среды программирования на сайте производителя

Страница среды OWEN Logic на сайте, помимо ссылки для загрузки установочного файла, включает описание её возможностей, сведения о системных требованиях, ссылки на техническую документацию, форму для обратной связи и другие материалы. Для начала загрузки среды OWEN Logic необходимо нажать кнопку «Скачать бесплатно» в соответствующей области,

которая показана на рисунке 3.

Рисунок 3 – Область загрузки среды программирования на сайте

Перед началом загрузки сайт запросит подтверждение, что пользователь ознакомился с условиями лицензионного соглашения и согласен с ними. Окно этого уведомления представлено на рисунке 4.

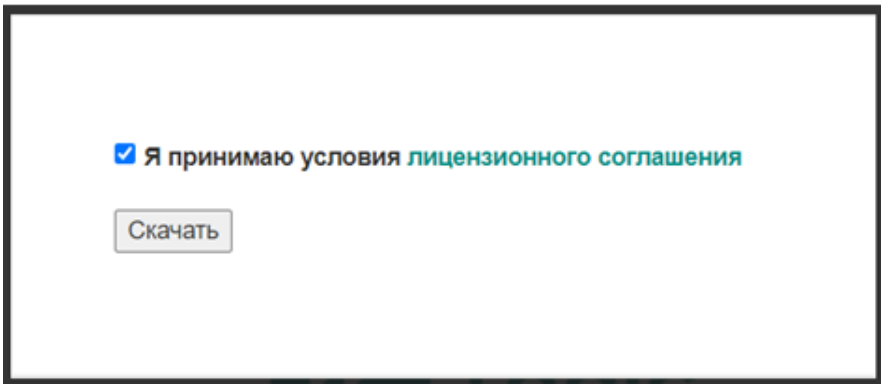


Рисунок 4 – Окно подтверждения согласия с условиями лицензионного соглашения

После нажатия на кнопку «Скачать» начинается загрузка архива, содержащего исполняемый файл установки OWEN Logic. Процесс загрузки представлен на рисунке 5.

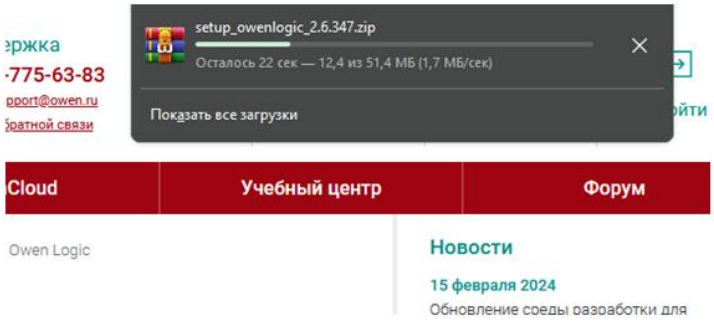


Рисунок 5 – Загрузка архива с установочным файлом среды программирования

После завершения загрузки архива его необходимо распаковать. Установка начинается при запуске файла setup_owenlogic_2.6.347.exe (версия ПО обновляется время от времени). Процесс установки среды программирования OWEN Logic показан на рисунке 6-9.

При запуске установочного файла появляется окно Мастера установки среды OWEN Logic. Чтобы продолжить, необходимо нажать на кнопку «Далее». Это окно изображено на рисунке 6. В ходе установки потребуется ознакомиться с условиями лицензионного соглашения и принять их.

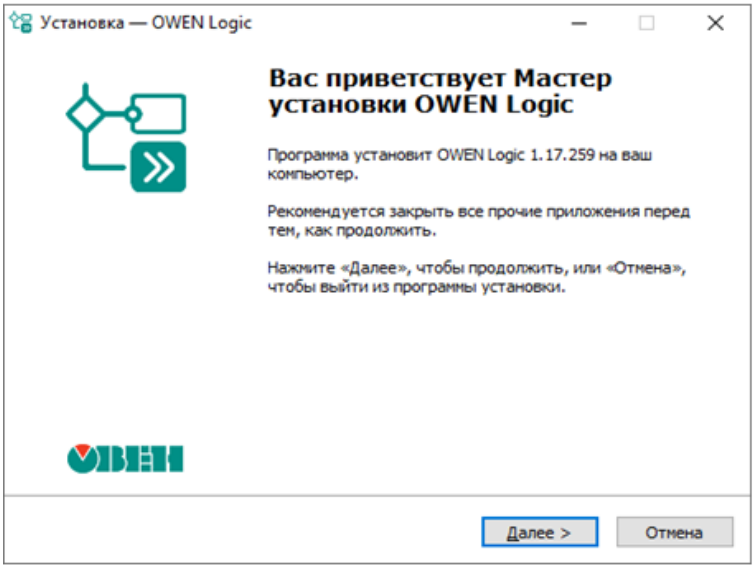


Рисунок 6 – Мастер установки OWEN Logic

Затем как показано на рисунке 7, необходимо выбрать папку для установки среды OWEN Logic. Для этого необходимо нажать на кнопку «Обзор» и в появившемся окне указать желаемое место размещения.

Если изменение расположения не требуется, можно оставить значение по умолчанию. Чтобы продолжить, нужно нажать «Далее».

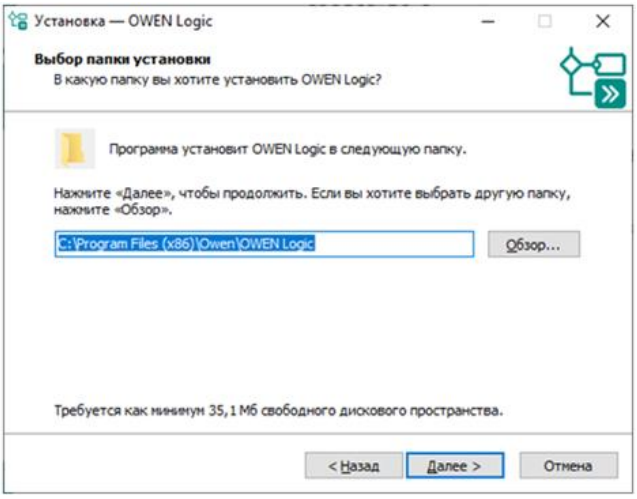


Рисунок 7 – Выбор папки для установки среды программирования

На рисунке 8 изображено окно, в котором во время установки предлагается выбрать дополнительные параметры, такие как создание ярлыка на рабочем столе и в панели быстрого доступа, а также ассоциацию файлов с расширением owl с программой OWEN Logic.

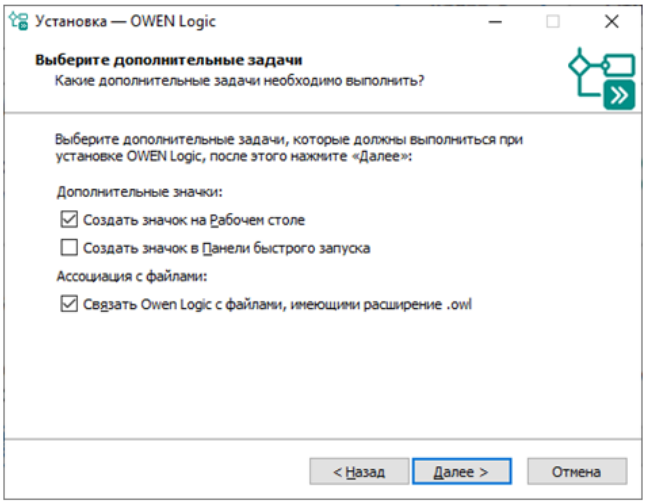


Рисунок 8 – Выбор дополнительных настроек среды программирования

В окне, показанном на рисунке 9, предлагается проверить все дополнительные опции, итоговое расположение и начать процесс установки.

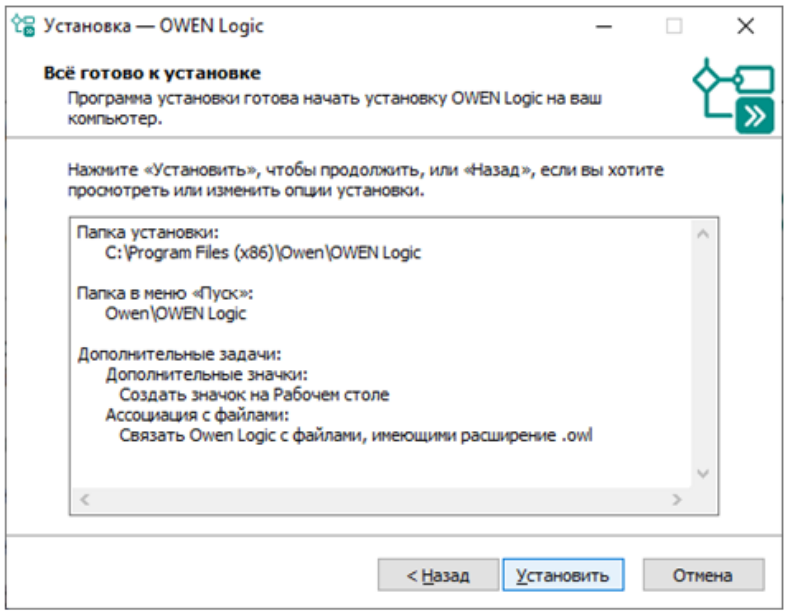


Рисунок 9 – Просмотр опций установки

На рисунке 10 показано Главное окно, открывающееся после запуска OWEN Logic.

Рисунок 10 – Окно OWEN Logic

Для настройки среды программирования OWEN Logic необходимо создать новый проект, выбрав соответствующую опцию в меню «Файл», как показано на рисунке 11. Без создания нового проекта большинство основных функций среды будет недоступно.

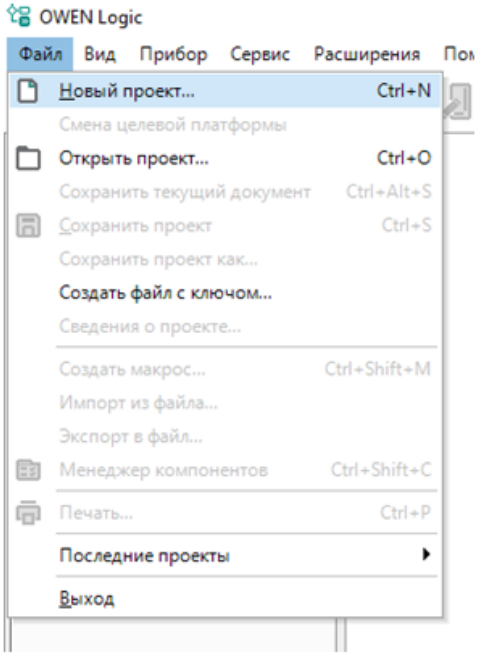


Рисунок 11 – Начало создания нового проекта в среде OWEN Logic

На рисунке 12 показана панель инструментов среды программирования OWEN Logic.

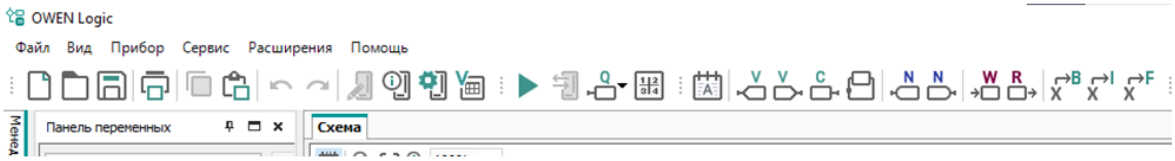


Рисунок 12 – Панель инструментов OWEN Logic

Панель инструментов, как и многие другие элементы интерфейса, можно настроить по своему усмотрению. Есть возможность перемещать или выделять отдельные элементы интерфейса в отдельное окно. Для повышения удобства было изменено расположение некоторых элементов панели инструментов: часть панели переместили вниз, как показано на рисунке 13, чтобы обеспечить более быстрый доступ к началу отладки проекта.

Рисунок 13 – Панель инструментов после настройки

В режиме эмуляции панель инструментов дополняется новыми элементами, что отражено на рисунке 14. При необходимости эти элементы также можно настроить по своему усмотрению.

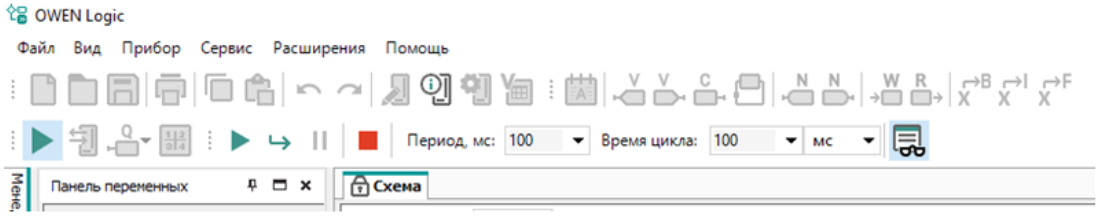


Рисунок 14 – Панель инструментов в режиме эмуляции

Логика управляющей программы разрабатывается на рабочем холсте. Его размеры можно изменять по мере необходимости в процессе разработки управляющей программы. Свойства рабочего холста приведены на рисунке 16, а на рисунке 15 показан рабочий холст проекта после его изменения в размерах.

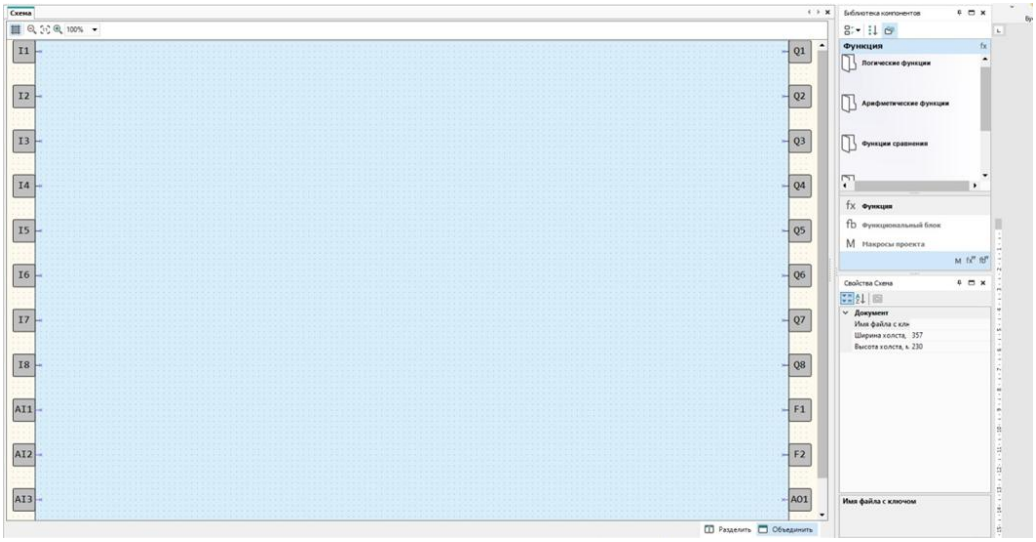


Рисунок 15 – Рабочий холст проекта среды OWEN Logic

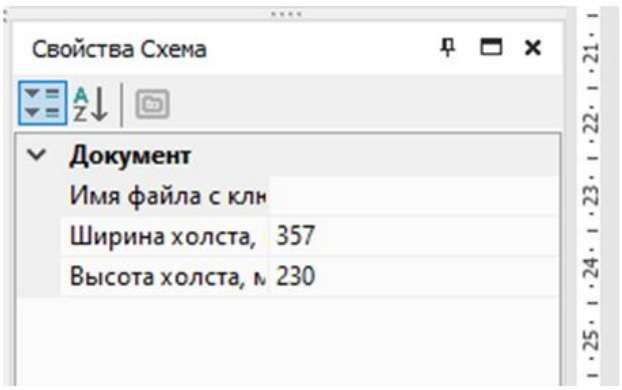


Рисунок 16 – Свойства рабочего холста проекта

На главном экране среды OWEN Logic расположена Библиотека компонентов, изображенная на рисунке 17. В ней собраны функциональные блоки языка FBD и макросы, используемые в проекте.

Кроме того, присутствует Панель переменных, которая содержит переменные проекта и обеспечивает быстрый доступ к ним. Представление этой панели в созданном проекте показано на рисунке 18.

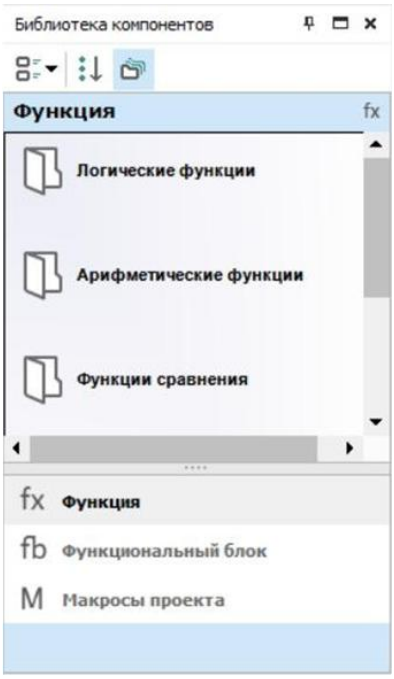


Рисунок 17 – Библиотека компонентов

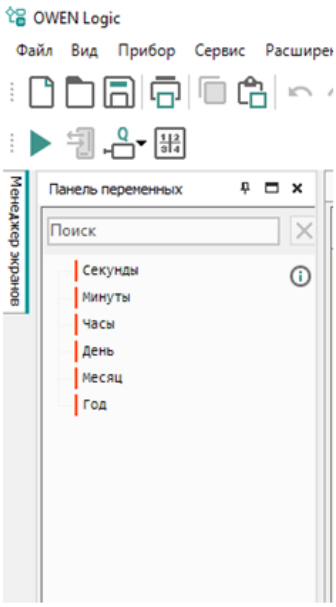


Рисунок 18 – Панель переменных

Для настройки ЖКИ ПЛК, являющегося монохромным текстовым дисплеем, в среде программирования OWEN Logic существует раздел «Менеджер экранов». Окно этого раздела изображено на рисунке 19. Менеджер экранов позволяет настроить отображение на символьном индикаторе определённых значений, используемых в управляющей программе, или текстовых сообщений.

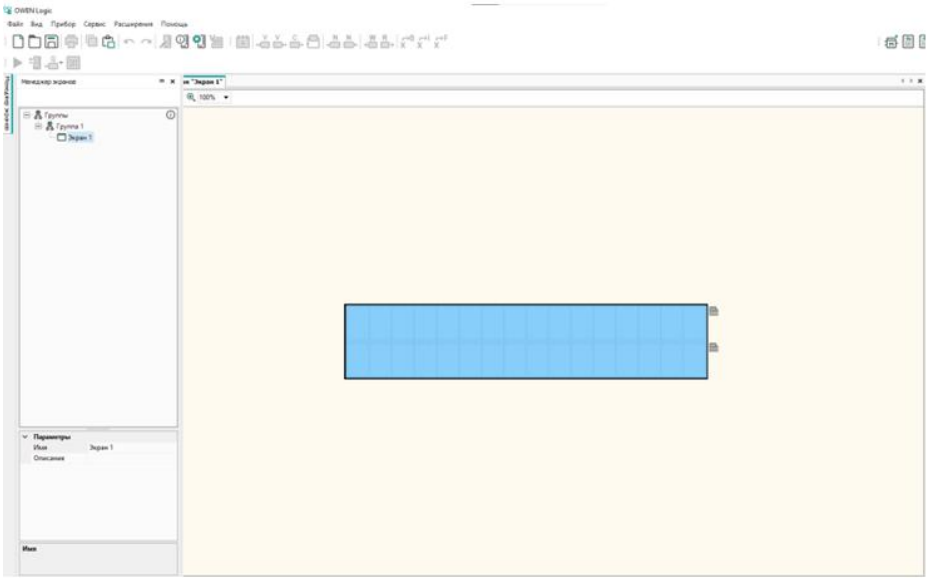


Рисунок 19 – Окно раздела Менеджер экранов

Для последующего подключения ПЛК к ПК через USB-порт необходимо скорректировать настройки соединения устройства, как показано на рисунке 20. После установки необходимых драйверов в разделе «Порт» будет отображаться подключённый ПЛК.

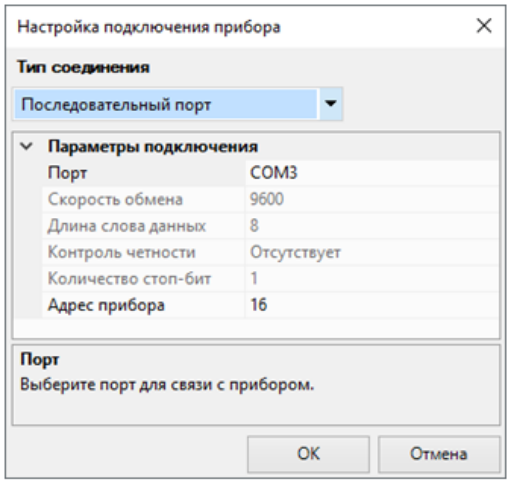


Рисунок 20 – Настройка подключения прибора

Для упрощения настроек и более эффективного взаимодействия со средой программирования OWEN Logic рекомендуется обращаться к встроенному справочнику, изображенному на рисунке 21.

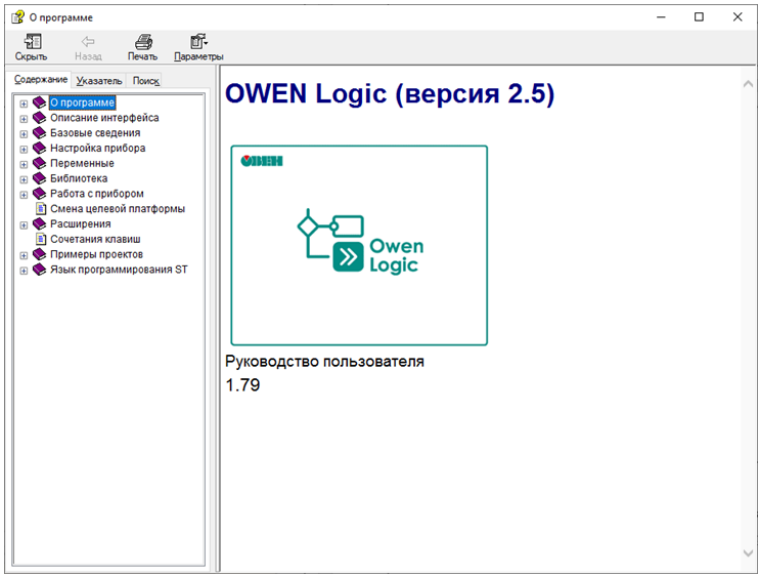


Рисунок 21 – Руководства пользователя

Для создания графического интерфейса была установлена программа Конфигуратор СП200.

Программа «Конфигуратор» - это прикладное программное обеспечение, предназначенное для программирования (создания конфигурации) панели оператора [4].

Программа-конфигуратор позволяет сформировать конфигурацию панели оператора – «проект» – произвольный степени сложности, соответствующий конкретному комплексу процедур, управление которыми должна выполнять панель оператора [4]. Созданный проект загружается в панель оператора, определяя текущие значения её параметров.

Процесс установки программы Конфигуратор СП200 показан на рисунках ниже. На рисунке 22 показан мастер установки Конфигуратор СП200.

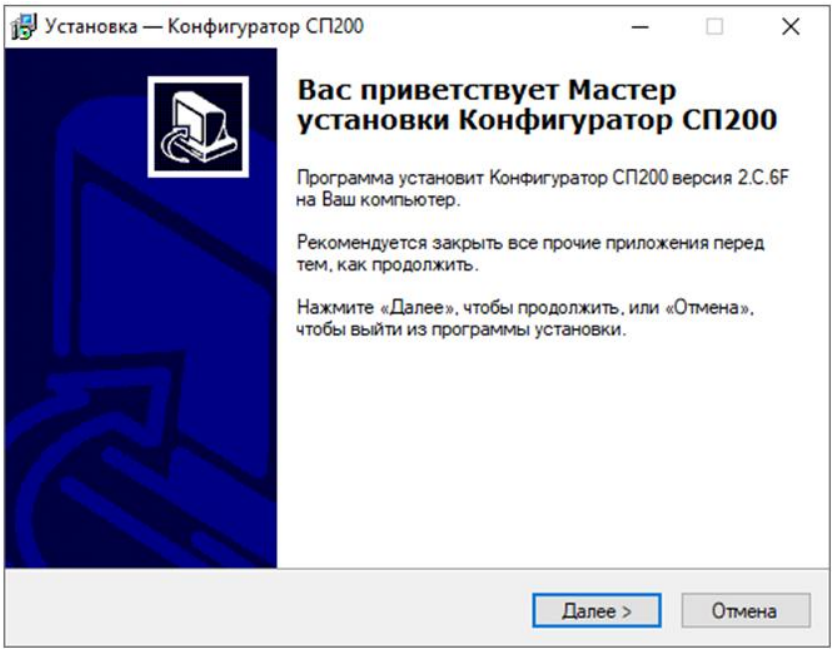


Рисунок 22 – Мастер установки Конфигуратора СП200

На рисунке 23 показан этап, на котором необходимо выбрать место установки Конфигуратора СП200 на жестком диске компьютера. Для этого следует нажать кнопку «Обзор» и в появившемся окне указать желаемое расположение. Если изменение местоположения не требуется, можно оставить поле с текущим значением по умолчанию.

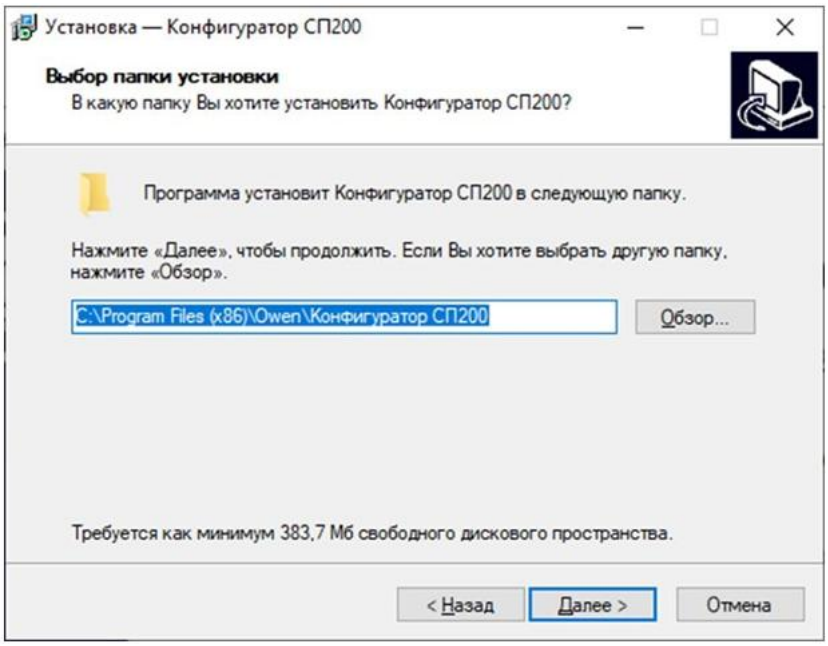


Рисунок 23 – Выбор директории для установки Конфигуратора СП200

В следующем окне предлагается создать ярлык на рабочем столе.

Для этого необходимо поставить галочку рядом с соответствующим пунктом, как показано на рисунке 24.

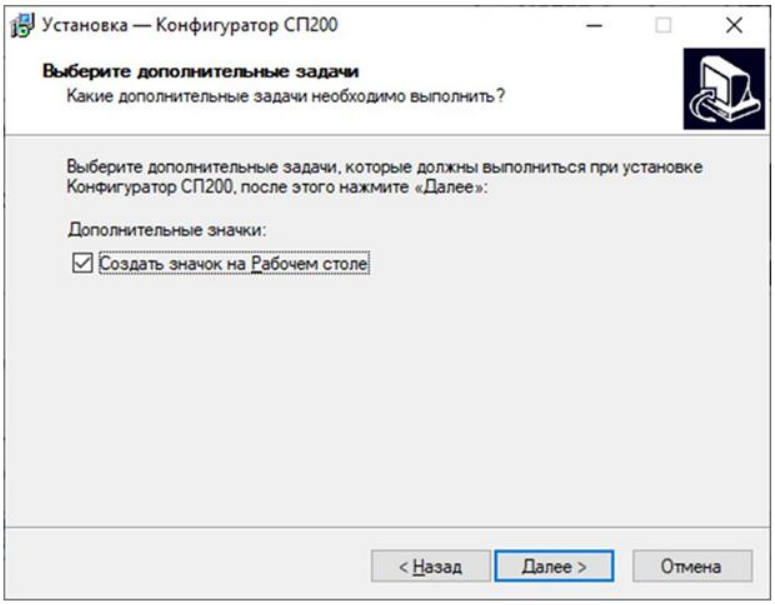


Рисунок 24 – Дополнительные настройки Мастера установки Конфигуратора СП200

На окне, изображенном на рисунке 25, отображены всё выбранные параметры установки Конфигуратора СП200.

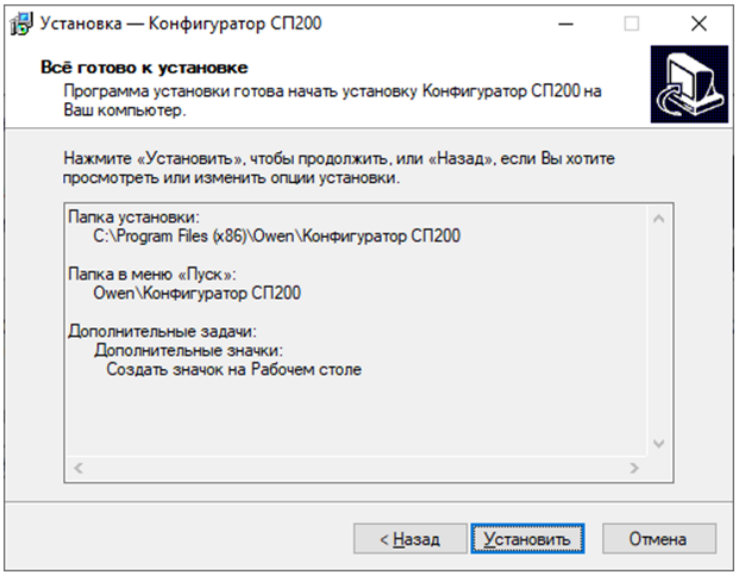


Рисунок 25 – Окно просмотра заданных опций Мастера установки

На рисунке 26 изображено окно завершения Мастера установки Конфигуратора СП200. Если после установки требуется немедленно запустить Конфигуратор СП200, следует оставить галочку возле соответствующего пункта.

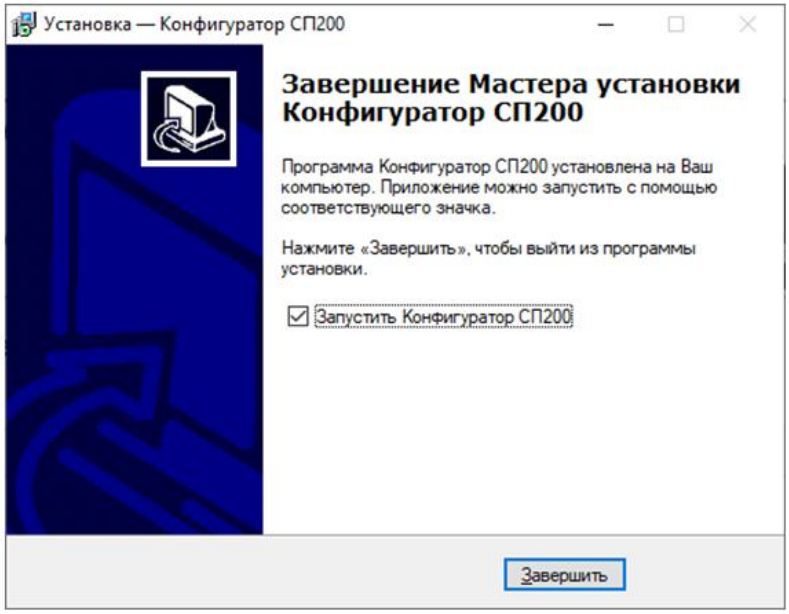


Рисунок 26 – Завершение Мастера установки Конфигуратора СП200

На рисунке 27 изображено основное окно, которое появляется после запуска Конфигуратора СП200. Для работы с этим программным обеспечением также потребуется создать новый проект.

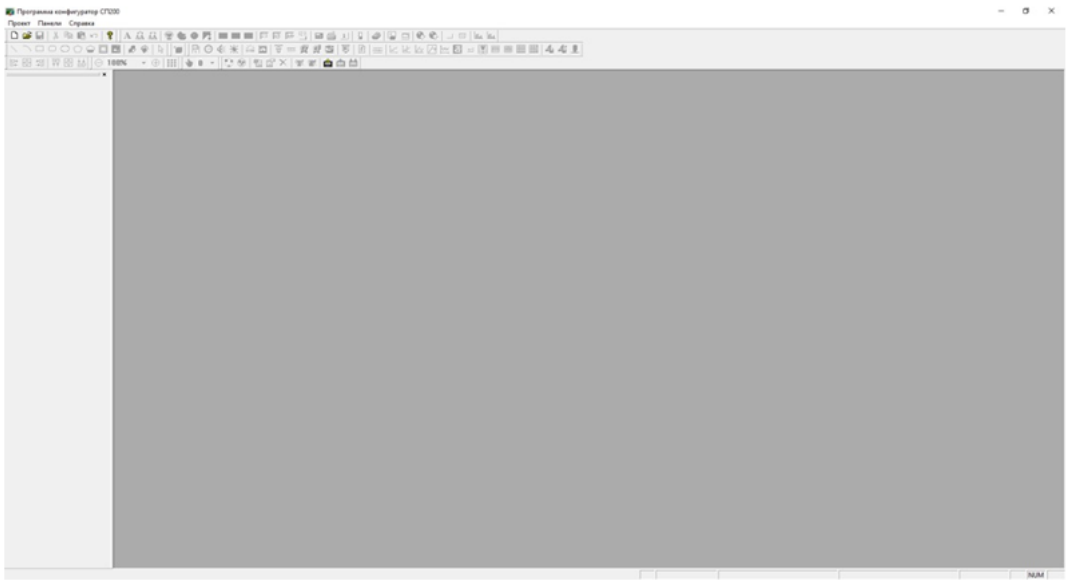


Рисунок 27 – Окно программы Конфигуратор СП200

На рисунке 28 изображена панель инструментов Конфигуратора СП200. Эта панель инструментов, подобно среде OWEN Logic, может быть настроена для более удобной работы.

Рисунок 28 – Панель управления Конфигуратора СП200

В открывшемся окне расположено древовидное меню элементов, обеспечивающее удобную навигацию по проекту. Пример вида этого дерева для нового проекта показан на рисунке 29.

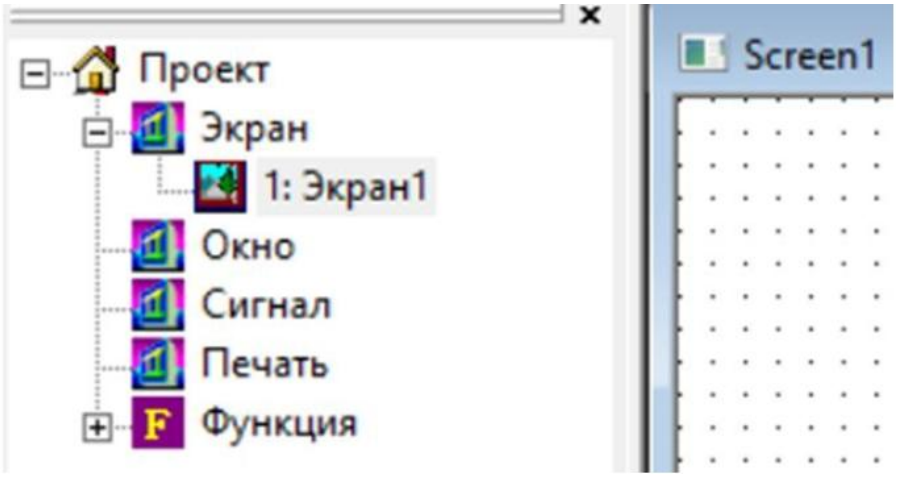


Рисунок 29 – Окно элементов проекта

1.2 Проектирование и разработка

Проект состоит из управляющей программы и сконфигурированного интерфейса панели оператора. ПЛК с загруженной программой и панель оператора запускаются после подключения питания. Пользователь взаимодействует с управляющей программой контроллера через графический интерфейс панели оператора.

1.2.1 Конфигурирование ПЛК ОВЕН ПР200

ОВЕН ПР200 – программируемое реле с дисплеем. На рисунке 30 представлен внешний вид прибора. Прибор выпускается в корпусе 7 DIN и имеет на борту до 24 каналов ввода/вывода [4]. 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 [2].

Написание алгоритма было осуществлено на языке FBD с помощью бесплатной среды программирования Owen Logic. Загрузка алгоритма производится с помощью кабеля miniUSB.

Рисунок 30 – Прибор ОВЕН ПР200

Был создан новый проект в редакторе OWEN Logic. В окне «Выбор модели» выбран тип устройства ПР200-24.2(4).X., как показано на рисунке 31.

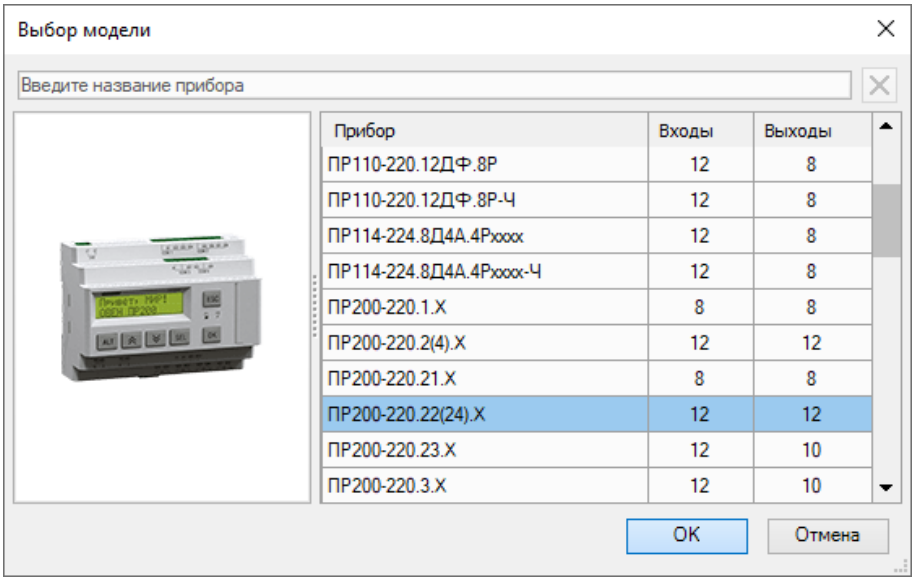


Рисунок 31 – Окно выбора модели

После сохранения созданного проекта с названием «indiv.owl» необходимо перейти в «Настройки прибора» во вкладке «Прибор». В настройках прибора был изменены адрес на 1 и добавлены необходимые сетевые переменные, как показано на рисунках 32 и 33.

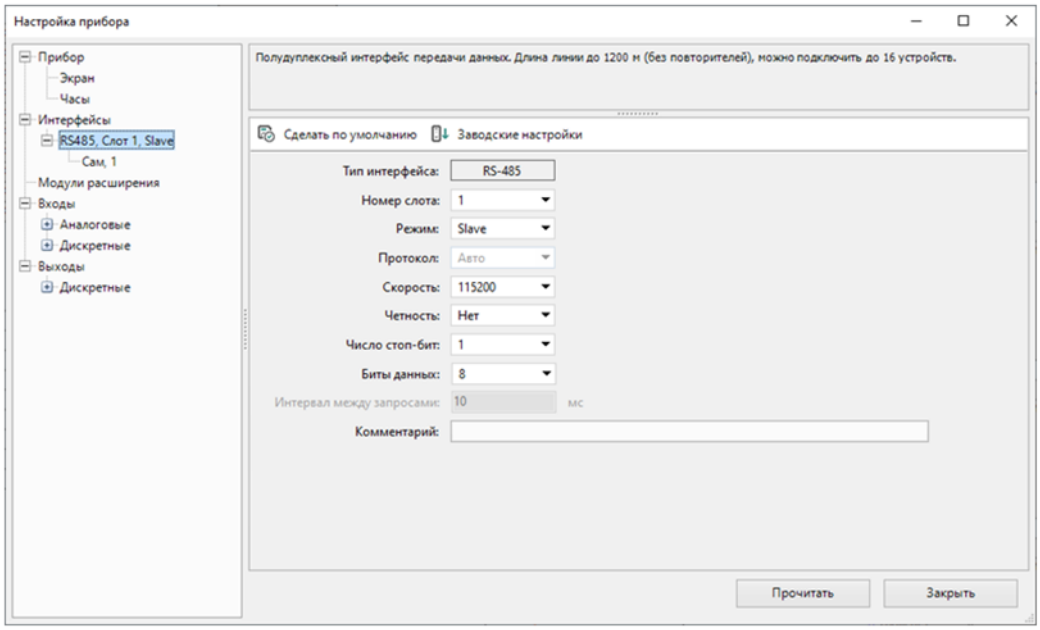


Рисунок 32 – Сетевые настройки прибора

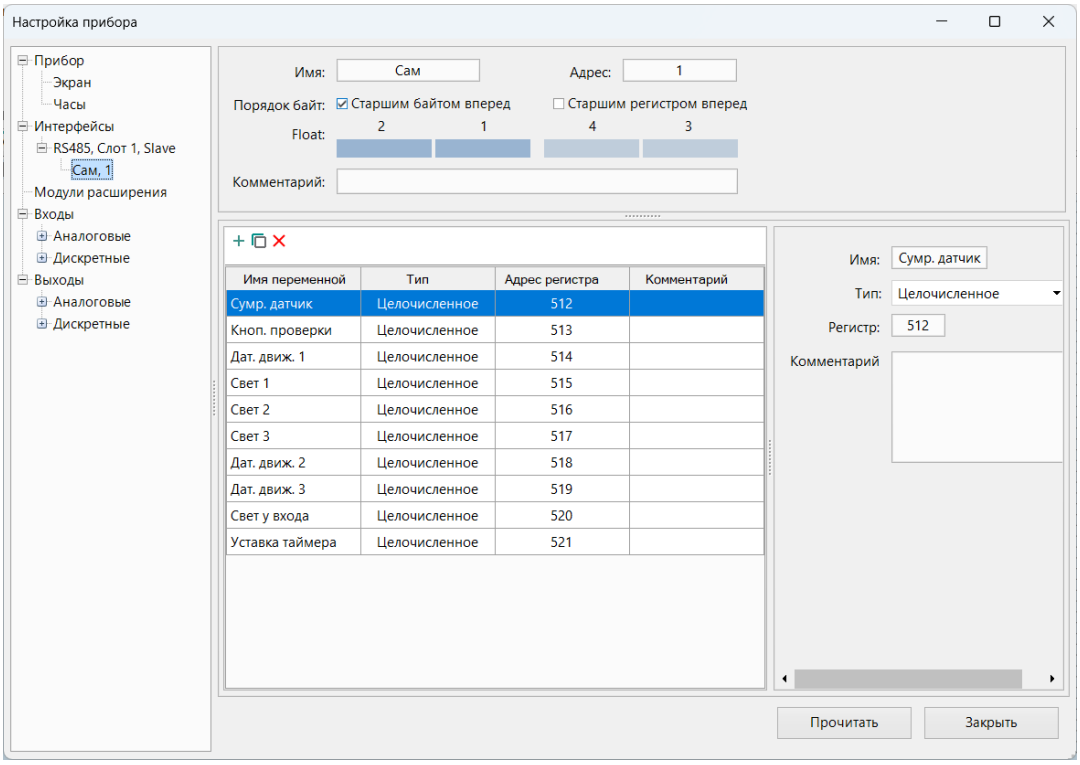


Рисунок 33 – Таблица сетевых переменных настроек прибора

Ниже представлена таблица 2, в которой описаны сетевые переменные программы с адресами регистров.

Таблица 2 – Таблица сетевых переменных с адресами регистров

Имя переменной	Тип переменной	Адрес регистра
Сумр. датчик	Целочисленное	512
Кноп. проверки	Целочисленное	513
Дат. движ. 1	Целочисленное	514
Свет 1	Целочисленное	515
Свет 2	Целочисленное	516
Свет 3	Целочисленное	517
Дат. движ. 2	Целочисленное	518
Дат. движ. 3	Целочисленное	519
Свет у входа	Целочисленное	520
Уставка таймера	Целочисленное	521

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 34.

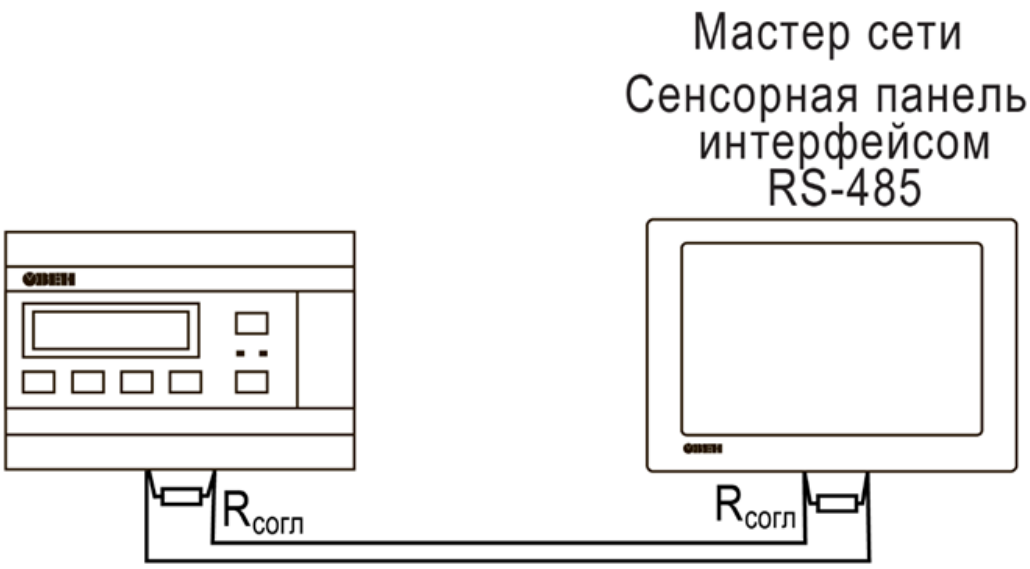


Рисунок 34 – Схема сетевого взаимодействия мастер-панели ПЛК

1.2.2 Разработка управляющей программы

Для осуществления освещения на входе в производственное помещение был реализован следующий алгоритм. Преобразованные сигналы поступают на логический элемент «OR». После выходной сигнал проходит через элемент «x-I», который преобразует сигнал в целочисленное значение. Фрагмент вышеописанной логики представлен на рисунке 35.

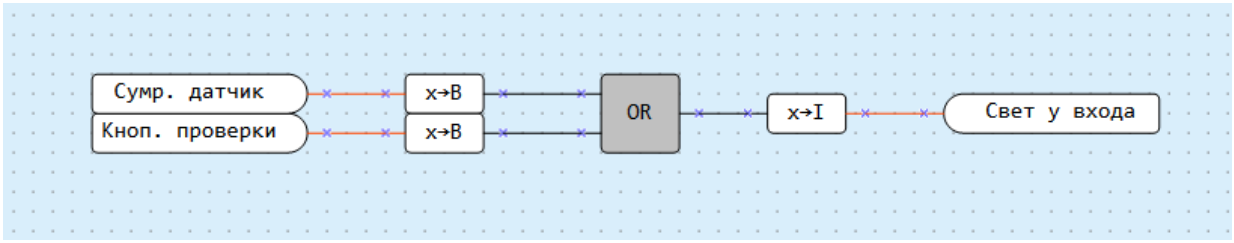


Рисунок 35 – Алгоритм для реализации света на входе

Логическая функция ИЛИ (OR) используется для выдачи выходного сигнала в виде логической «1», если хотя бы на один из входов блока функции поступает сигнал логической «1». Это позволяет объединять несколько условий или сигналов, чтобы получить единый выходной сигнал, если хотя бы одно из условий выполняется [3], что продемонстрированно на рисунке 36. Работу логической функции объясняет рисунок 37.

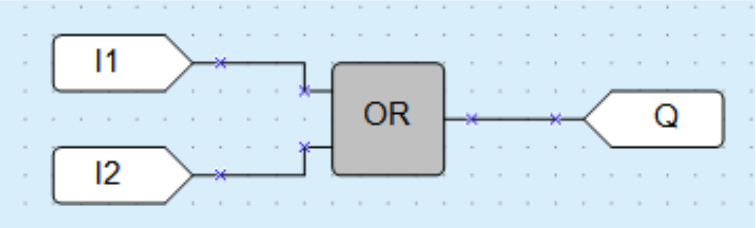


Рисунок 36 – Пример использования логической функции OR

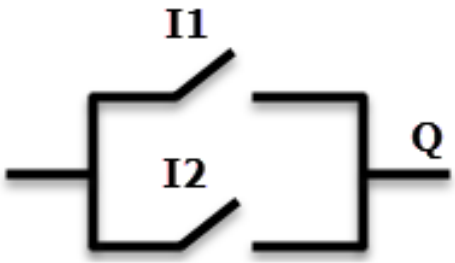


Рисунок 37 – Принцип работы логической функции OR

Для осуществления освещения на лестничной клетке был реализован следующий алгоритм. При активации сумеречного датчика и датчика движения сигнал подается на вход элемента AND.

Выходной сигнал активирует таймер с задержкой выключения TOF1 и попадает на логическую функцию OR. После происходит преобразование в целочисленное значение и включается свет на лестничной клетке 2. Также активация освещения возможна, благодаря кнопке проверки, сигнал которой также проходит через OR, что показано на рисунке 38

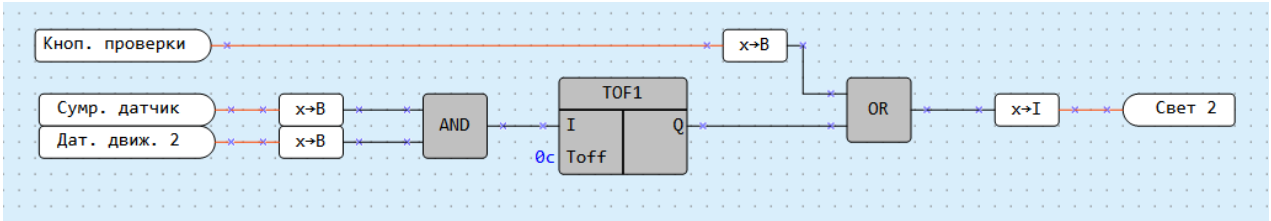


Рисунок 38 – Созданная логика освещения лестничной клетки

Для блока «И» («AND») принцип работы, представленные на рисунке 39, выглядит следующим образом – если на оба входа блока функции поступают сигналы логической единицы (все входы включены – контакты замкнуты), то на входе появляется сигнал логической единицы (выход включен) [3].

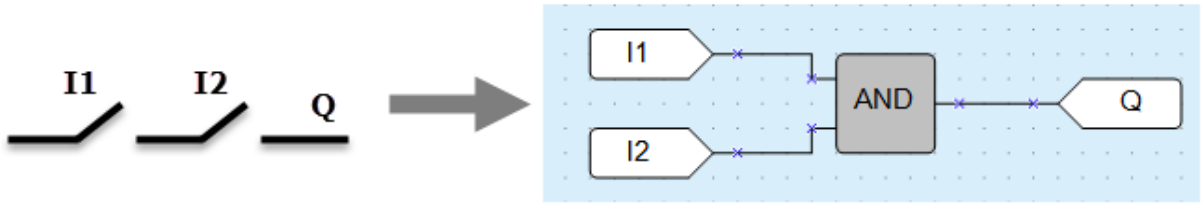


Рисунок 39 – Принцип работы блока функции «И»

Таймер с задержкой выключения «TOF1» используется для задержки отключения выхода. На выходе Q таймера появится сигнал логической «1» по фронту сигнала на входе I, отсчет времени задержки отключения TOF начнется по каждому спаду входного сигнала. После отключения входного сигнала на выходе появится сигнал логического «0» с задержкой TOF [3]. Пример использования данного таймера продемонстрирован на рисунке 40. Работу таймера поясняет приведенная на рисунке 41 диаграмма.

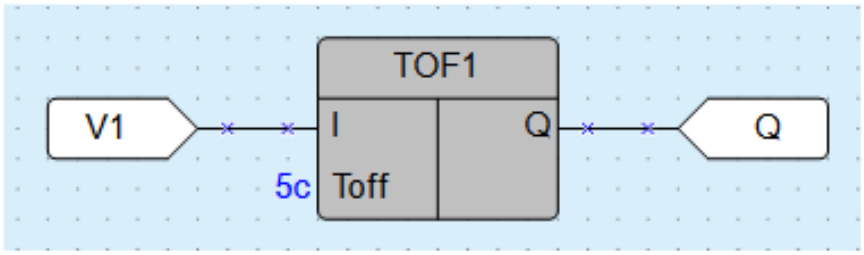


Рисунок 40 –Пример использования таймера с задержкой выключения

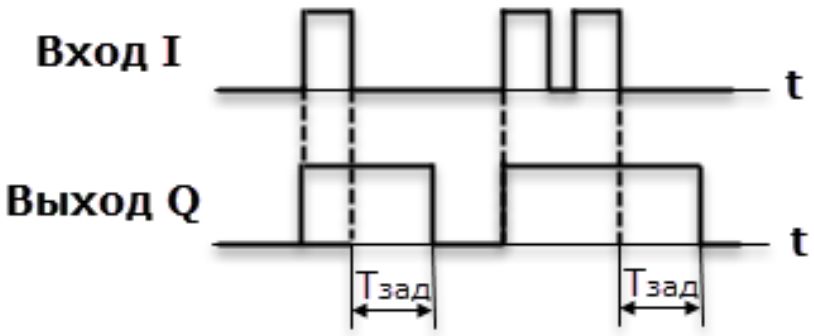


Рисунок 41 – Диаграмма работы таймеры «TOF»

Ниже на рисунке 42, представлен полный алгоритм для включения освещения для 3 лестничных клеток. Вышеописанная логика была продублирована для каждой из лестничных площадок.

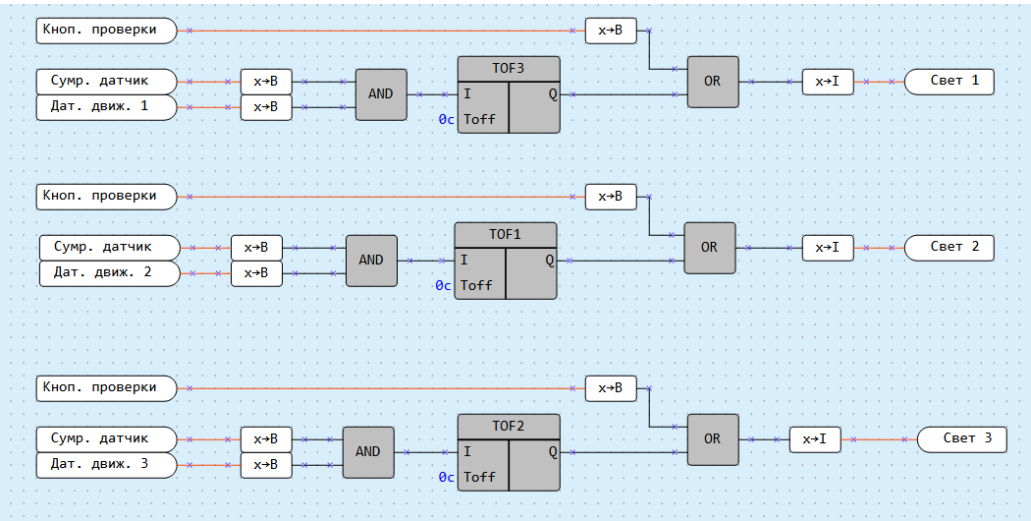


Рисунок 42 – Алгоритм активации освещения на лестничных клетках

Для упрощенной настройки таймеров с задержкой выключения TOF была реализована следующая логика, приведенная ниже на рисунке 43. Была добавлена сетевая переменная «Уставка таймера» и подключена к 3 блокам записи в Фб «Write to FB».

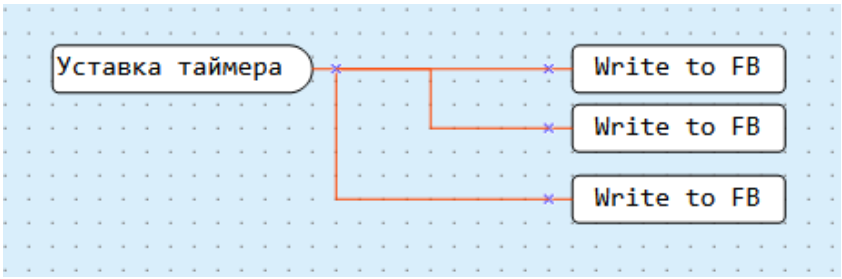


Рисунок 43 – Реализация алгоритма для упрощения настройки таймеров TOF

Блок чтения/записи в ФБ используется для задачи или чтения значения параметра ФБ в процессе выполнения программы. Пример использования показан на рисунке 44. В зависимости от значения на входе I1 в функциональном блоке BLINK1 значение параметра «Длительность вкл. состояния» будет иметь значение 2 или 10 [3].

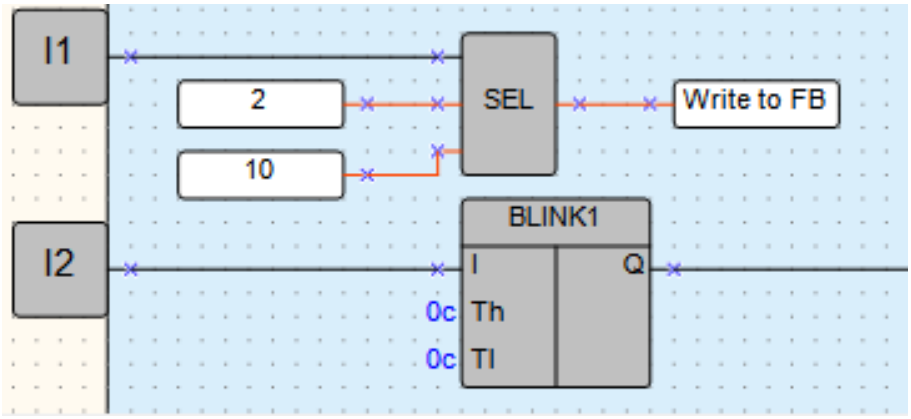


Рисунок 44 – Пример использования блока чтения/записи в ФБ

Для настройки блока записи значения в ФБ следует на панели свойств блока выбрать ФБ и имя переменной, в которую будет записываться значение [3], что и продемонстрировано на рисунке 45.

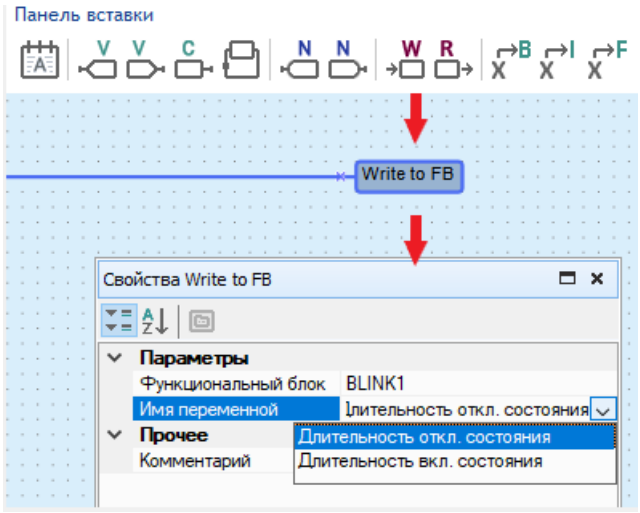


Рисунок 45 – Пример настройки блока чтения/записи в ФБ

Для оптимизации пространства на рабочем холсте программы был создан макрос. Макрос – пользовательский алгоритм для использования в проекте [1]. Использование макросов помогает не только привести интерфейс в порядок, но и применять их в других проектах. Макрос «Лест.Кл.1» изображен на рисунке 46.

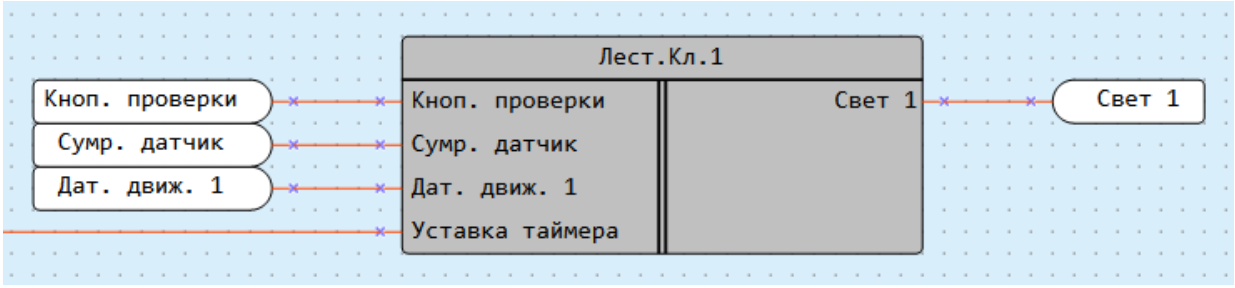


Рисунок 46 – Добавление макроса «Лест.Кл.1» на рабочий холст проекта

По аналогии были созданы еще 2 макроса «Лест.кл.21» и «Лест.кл.31» для освещения лестничных площадок 2 и 3, что продемонстрировано на рисунке 47.

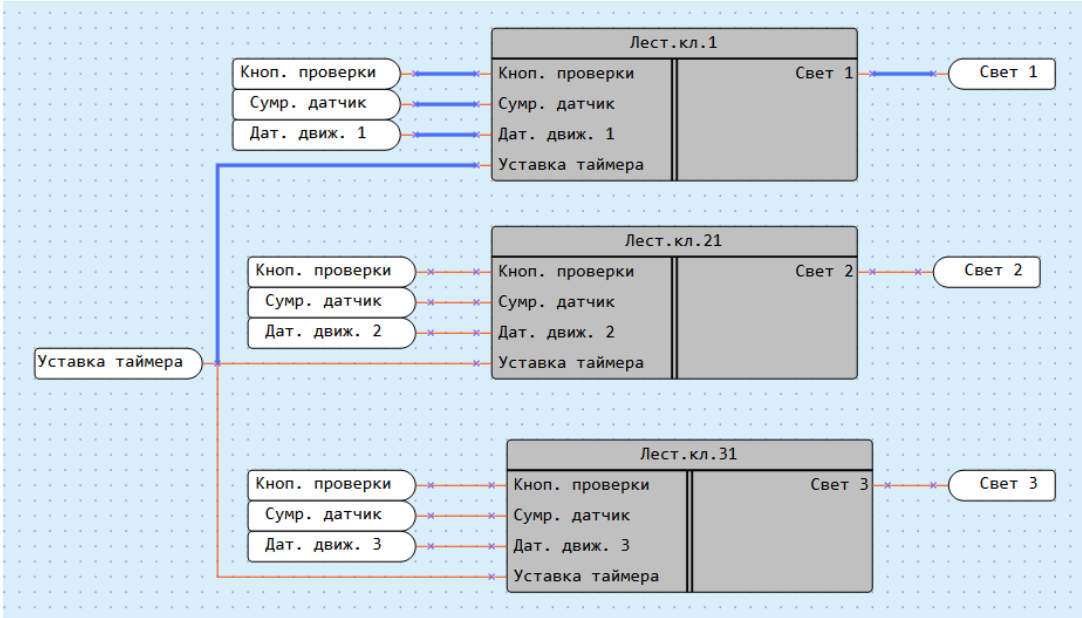


Рисунок 47 – Результат добавления 2 макросов

Итоговый вид управляющей программы представлен на рисунке 48.

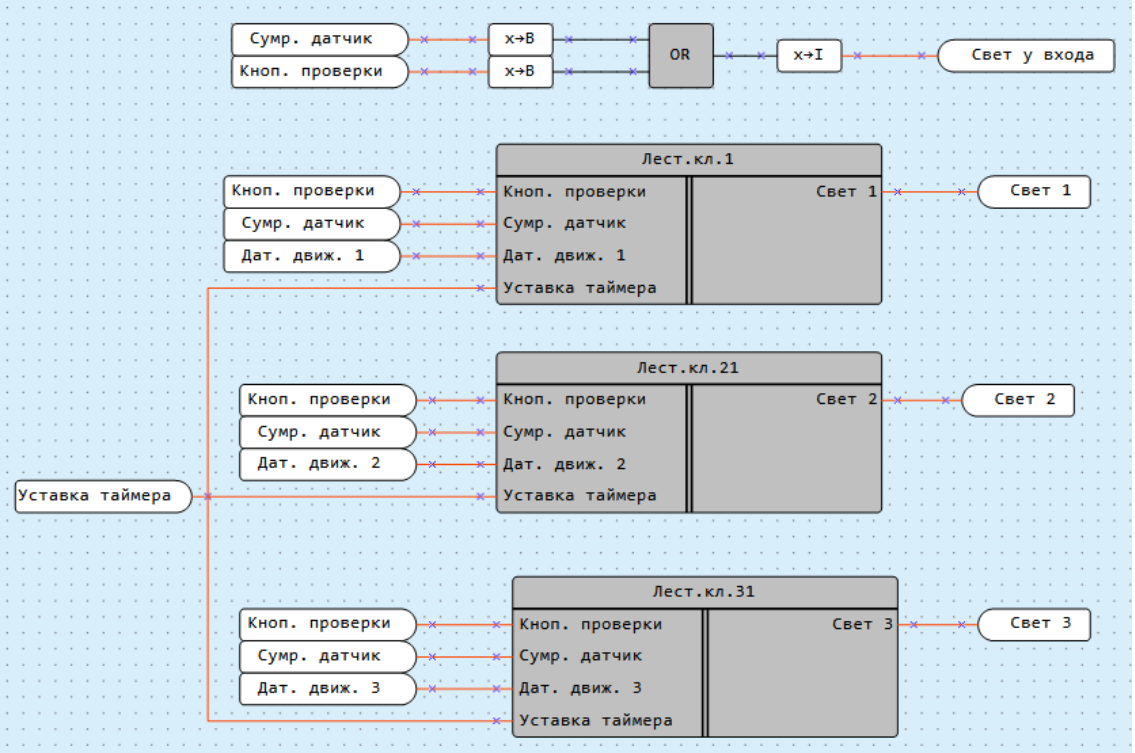


Рисунок 48 – Итоговый вид управляющей программы

Готовая управляющая программа должна быть загружена на контроллер. Подключение устройства к персональному компьютеру осуществляется с помощью кабеля mini USB B – USB A. Схема подключения изображена на рисунке 49.

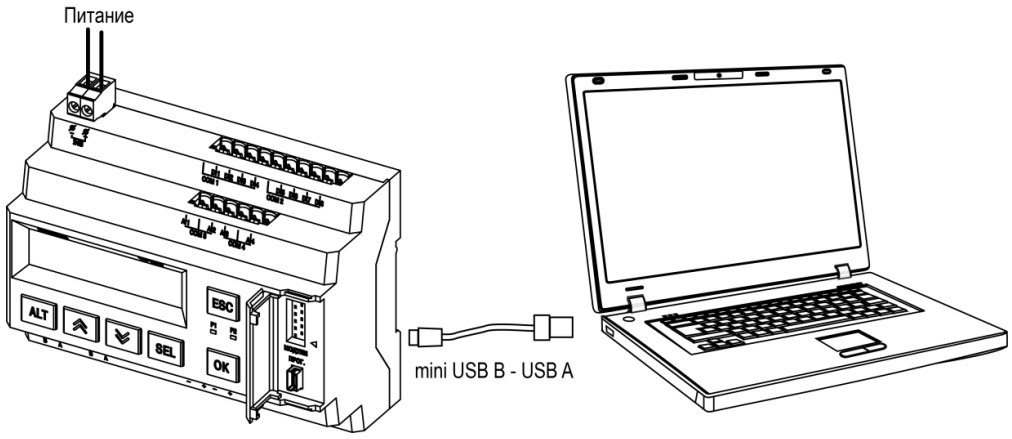


Рисунок 49 – Схема подключения ПЛК к ПК

1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270

Исходя из заложенного в управляющую программу функционала, были описаны UML-диаграммы деятельности и сценариев использования, в которых описаны шаблоны взаимодействия пользователя и разрабатываемой системы.

Первоначально в проекте предусмотрены две отдельные панели для удобства использования пользователя, однако лабораторный стенд располагает только одной операторской панелью. По этой причине некоторые функции были вынесены на отдельный экран интерфейса.

На рисунках 50 и 51 представлены UML-диаграммы сценариев использования, описывающие шаблоны использования системы оператором.

Рисунок 50 – UML-диаграмма использования для оператора

На рисунке 51 изображены возможности использования системы при активированном сумеречном датчике.

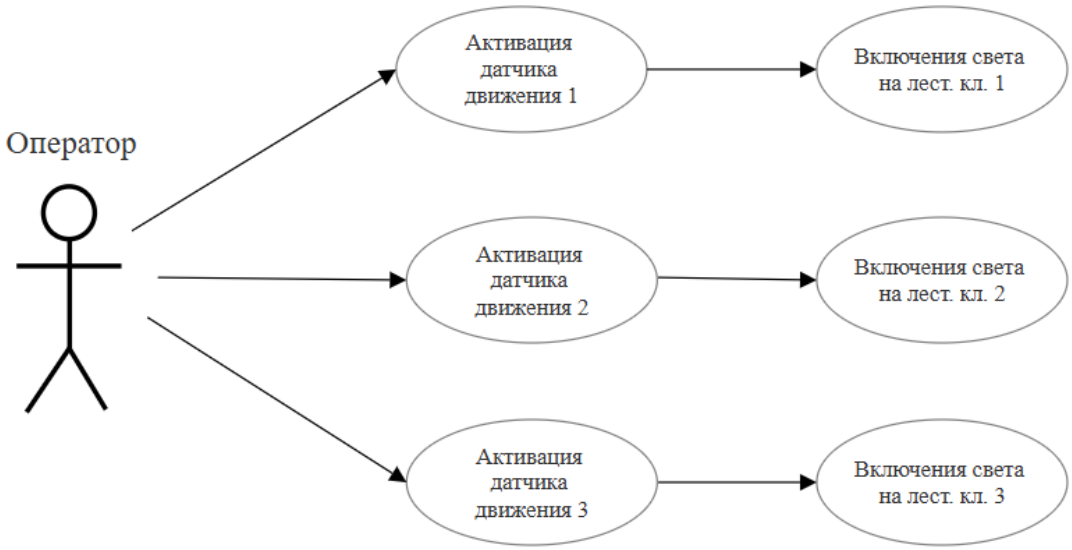


Рисунок 51 – UML-диаграмма использования системы при включенном сумеречном датчике

После анализа возможных сценариев использования панели пользователем был начат процесс конфигурирования интерфейса панели оператора

В «Конфигураторе СП200» был создан новый проект. При его создании был выбран протокол Modbus RTU (Панель мастер) для порта PLC, что изображено на рисунке 52.

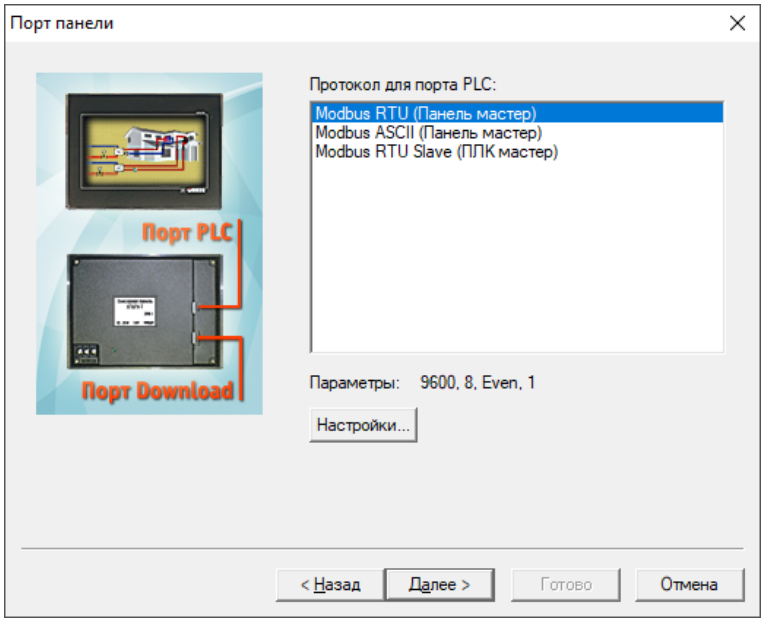


Рисунок 52 – окно «Порт панели»

В окне «Настройки параметров соединения» были заданы следующие сетевые параметры, изображённые на рисунке 53, соответствующие настройкам подключения контроллера.

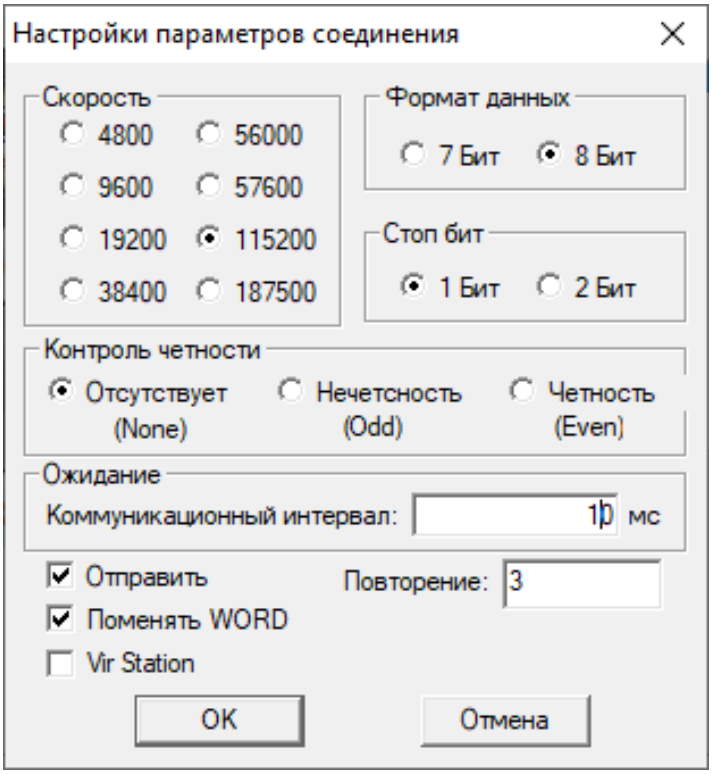


Рисунок 53– Настройки параметров соединения панели оператора

Главное окно нового проекта, которое появляется после его создания, показано на рисунке 54.

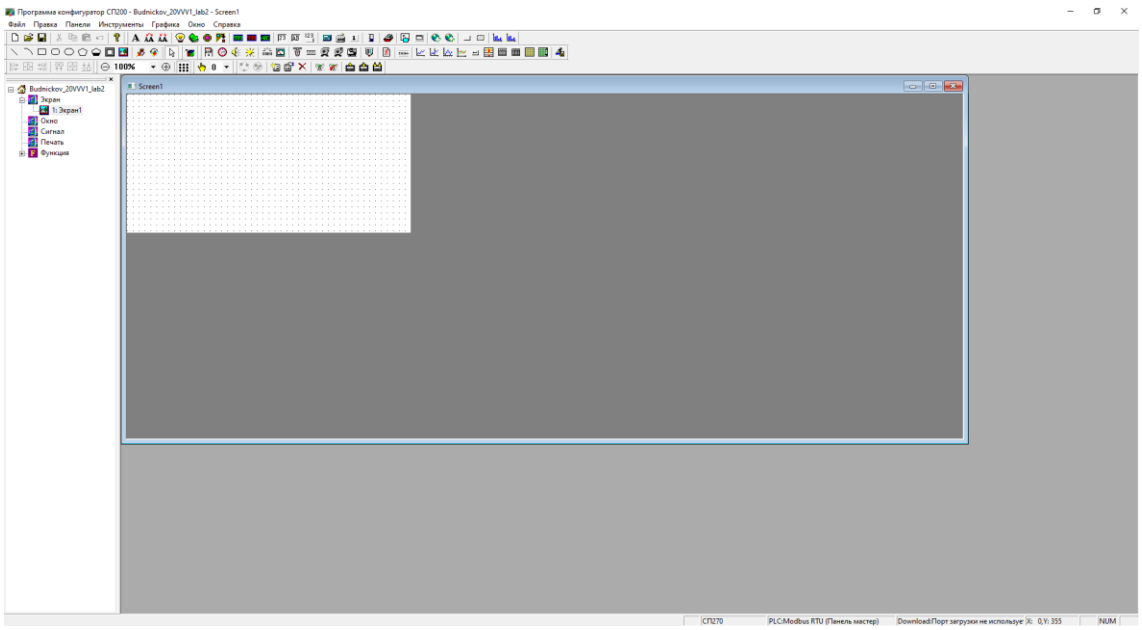


Рисунок 54 – Окно нового проекта Конфигуратор СП270

Ниже представлена таблица 3, в которой показано соответствие сетевых переменных ПЛК типам элементов интерфейса панели оператора.

Таблица 3 – соотношение сетевых переменных и элементов интерфейса

Имя переменной	Адрес регистра	Тип элемента интерфейса
Сумр. датчик	512	Переключатель с подсветкой
Кноп. проверки	513	Переключатель с подсветкой
Дат. движ. 1	514	Переключатель с подсветкой
Свет 1	515	Лампа
Свет 2	516	Лампа
Свет 3	517	Лампа
Дат. движ. 2	518	Переключатель с подсветкой
Дат. движ. 3	519	Переключатель с подсветкой
Свет у входа	520	Лампа
Уставка таймера	521	Ввод данных

Для визуализации сумеречного датчика использовался элемент «Переключатель с подсветкой», что показано на рисунках 55 и 60.

Для сумеречного датчика в свойствах элемента «Переключатель с подсветкой» был задан адрес регистра 512, что соответствует сетевой переменной «Сумр. датчик».

Окно настройки связи элемента интерфейса и переменной управляющей программы показано на рисунке 56.

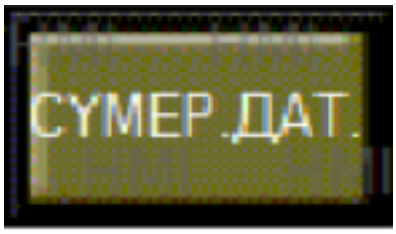


Рисунок 55 – Элемент «Переключатель с подсветкой»

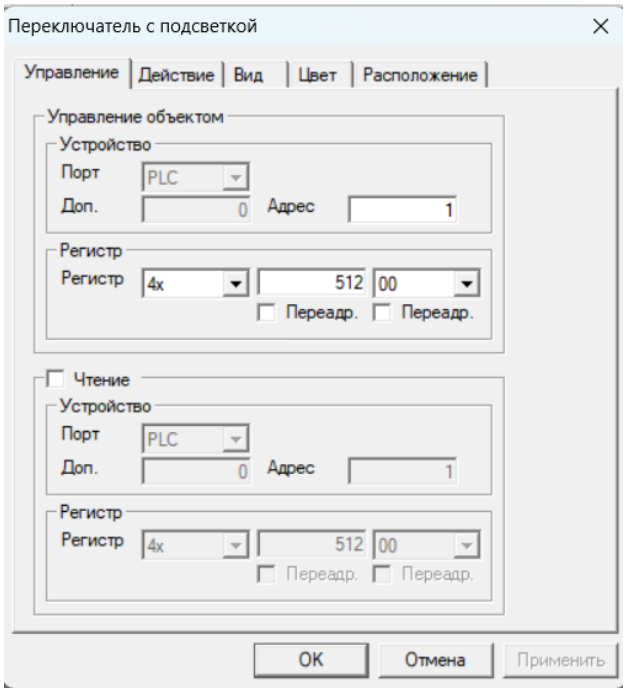


Рисунок 56 – Свойства управления элемента «Переключатель с подсветкой»

В пункте «Действие» был выбран «Реверс», что изображено на рисунке 57.

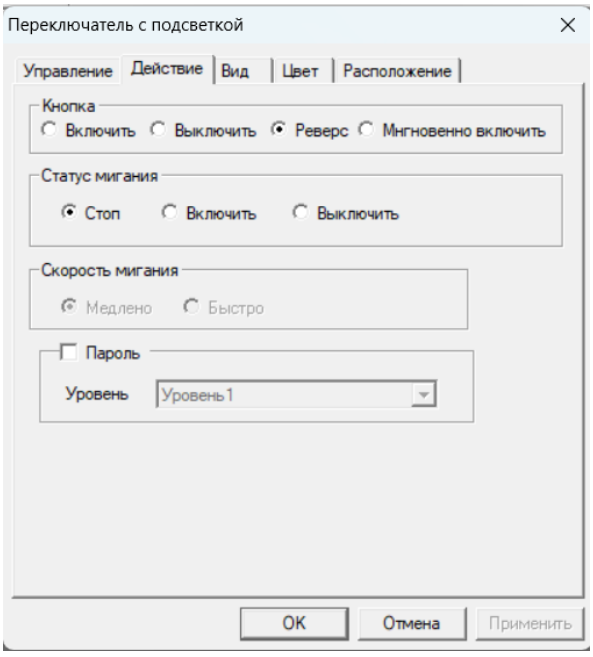


Рисунок 57 – Свойство действие элемента «Переключатель с подсветкой»

Был задан внешний вид и текст элемента в пункте «Вид» свойств элемент, а также изменено расположение, что можно увидеть на рисунках 58 и 59.

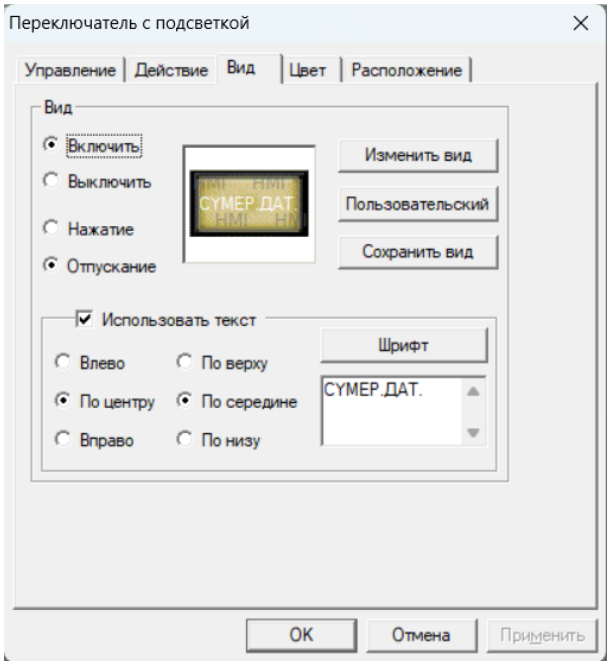


Рисунок 58 – Свойства внешнего вида элемента «Переключатель с подсветкой»

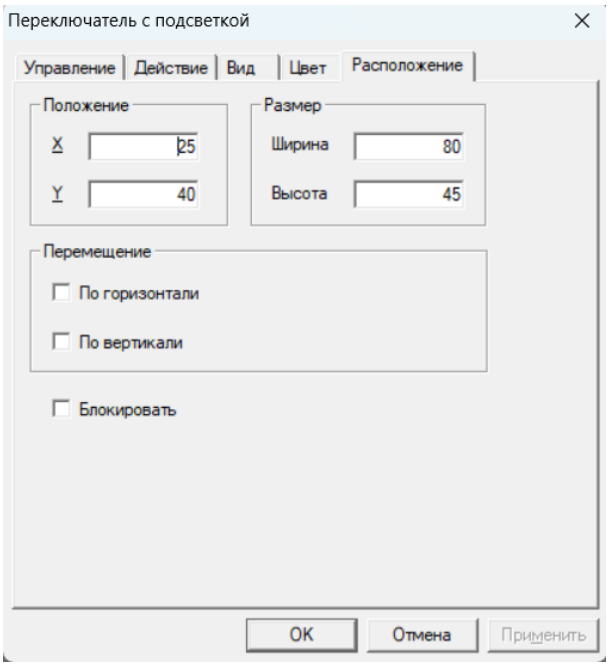


Рисунок 59 – Настройка расположения элемента
«Переключатель с подсветкой»

В результате был добавлен элемент «Переключатель с подсветкой», что показано на рисунке 60.

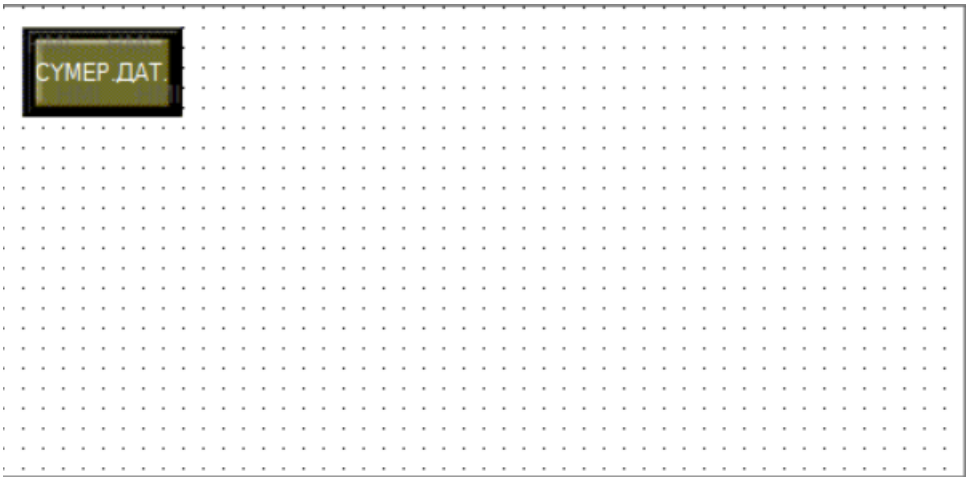


Рисунок 60 – Результат добавления элемента «Переключатель с подсветкой»

Для включения и выключения света в производственном помещении с помощью кнопки был добавлен еще один элемент «Переключатель с подсветкой», связанный с 513 регистром, что соответствует сетевой переменной «Кноп. проверки». Для него были выставлены такие же настройки, как и для сетевой переменной «Сумр. датчик», что изображено на рисунке 61.

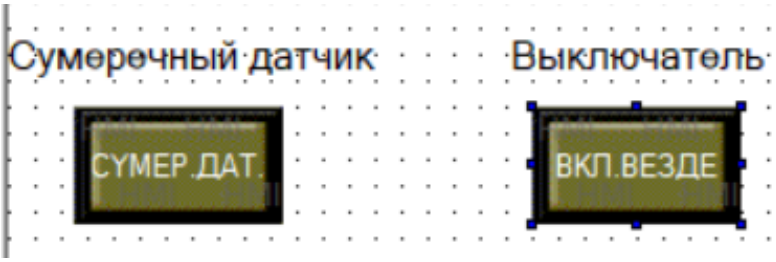


Рисунок 61 – Результат добавления второго элемента «Переключатель с подсветкой»

Для индикации включения света у входа был добавлен элемент «Лампа», показанный на рисунке 62.

Рисунок 62 – Элемент «Лампа»

Во вкладке «Управление» свойств данного элемента, что изображено на рисунке 63, был указан адрес регистра переменной «Свет у входа». Для более наглядного и правильного визуального отображения на панели оператора цвет элемента в состоянии «Включить» был изменен на зеленый. Также было изменено расположение. Используемые настройки показаны на рисунках 64 и 65.

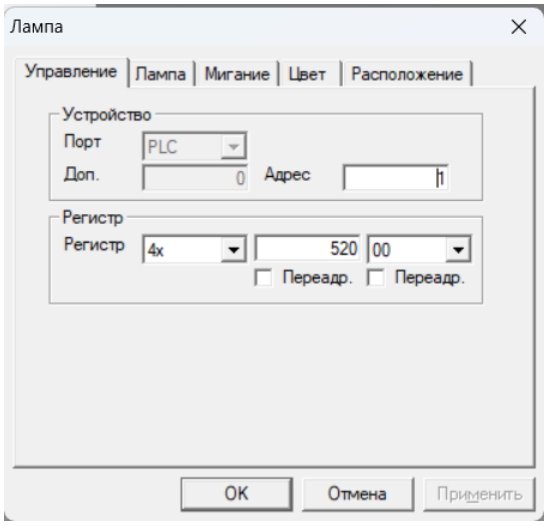


Рисунок 63 – Свойство управления элемента «Лампа»

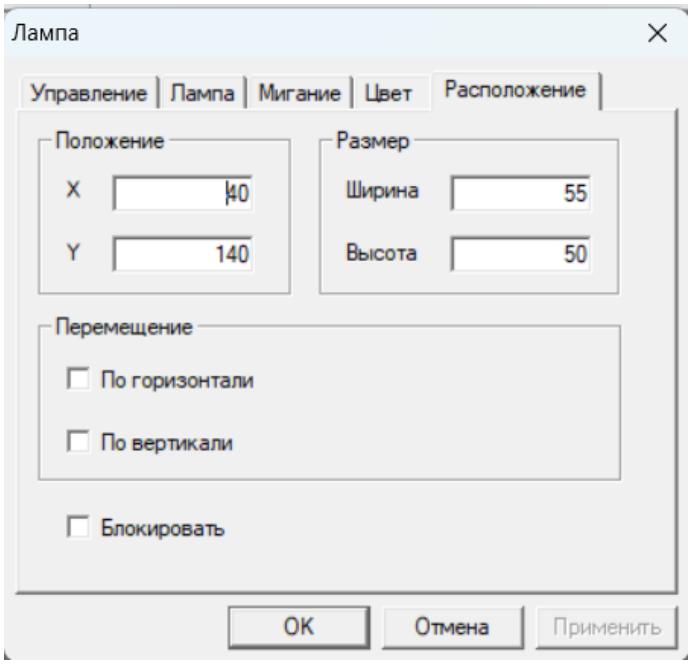


Рисунок 64 – Настройка расположения элемента «Лампа»

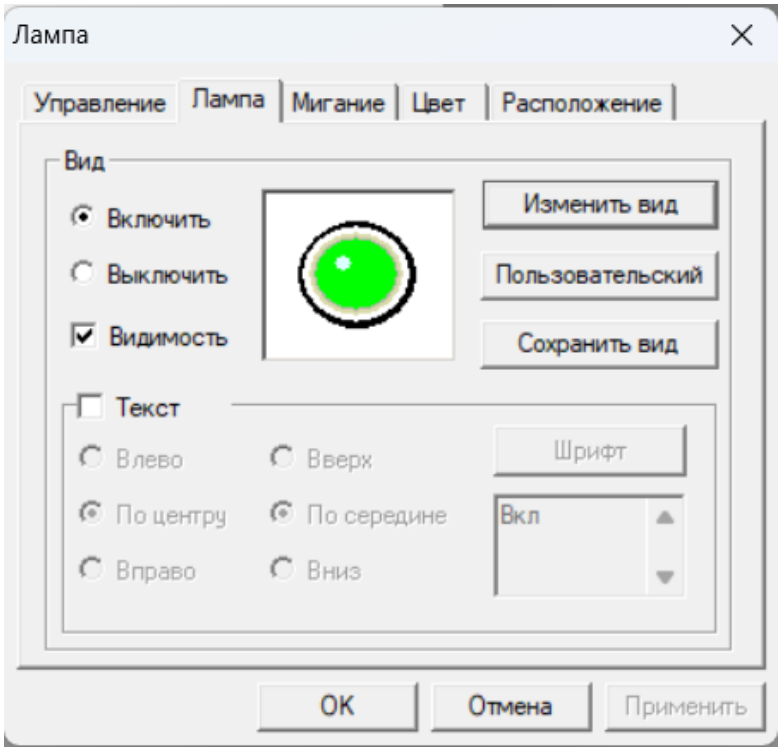


Рисунок 65 – Свойство визуализации элемента «Лампа»

Далее для возможности настроить время в мс, которое будет включен свет, был добавлен элемент «Ввод данных», который играет роль таймера. Визуальное отображение и его настройка показана на рисунках 66 – 68.

Рисунок 66 – Элемент «Ввод данных»

В свойствах элемента был указан адрес регистра 521, соответствующий переменной «», что показано на рисунке 67.

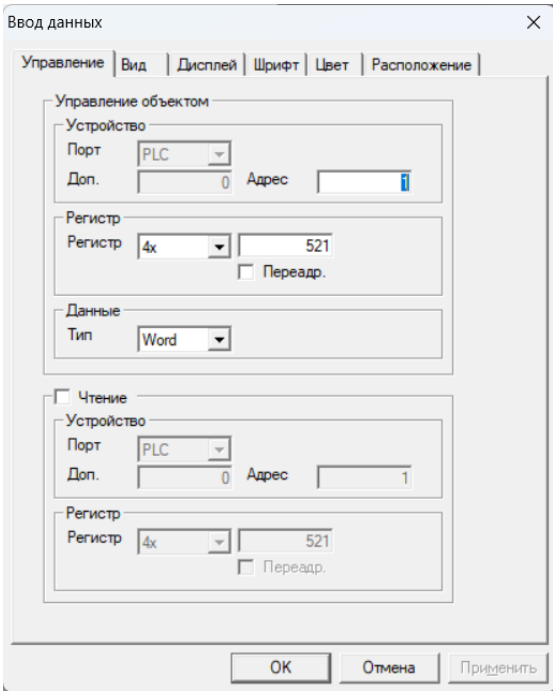


Рисунок 67 – Свойства элемента «Ввод данных»

Формат используемого числа указан как беззнаковый (Unsigned), длина числа – 4, выравнивание – по центру. Настройки пункта «Вид» свойств элемента представлены на рисунке 68.

Рисунок 68 – Настройка визуализации элемента «Ввод данных»

Интерфейс панели оператора был разделен на 2 экрана с целью удобства. Для перемещения между экранами было добавлено 2 элемента «Переход на экран». На 2 экран было добавлено 3 датчика движения и 3 лампы (Освещение лестничной клетки), что изображено на рисунках 69 и 73.

Для визуализации датчика движения 1 был создан элемент «Переключатель с подсветкой», изображенный на рисунке 69.

Рисунок 69 – Элемент «Переключатель с подсветкой»

Во вкладке «Управление» свойств данного элемента, что изображено на рисунке 70, был указан адрес регистра переменной «Дат. движ. 1».

Также было изменено расположение. Используемые настройки показаны на рисунках 71 и 72.

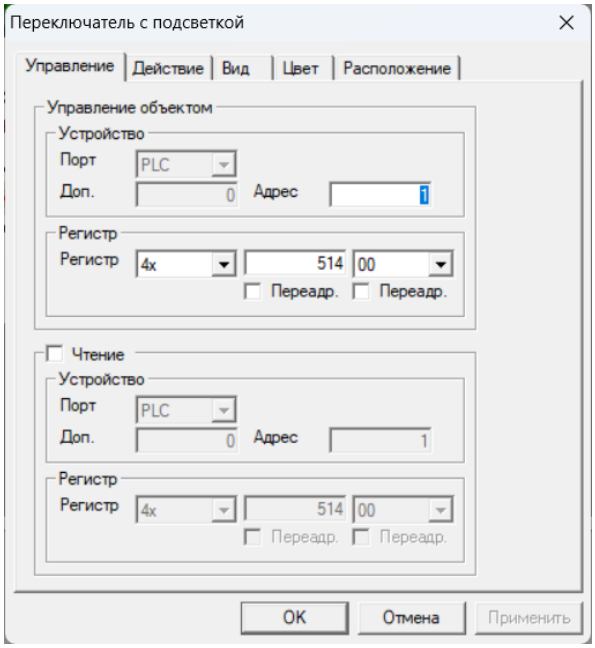


Рисунок 70 – Свойства управления элемента «Переключатель с подсветкой»

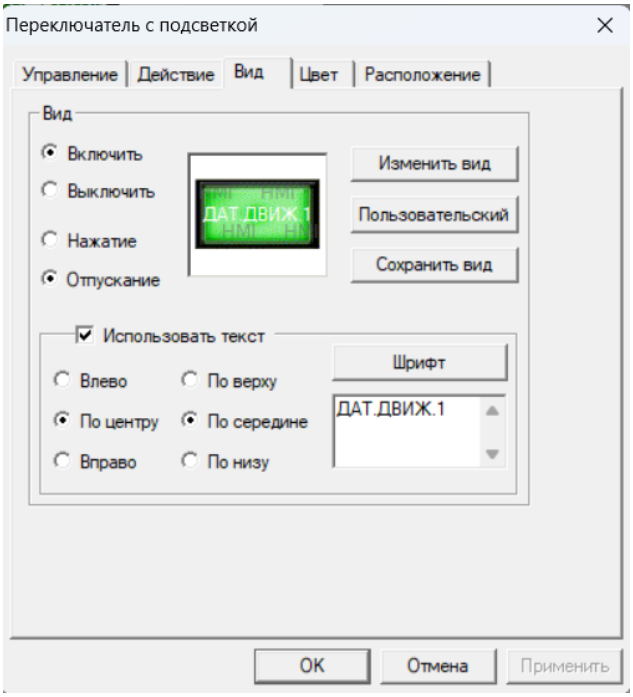


Рисунок 71 – Свойство визуализации элемента «Переключатель с подсветкой»

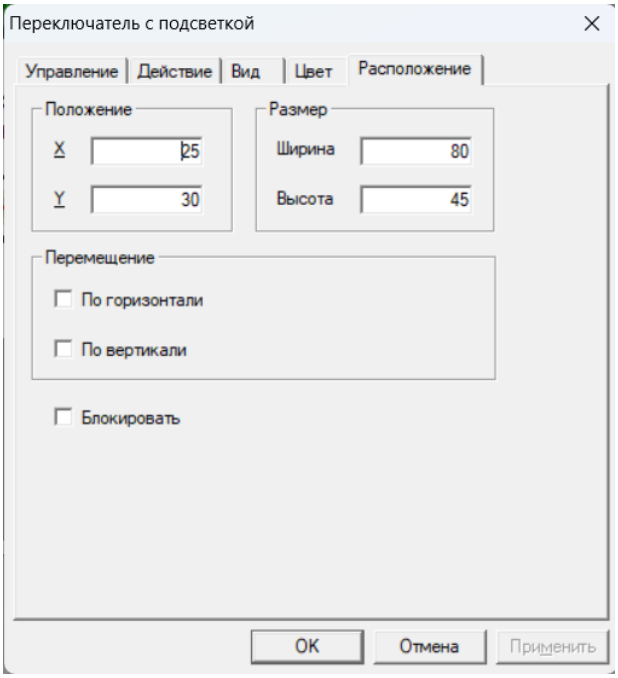


Рисунок 72 – Настройка расположения элемента «Переключатель с подсветкой»

Аналогичный алгоритм был проделан для датчика движения 2 и 3, которые соответствуют сетевым переменным «Дат. движ. 2» и «Дат. Движ. 3», что продемонстрировано на рисунке 73.

Рисунок 73 – Результат добавления всех датчиков движения

По аналогии с освещением у входа было добавлено 3 элемента «Лампа» для освещения лестничных клеток на производственном предприятии, что можно увидеть на рисунке 74. Элементы были привязаны к соответствующим переменным ПЛК.

Рисунок 74 – Результат добавления 3 элементов «Лампа»

Результат конфигурирования интерфейса панели оператора представлен на рисунках 75 и 76.

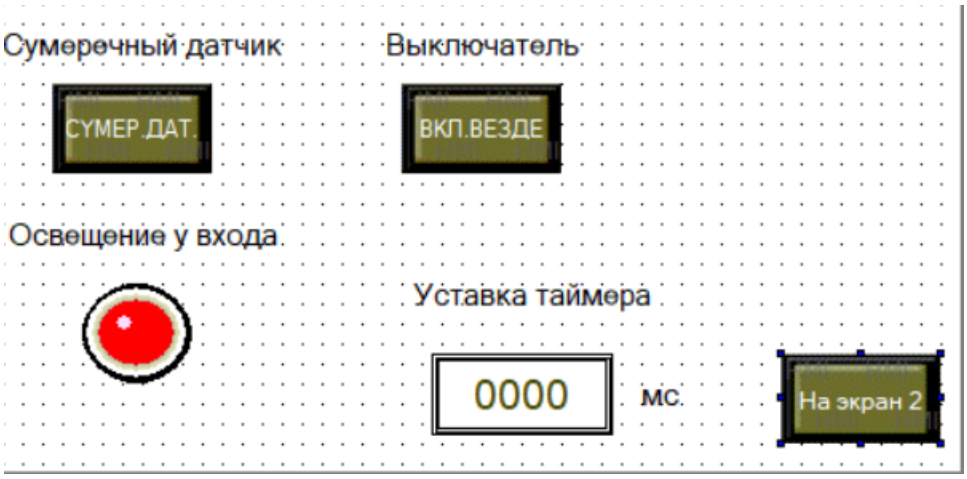


Рисунок 75 – Экран 1

Рисунок 76 – Экран 2

1.3 Анализ результатов

1.3.1 Тестирование и отладка программы в редакторе OWEN Logic

Проверка правильности функционирования разработанной управляющей программы выполнялась в симуляторе среды OWEN Logic в соответствии с исходным заданием. Результаты тестирования изображены на рисунках 77- 85.

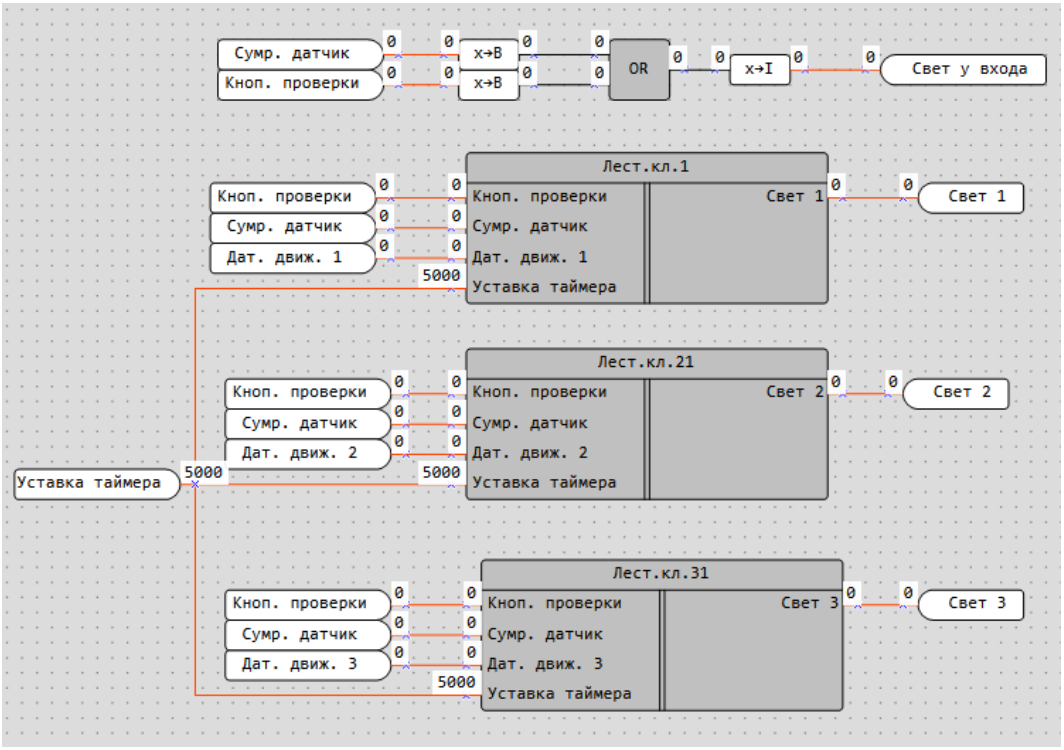


Рисунок 77 – Проект в режиме симуляции с выставленной уставкой таймера

На рисунке 78 можно увидеть, что был активирован сумеречный датчик и после этого сразу был включен свет на входе в производственное помещение.

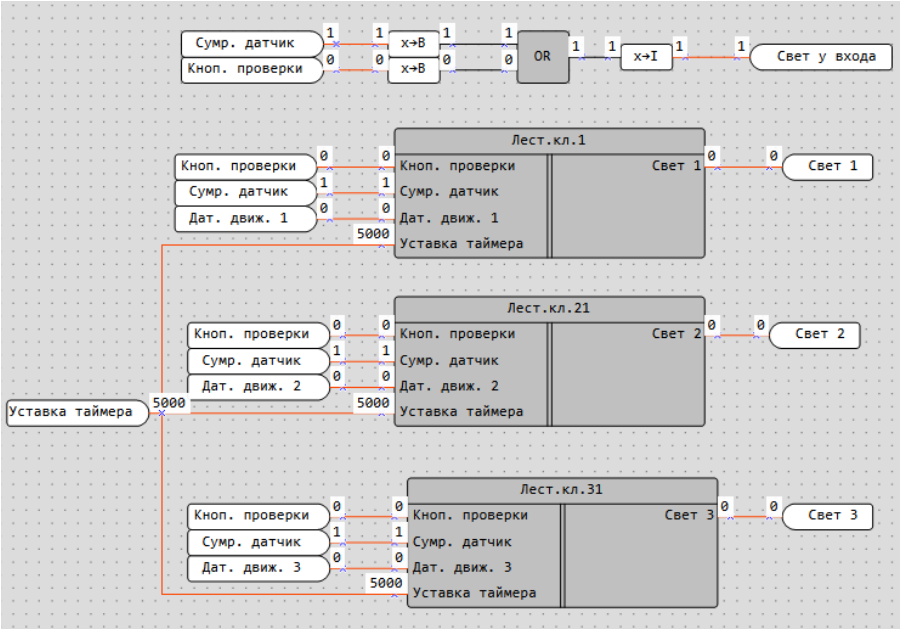


Рисунок 78 – Активация сумеречного датчика

На рисунке 79 продемонстрирован проект в режиме симуляции при нажатии кнопки проверки. Можно увидеть, что после этого действия свет на 3 лестничных клетках и входе был включен.

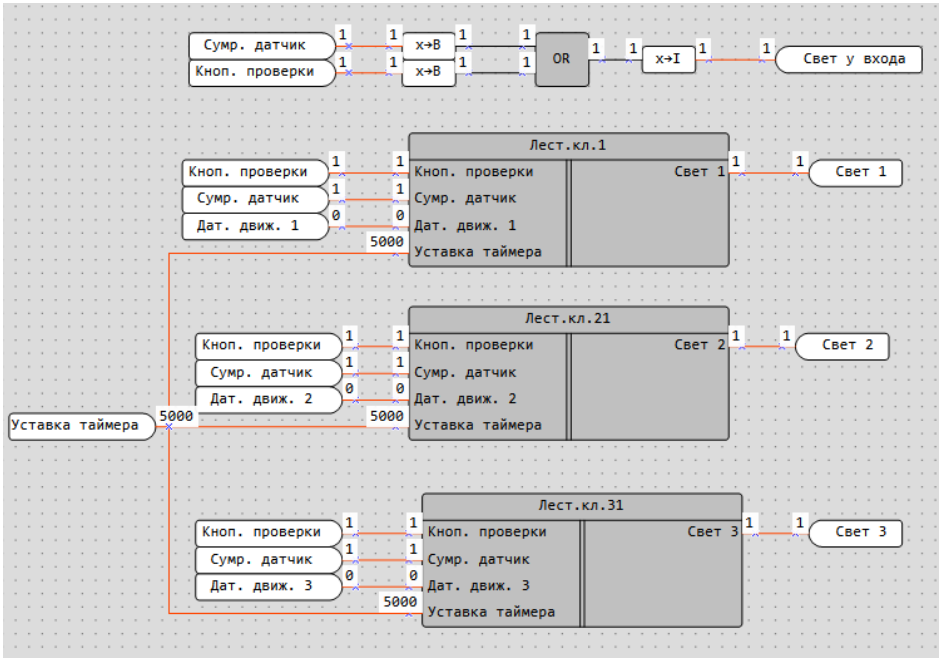


Рисунок 79 – Результат нажатия кнопки проверки

Были активированы поочередно каждый из 3 датчиков движения, а также сумеречный датчик. На рисунках 80-82 представлено, что при включения сумеречного датчика и датчика движения загорается свет на соответствующей лестничной клетке.

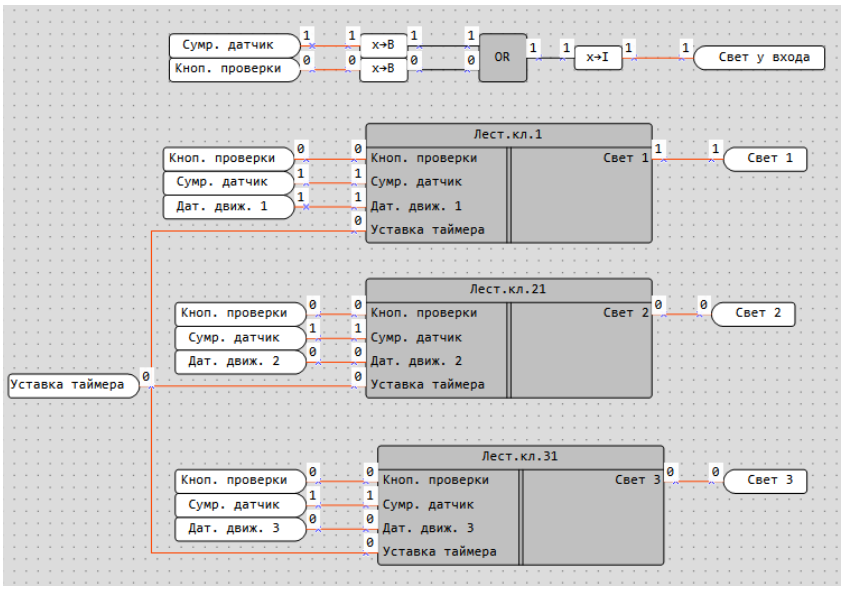


Рисунок 80 – Включение света на лестничной клетке 1

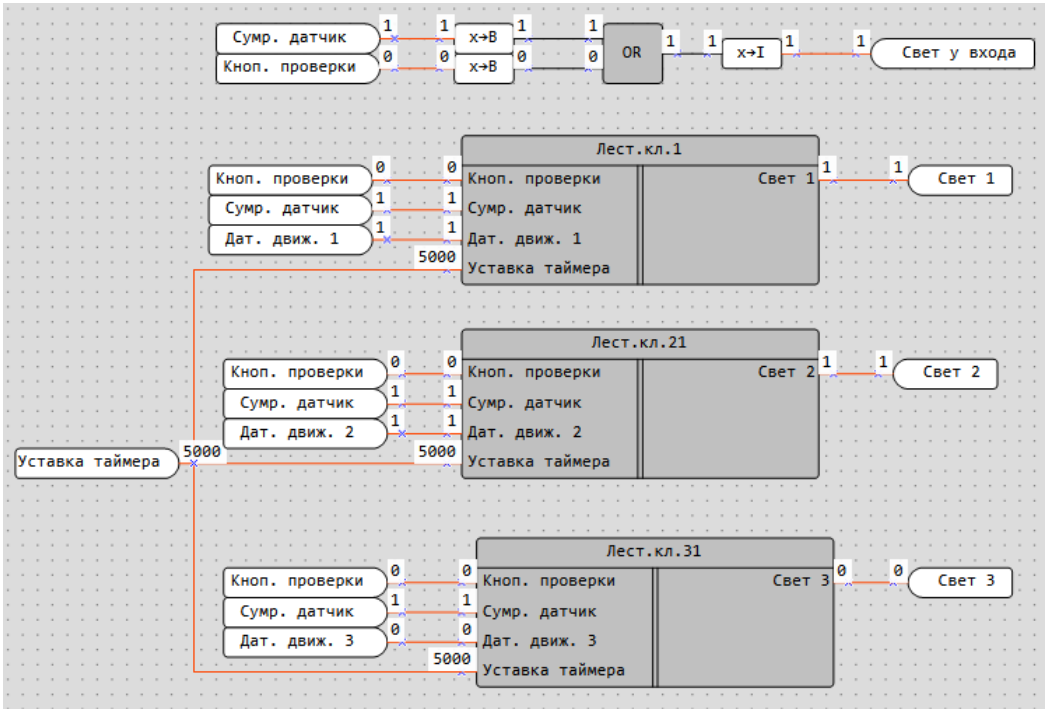


Рисунок 81 – Включение света на лестничной клетке 2

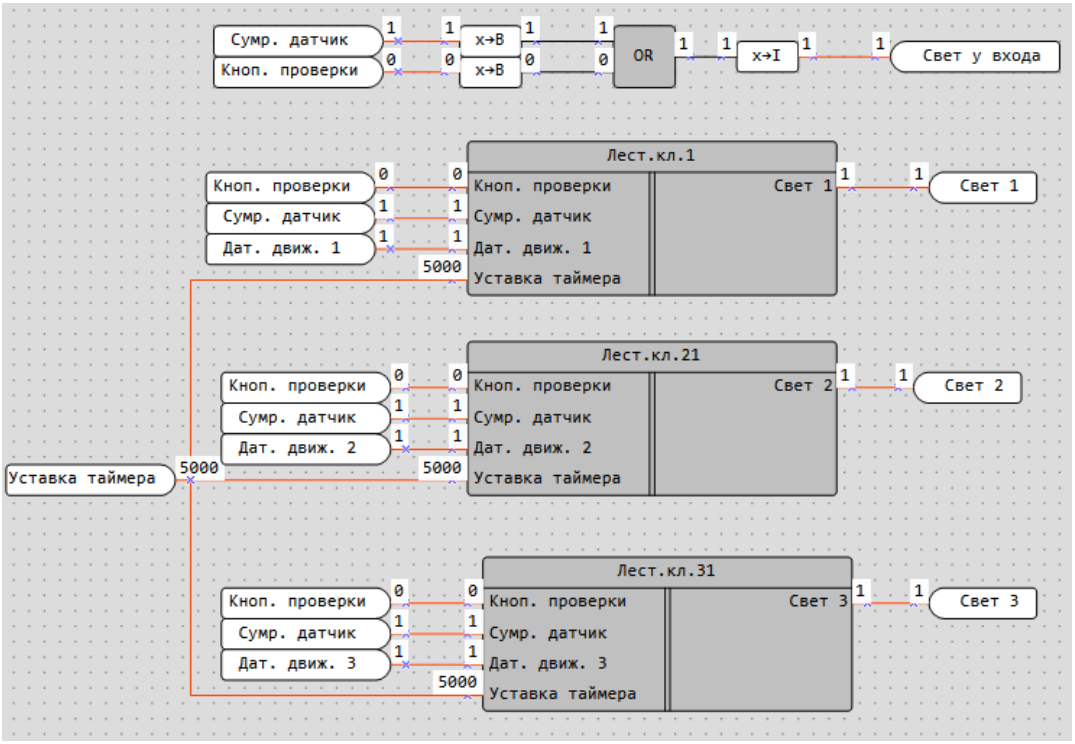


Рисунок 82 – Включение света на лестничной клетке 3

На рисунке 83 изображено окно симуляции при выключенном сумеречном датчике. Можно увидеть, что при активированных датчиках движения на всех лестничных клетках свет гореть не будет.

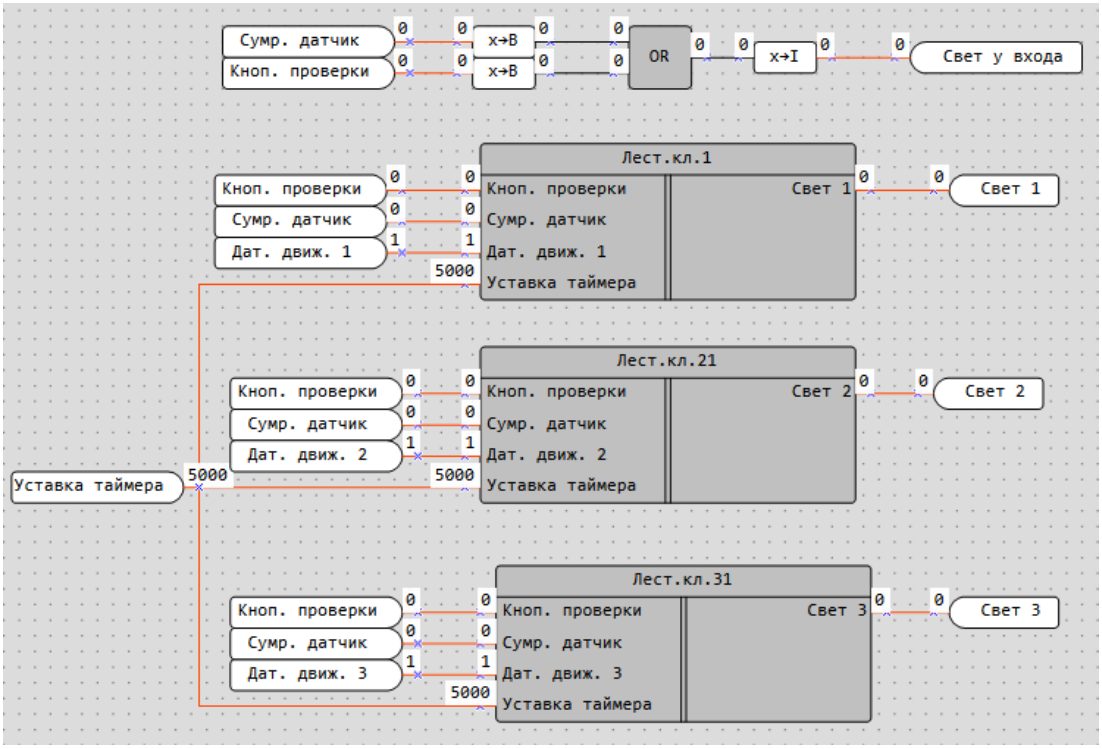


Рисунок 83 – Проект при активированных датчиках движения

На рисунке 84 можно увидеть работу таймера с задержкой выключения макроса «Лест.кл.1», когда на одном из входов логической функции «AND» сигнал логической «1» меняется на сигнал логического «0». По истечению отсчета таймера свет выключается, что и продемонстрированно на рисунке 85.

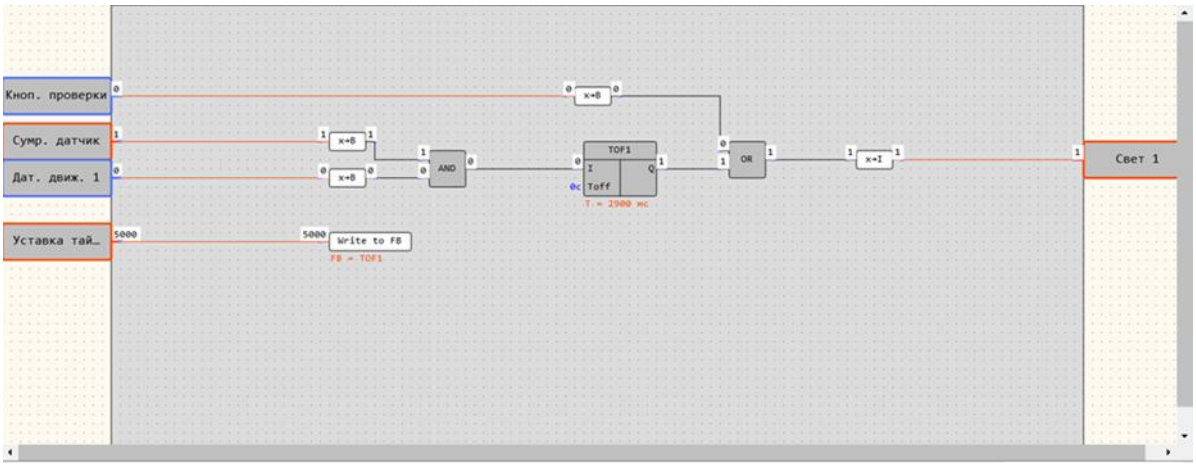


Рисунок 84 – Работа таймера с задержкой выключения TOF

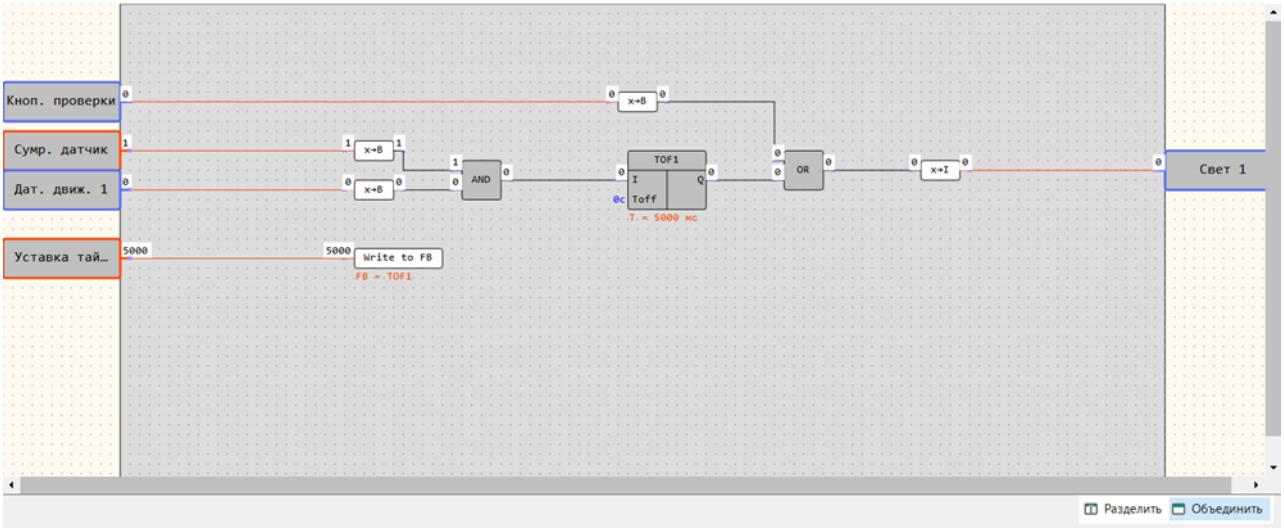


Рисунок 85 – Окончание работы таймера с задержкой выключения TOF

Результаты тестирования показали корректность работы управляющей программы.

1.3.2 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора ОВЕН СП270

После окончания конфигурирования была проведена проверка корректности связей между элементами проекта и рациональность их размещения на экране панели оператора. 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, что изображено на рисунках 86 и 87.

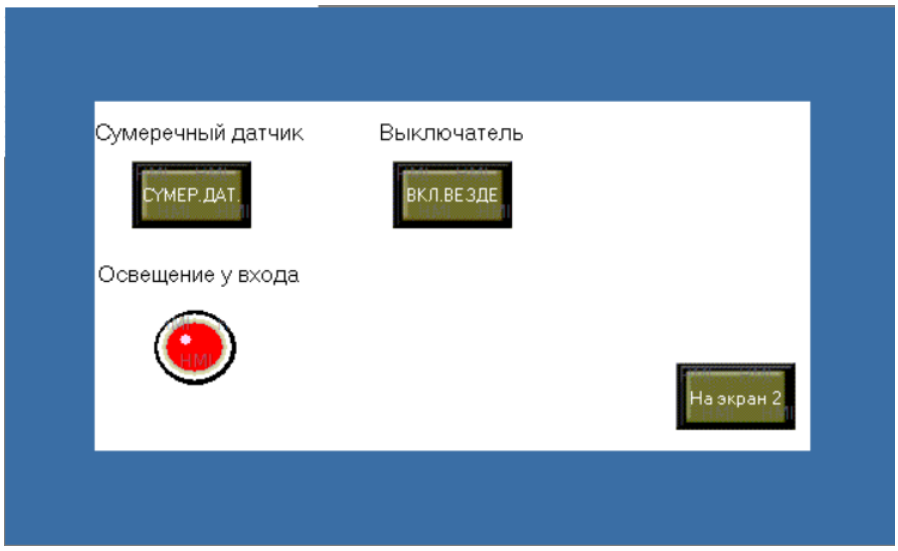


Рисунок 86 – Экран «Screen1» в режиме эмуляции панели оператора

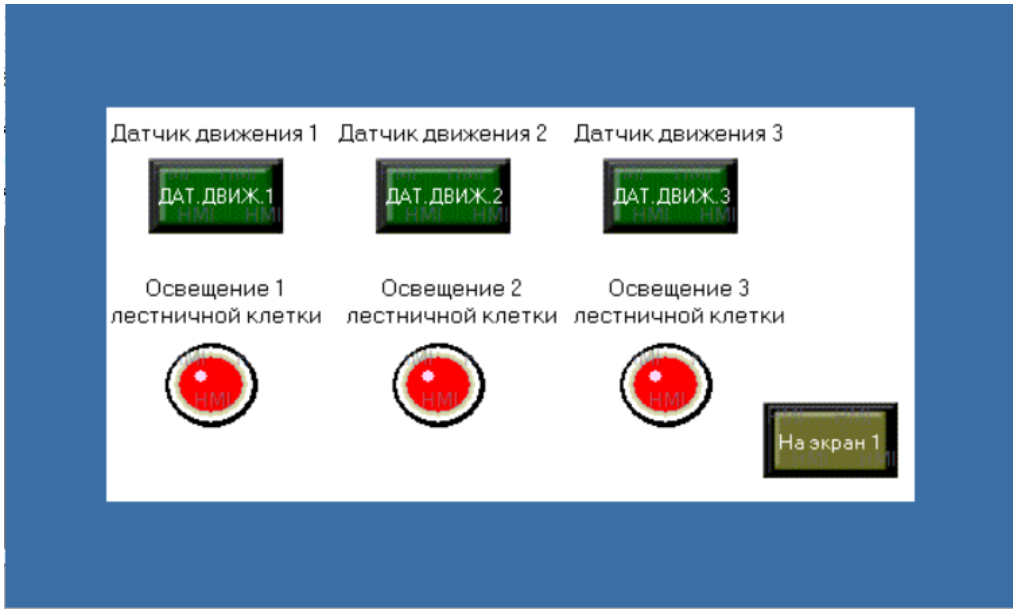


Рисунок 87 – Экран «Screen2» в режиме эмуляции панели оператора

1.3.3 Тестирование проекта на стенде целевой платформы

В процессе отладки проекта платформы было выполнено тестирование на лабораторном стенде целевой платформы. На рисунке 88 показаны подключенная панель оператора ПЛК с загруженной управляющей программой и настроенным интерфейсом панели оператора.

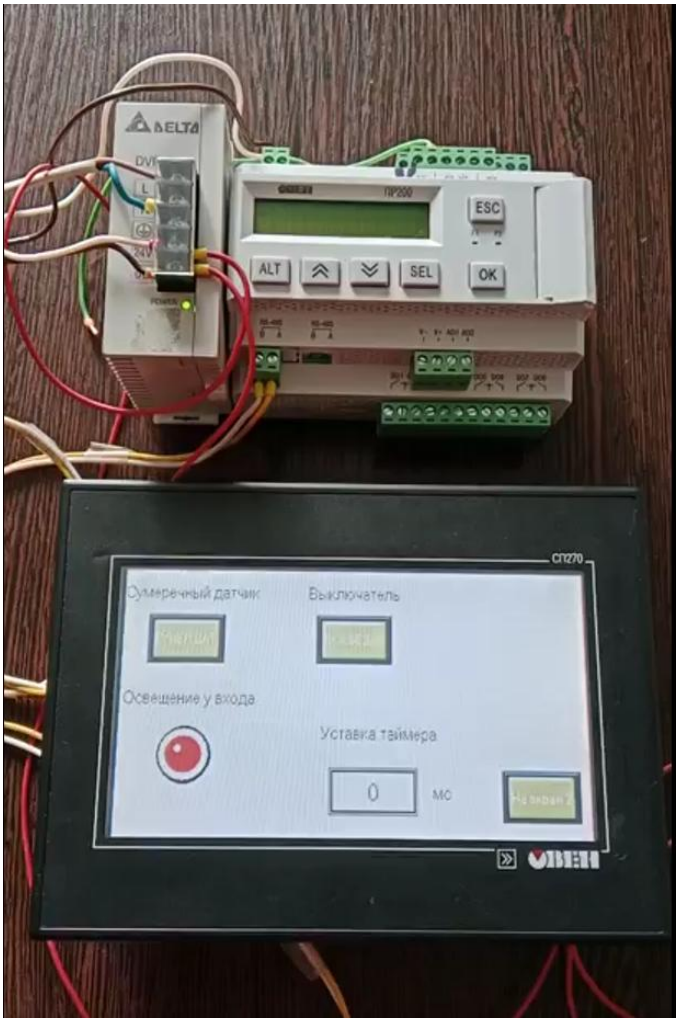


Рисунок 88 – Лабораторный стенд целевой платформы

По умолчанию освещение находится в выключенном состоянии, что можно увидеть на рисунках 89 и 90 благодаря отображению индикации.

Рисунок 89 – Индикация состояния освещения на экране 1

Рисунок 90 – Индикация состояния освещения на экране 2

Уставка таймера происходит на экране 1. На рисунке 91 показано установленное значение для таймера в «5000» мс.

Рисунок 91 – Экран 1 с установленным значением для таймера

При активации сумеречного датчика происходит включение освещения у входа в производственное помещение, что продемонстрированно на рисунке 92 с помощью элемента «Лампа», поменявшего цвет на зеленый.

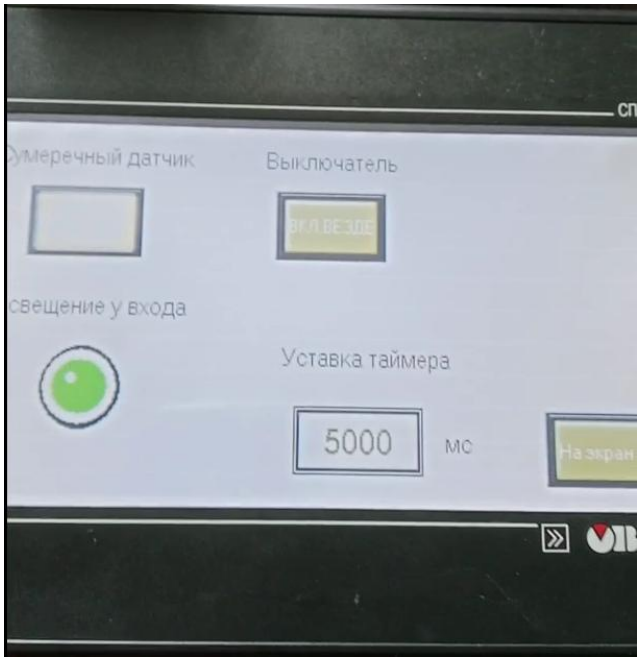


Рисунок 92 – Активация сумеречного датчика на панели оператора

На экране 2 при активации датчика движения 1,2,3 и сумеречного датчика происходит включение освещения на соответствующей лестничной клетке, что можно увидеть на рисунках 93 – 95. О наличии освещении на лестничной клетке сигнализирует элемент «Лампа».

Рисунок 93 – Активации датчика движения 1

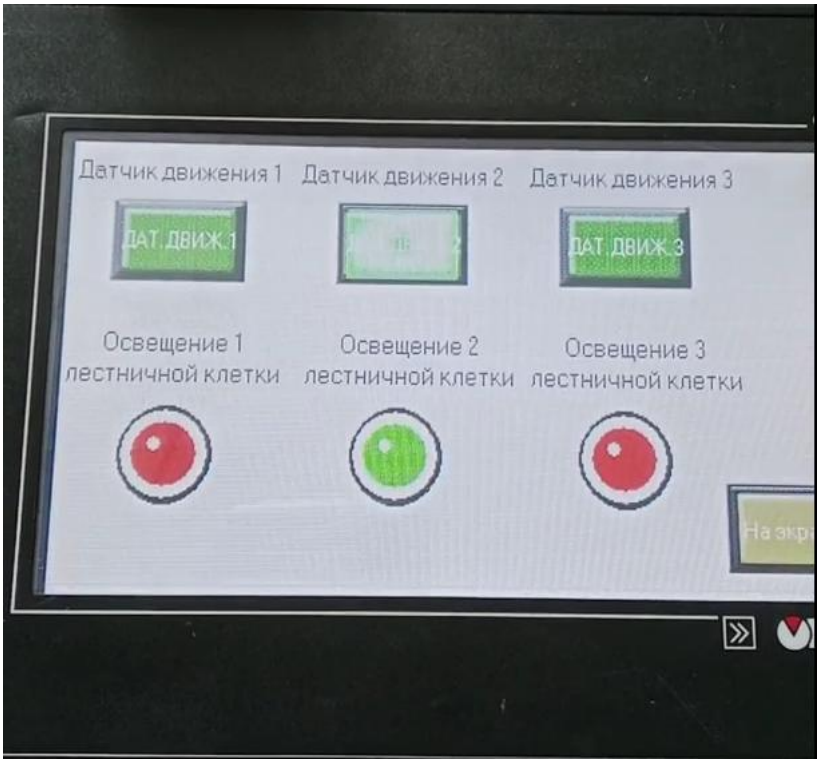


Рисунок 94 – Активация датчика движения 2

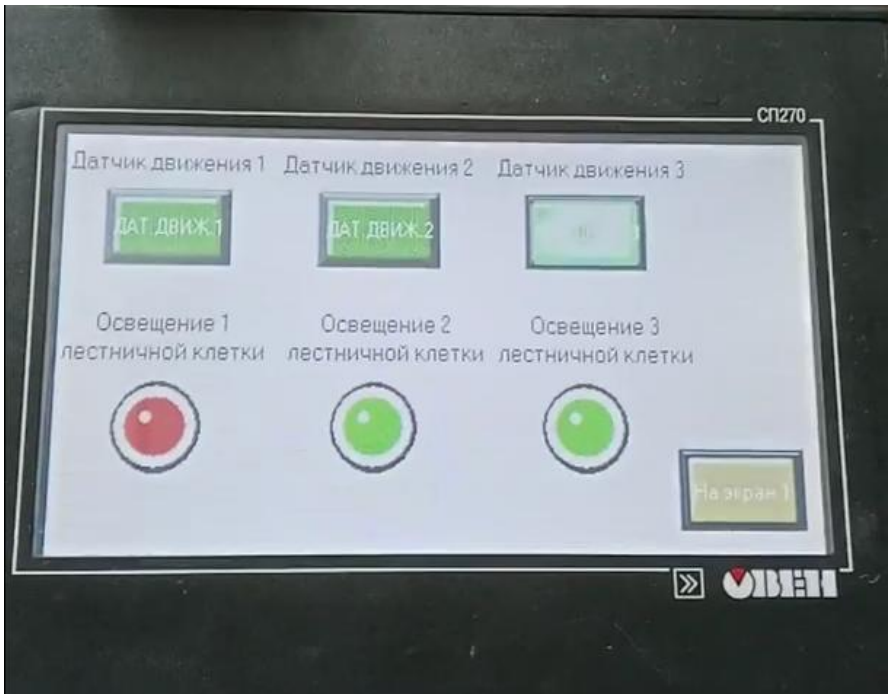


Рисунок 95 – Активация датчика движения 3

При не активированном сумеречном датчике освещение на лестничных клетках и входе в производственное помещение не будет включено, даже при активированных датчиках движения, что продемонстрировано на рисунках 96 и 97.

Рисунок 96 – Отсутствие освещения на входе при выключенном сумеречном датчике

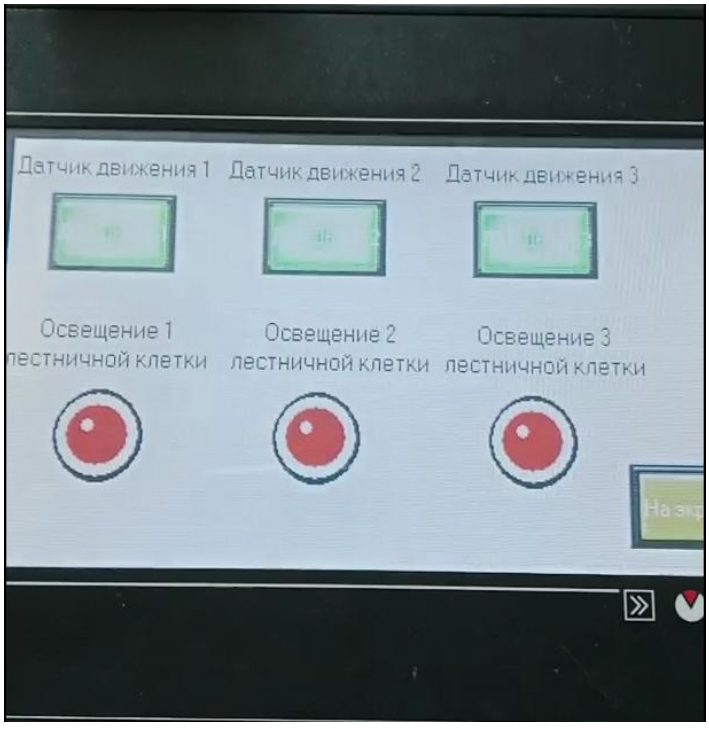


Рисунок 97 – Отсутствие освещения на лестничных клетках при выключенном сумеречном датчике

При нажатии кнопки «Выключатель» происходит активация освещения на входе и на всех 3 лестничных клетках, что можно увидеть на рисунках 98 и 99.

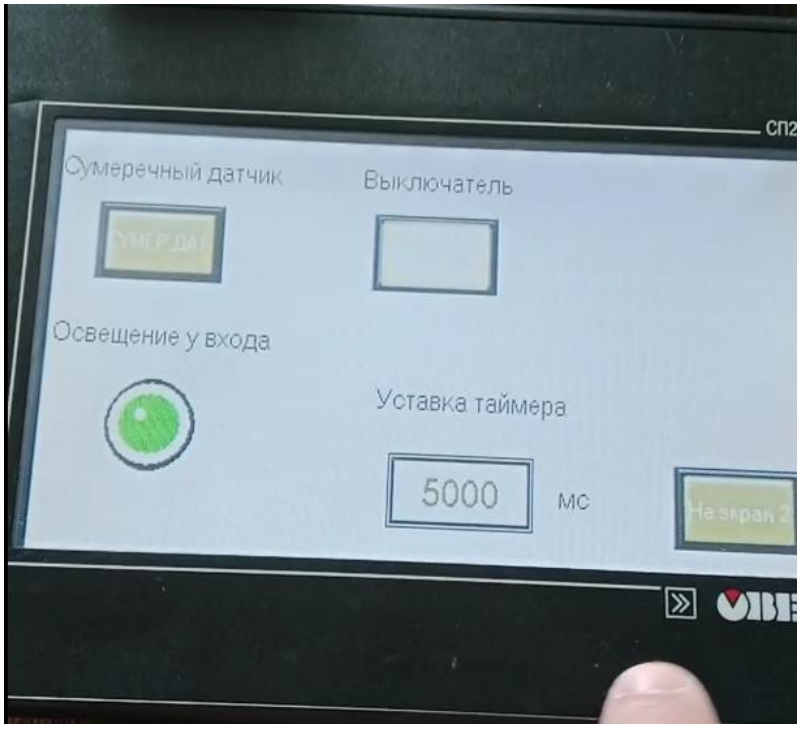


Рисунок 98 – Активация освещения на экране 1

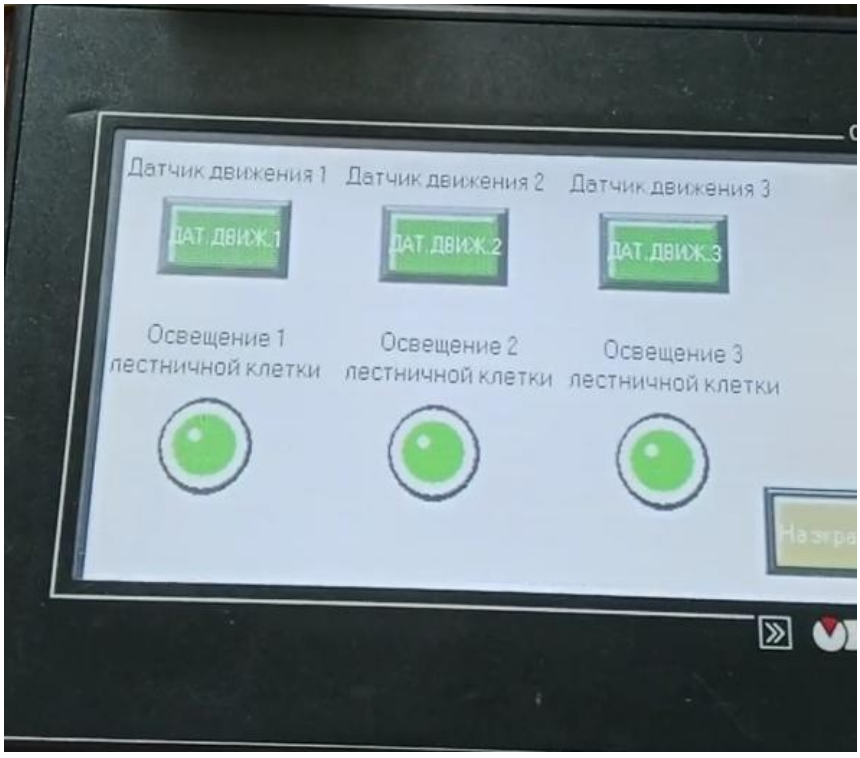


Рисунок 99 – Активация освещения на экране 2

Результаты тестирования показали корректность работы проекта.

2 Охрана труда

В данном разделе рассматриваются требования к обеспечению безопасности жизнедеятельности и охраны труда пользователей персональных электронных вычислительных машин (ПЭВМ) при создании программного обеспечения, установке и эксплуатации программируемых логических контроллеров (ПЛК) и панелей оператора, а также рассматриваются методы снижения негативного влияния вредных факторов на здоровье.

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

Продолжительный сидячий образ жизни и интенсивная работа за компьютером оказывают негативное влияние на здоровье человека. Ограниченная активность, постоянное напряжение мышц и перенапряжение глаз способствуют ухудшению работоспособности, появлению усталости, раздражительности и физических недомоганий.

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 месте огнетушитель, не оставляйте без присмотра включенные электроприборы.

2.1.1 Оборудование рабочего места

Ниже представлены основные требования, которым должно удовлетворять рабочее место [6]:

– 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 [6].

На рисунке 100 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, изображенная на рисунке 101.

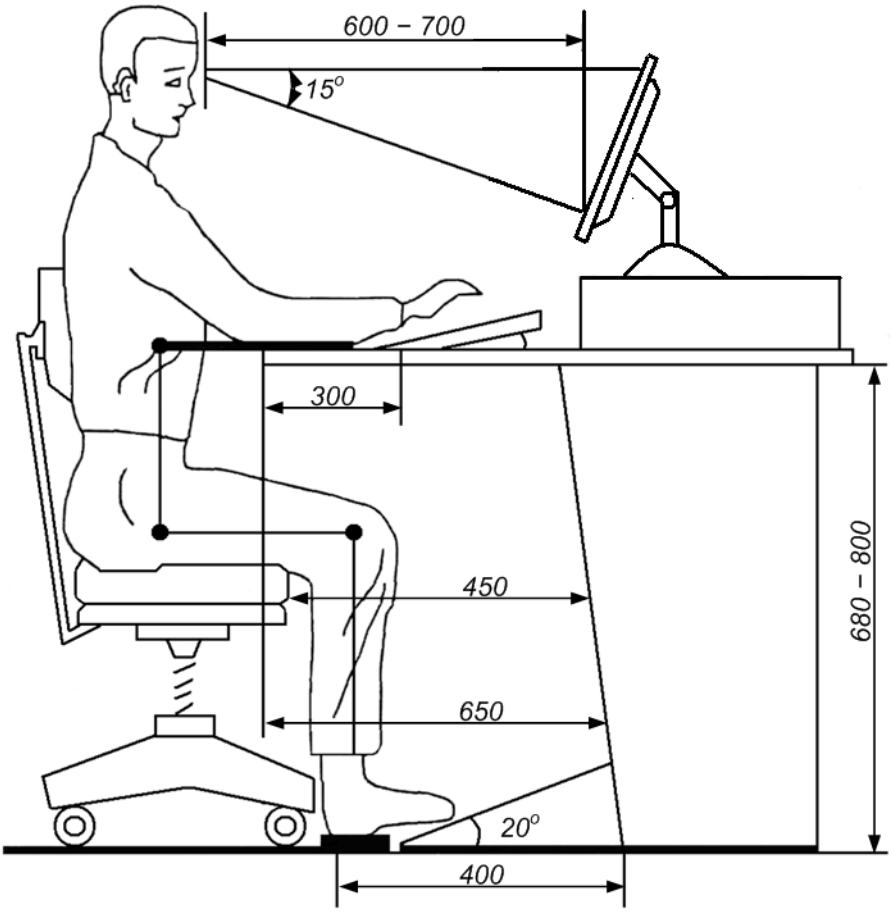


Рисунок 100 – Организация рабочего места

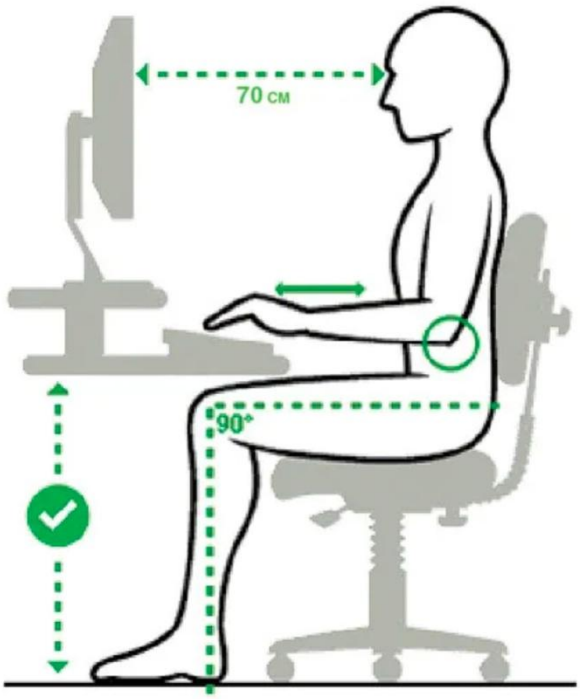


Рисунок 101 – Правильная посадка за ПК

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 определяются с учетом типа выполняемой работы, расположения и поверхности. Для пультов ЭВМ и дисплеев рекомендуется комбинированное не менее 400 люкс, а общее – не менее 200 люкс [6].

На рабочем месте необходимо обеспечивать равномерное распределение яркости, исключая наличие ярких и блестящих предметов. Для снижения монотонности в поле зрения рекомендуется размещать отдельные яркие и пестрые поверхности.

В основном используют потолочные или встроенные светильники с люминесцентными лампами. Чтобы избежать засвечивания экранов прямыми световыми потоками, светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии взгляда оператора [6].

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, предназначены 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 серьёзным 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, является:

– 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.

Существует 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).

2.2 Меры безопасности при работе с ПЛК ОВЕН ПР200 и панелью оператора ОВЕН СП 270

По способу защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током прибор относится к классу II ГОСТ IEC 61131-2-2012 [4].

Во время эксплуатации, технического оборудования и проверки прибора следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок» [5].

Во время эксплуатации прибора открытые контакты клеммника находятся под опасным для жизни напряжением. Прибор следует устанавливать в специализированных шкафах, доступных только квалифицированным специалистам [5].

Любые подключения к прибору и работы по его техническому обслуживанию следует производить только при отключенном питании прибора и подключенных к нему устройств [5].

Не допускается попадание влаги на контакты выходного разъёма 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) [4].

Любые работы по подключению и техническому обслуживанию панели необходимо производить только при отключенном питании и отсутствии напряжения в линиях связи [4].

При проверке панели необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» [4].

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 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 ПЛК ПР200.

Во время выполнения данной работы были разработаны: управляющая программа для управления освещением в производственном помещении, сконфигурирован пользовательский интерфейс панели оператора, обеспечена взаимосвязь ПЛК и панели оператора через интерфейс RS-485. Также в логике управляющей программы заложена возможность подключения физических переключателей как датчики.

В дальнейшем проект может быть расширен путем добавления полноценной панели оператора и подключением к промышленной сети.

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. RS-485 – 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).
3. OWEN Logic. Руководство пользователя. ООО «Производственное Объединение ОВЕН». [Электронный ресурс] / Режим доступ: https://docs.owen.ru/product/programmnoe_obespechenie_owen_logic/986/83304 #topic-83304 свободный (дата обращения: 29.04.2025).
4. 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: 17.05.2025).
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: 8.05.2025).
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/df3eaac6ab12789400 2172933f9cd660e61df962/ свободный (дата обращения: 20.05.2025).

7. ГОСТ IEC 61131-2-2012 Часть 2 Требование 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: 9.05.2025).

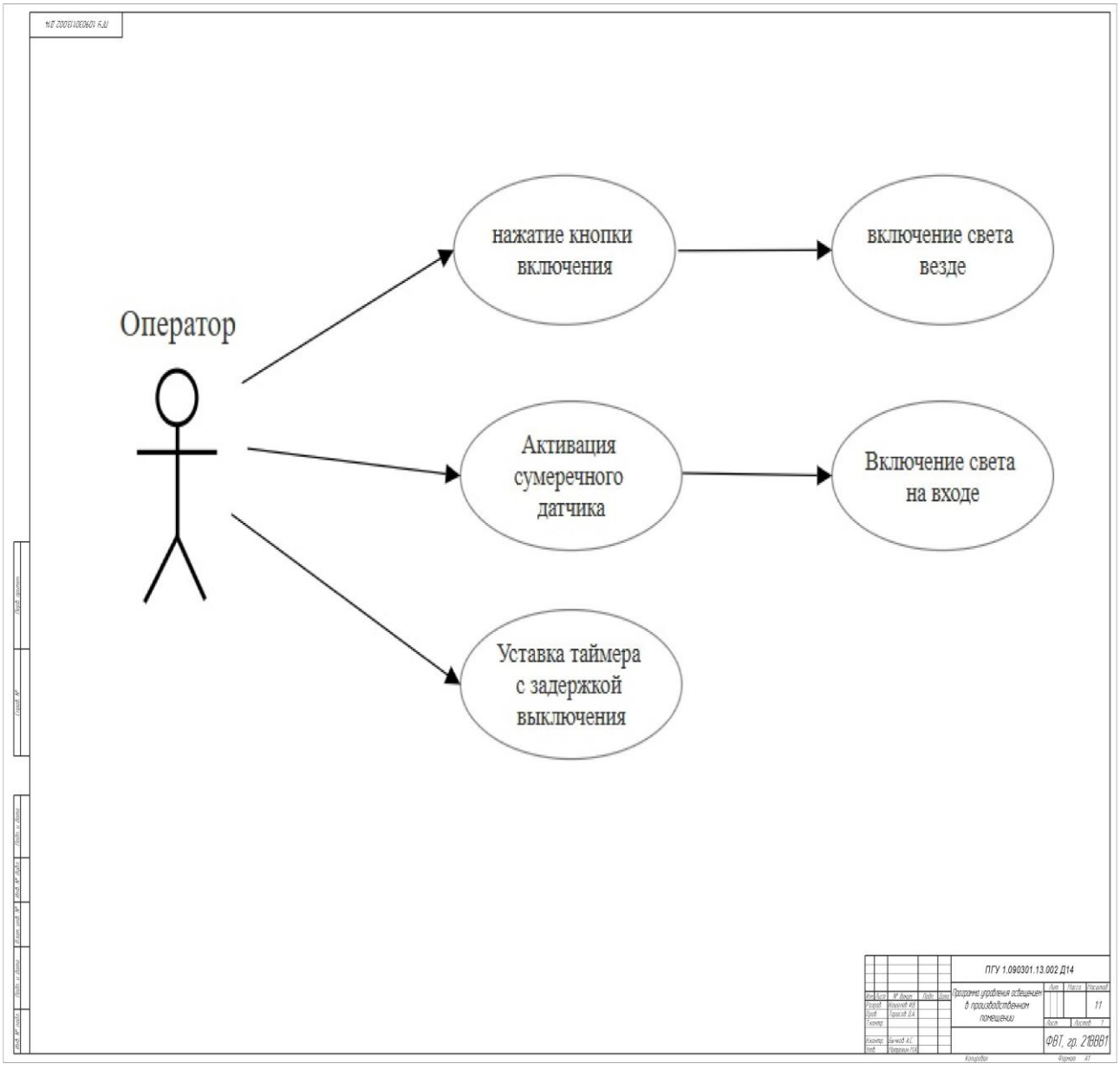
Приложение А

(обязательное)

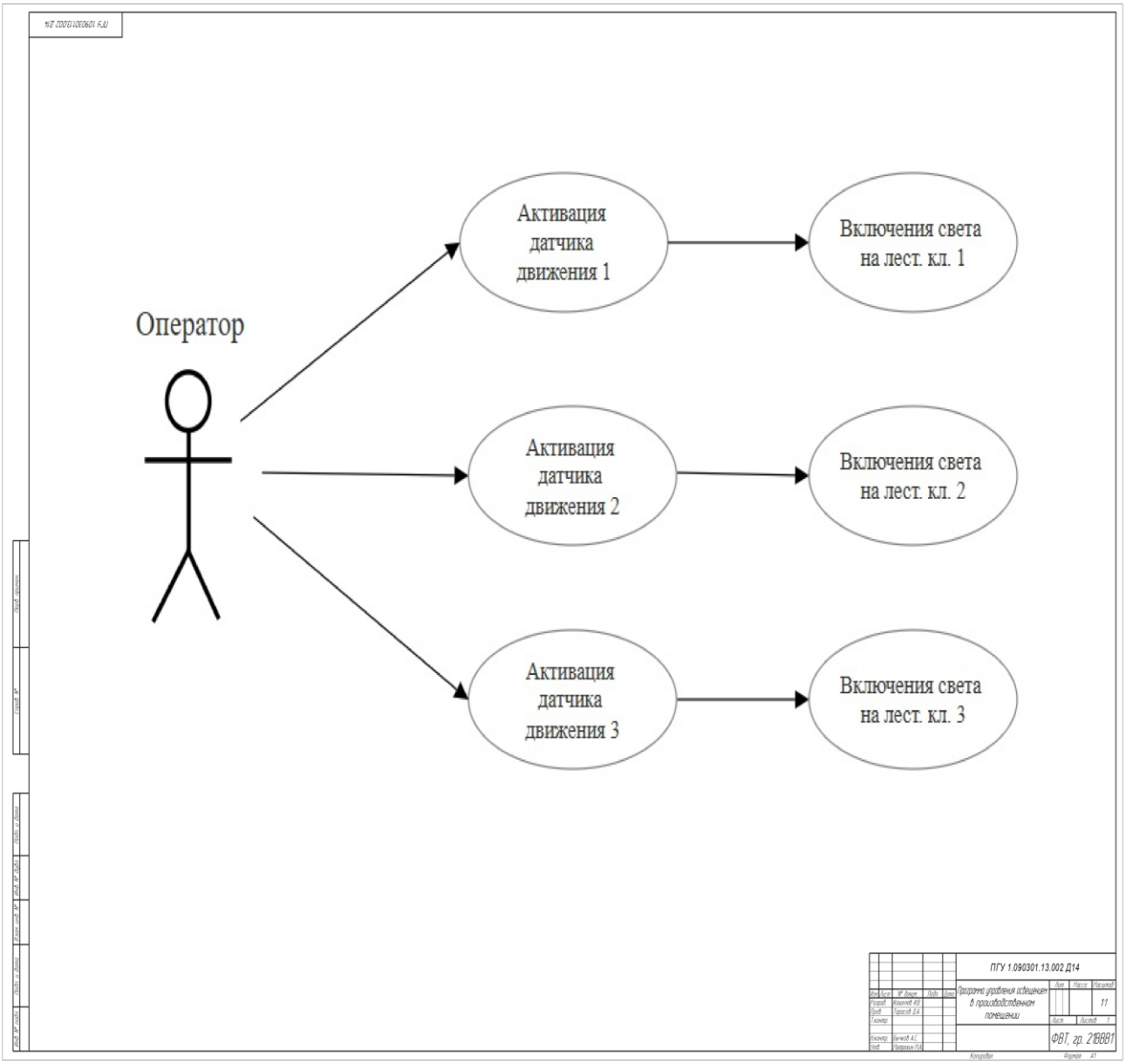
Программа управления освещением в производственном помещении

UML-диаграммы

Приложение А.1 – UML-диаграмма использования для оператора



Приложение А.2 – UML-диаграмма использования системы при включенном сумеречном датчике



Приложение Б

(Обязательное)

Программа управления освещением в производственном помещении

Схемы функциональных блоков программ

Схема функциональных блоков файла «diplom.owle»

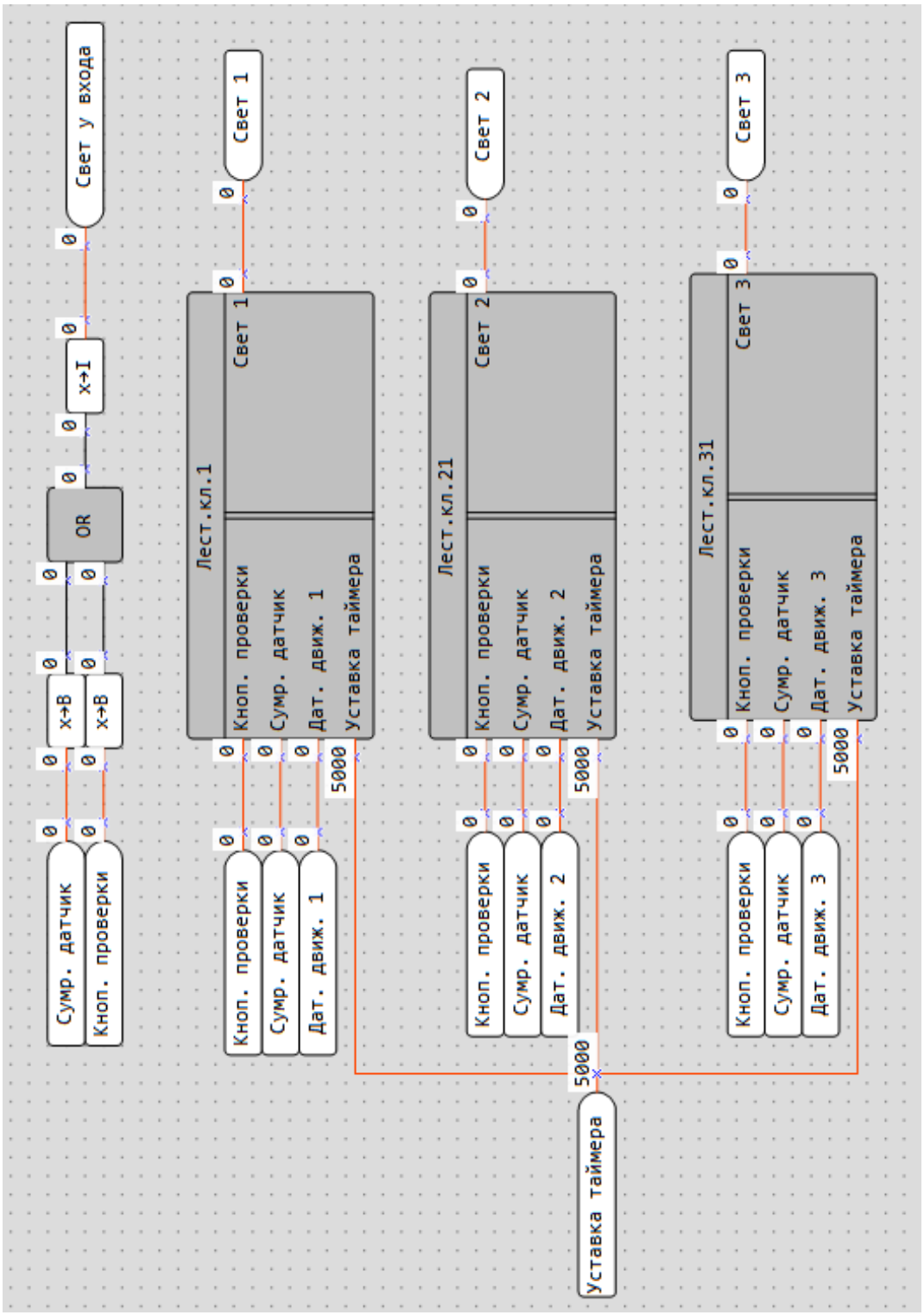
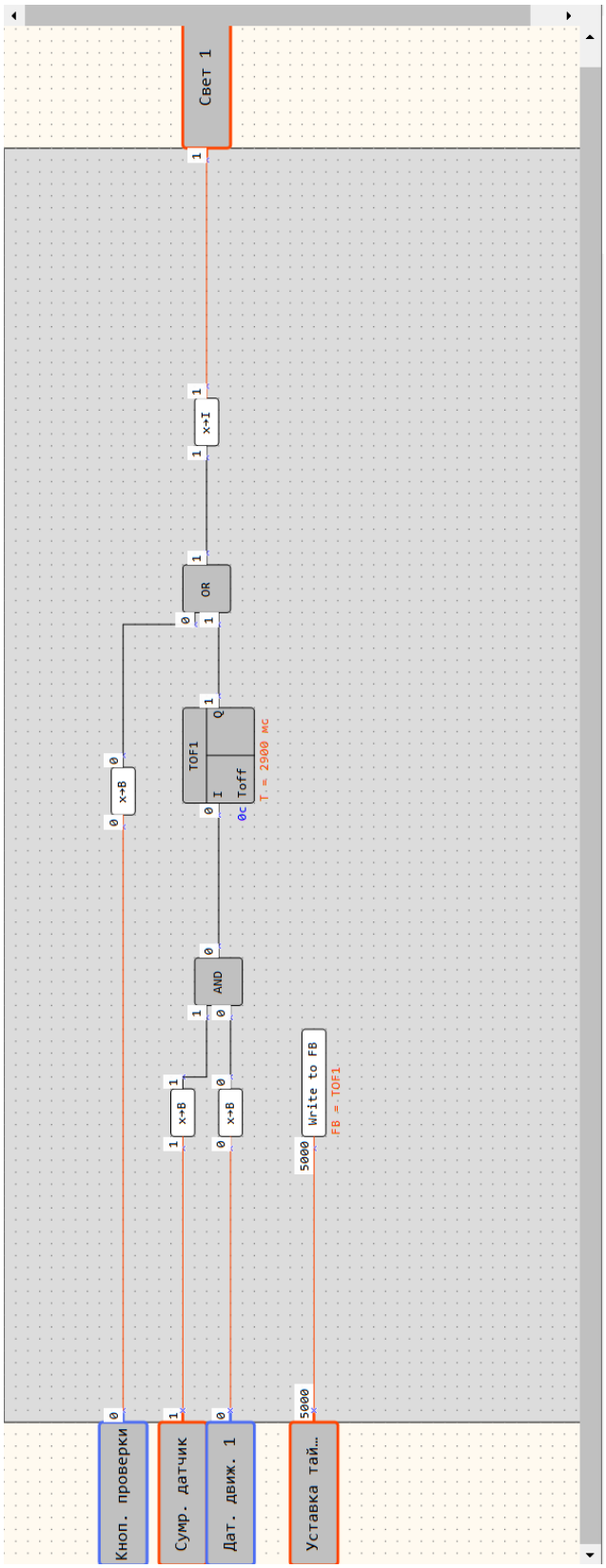


Схема функциональных блоков макроса «.tple»



Приложение В

(Обязательное)

Программа управления освещением в производственном помещении

Презентация

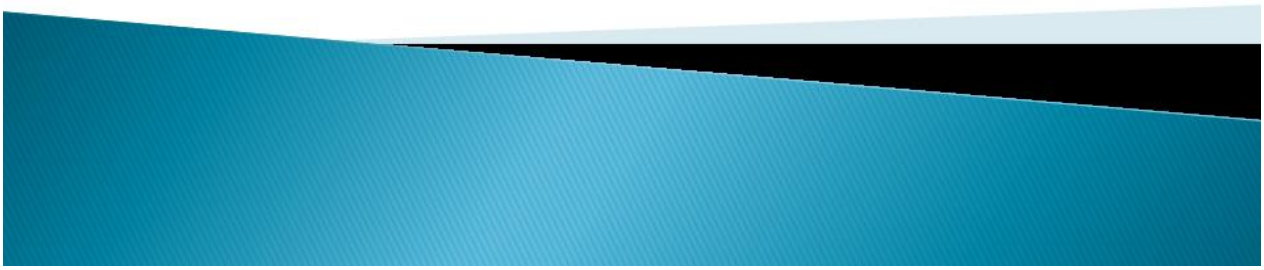
Пензенский государственный университет

Кафедра вычислительной техники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Программа управления освещением в производственном помещении

АВТОР РАБОТЫ: СТУДЕНТ ГР. 21ВВВ1 КОШЕЛЕВ И.В.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: ДОЦЕНТ, К.Т.Н. ТАРАСОВ Д.А.



О программе

Проблема

В условиях производства и других сложных окружающих факторов необходима система, которая будет устойчивой к перепадам температуры и влажности, а также способной выдерживать механические и вибрационные воздействия.

Решение

Программа управления освещением в производственном помещении для ПЛК ОВЕН ПР200

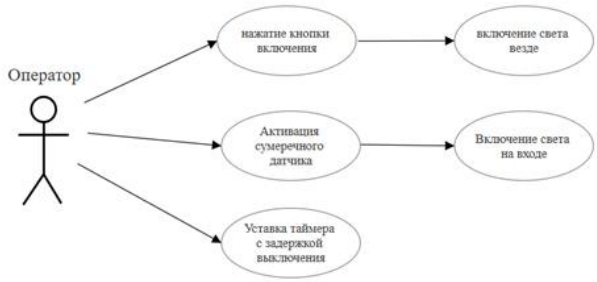
Цели и задачи

В процессе разработки был определен следующий функционал для реализации:

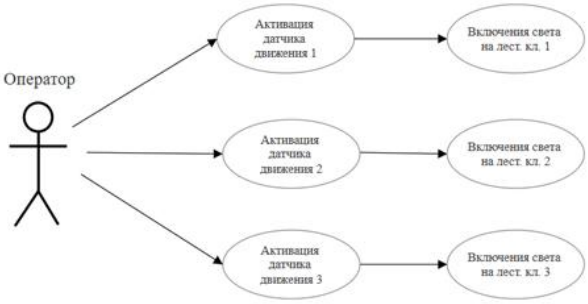
- графический интерфейс взаимодействия с оператором для настройки таймера;
- графический интерфейс взаимодействия с оператором для включения/выключения освещения;
- взаимодействие с сумеречным датчиком;
- взаимодействие с датчиками движения.

Постановка задачи

Взаимодействие для оператора



Взаимодействие для оператора при включенном сумеречном датчике



Выбор решения

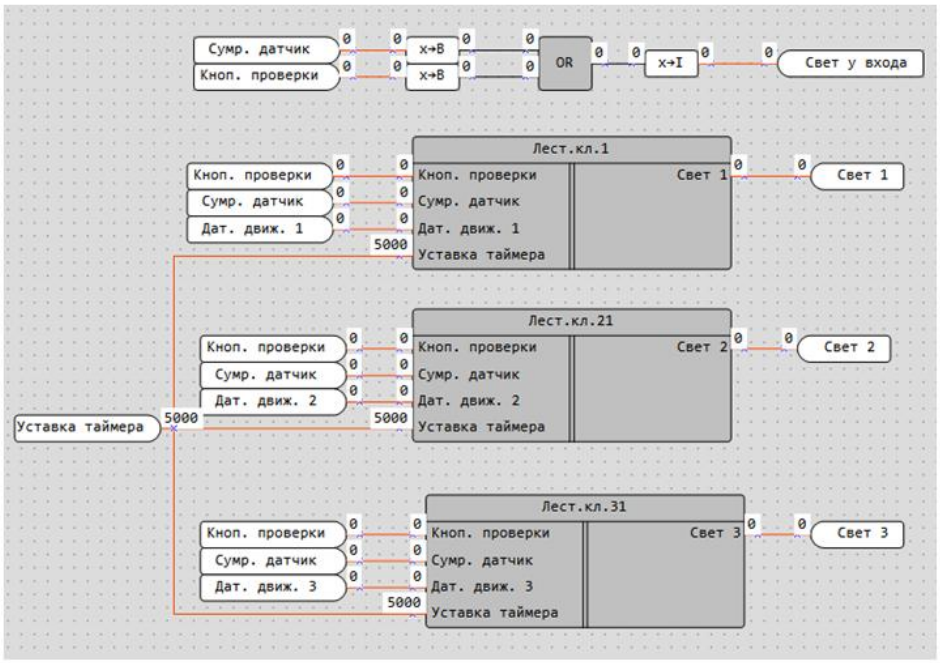
Язык разработки:
язык функциональных блоков FBD

Среды разработки:
OWEN Logic
Конфигуратора СП200

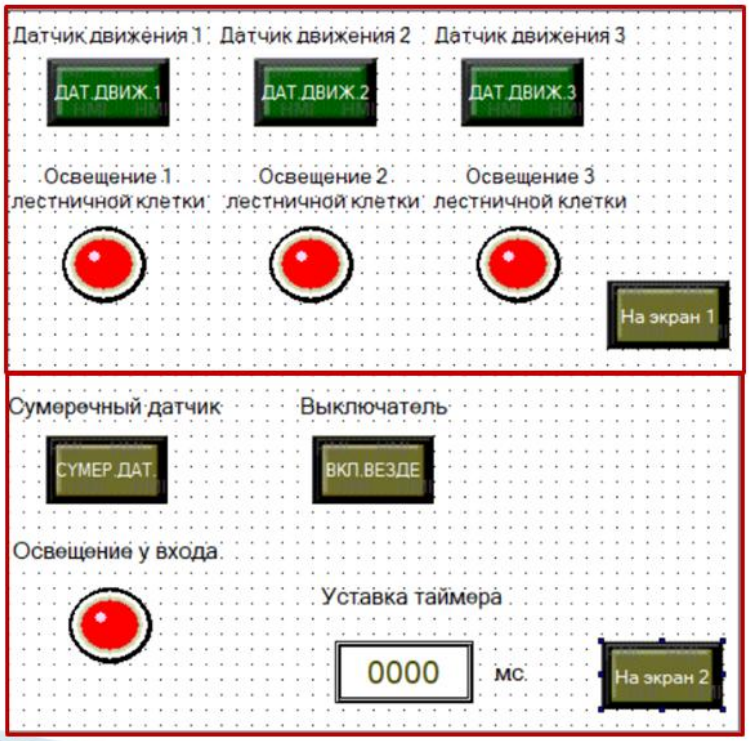
Целевая платформа:
ПЛК ОВЕН ПР200
Панель управления ОВЕН СП270

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

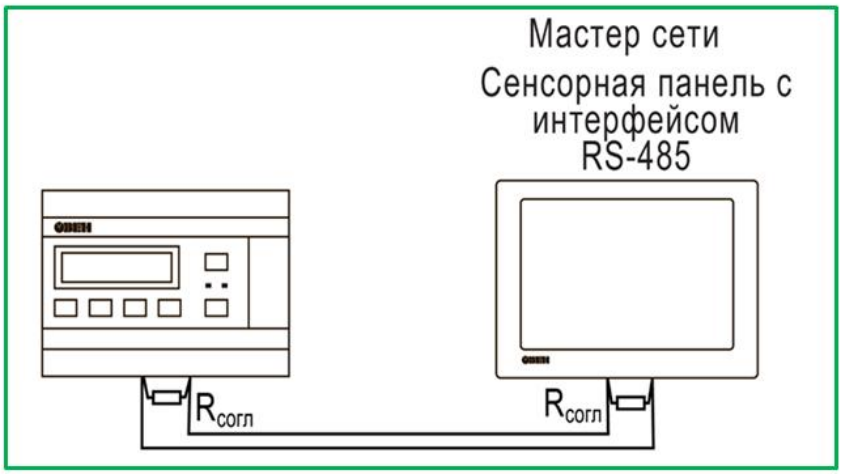
Итоговая схема управляющей программы



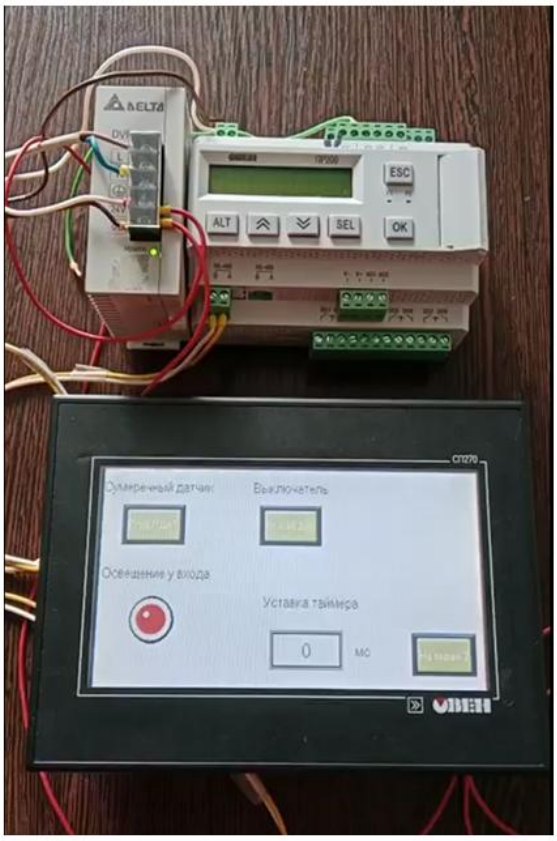
Интерфейс панели оператора



Модель взаимодействия устройств целевой платформы



Тестирование на стенде



Заключение

Анализ аналогов показал их существенные ограничения, что послужило основанием для разработки нового технического решения в рамках данного проекта. Реализованная система обладает работоспособностью и соответствует требованиям для промышленной эксплуатации.

Дальнейшая модернизация может предусматривать:

- ✓ внедрение полноценной панели оператора;
- ✓ Добавление датчиков;
- ✓ подключение к промышленной сети.