

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 СВЕТОФОРНЫМ ОБЪЕКТОМ

Студент Нечаев А.Д.
(подпись, дата)

Руководитель Тарасов Д.А.
(подпись, дата)

Нормоконтролёр Бычков А.С.
(подпись, дата)

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

Заведующий кафедрой Митрохин М.А.
(подпись)

Работа защищена с отметкой хорошо (протокол заседания ГЭК от
9 июня 2025 г. № 11)

Секретарь ГЭК Гурин Е.И.
(подпись)

Пенза 2025

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

Вычислительной техники

Кафедра

«Вычислительная техника»

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой

М.А.Митрохин

« 06 » « 05 » 2025г.

ЗАДАНИЕ НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ

1. Студент Нечаев Алексей Дмитриевич гр. 21BBV1 факультета вычислительной техники.
2. Тема работы «Программа управления светофорным объектом» Тема утверждена приказом ПГУ № 604/о от " 6 " мая 2025г.
3. Руководитель бакалаврской работы к.т.н., доцент Тарасов Д.А.
4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.)

Разработать программу управления светофорным объектом, позволяющее управлять двумя транспортными и двумя пешеходными светофорами. Светофоры будут работать в двух режимах: ночном и дневном. При ночном режиме мигает только жёлтый сигнал. При дневном режиме работы светофоров, пешеходные светофоры и транспортные светофоры будут работать вместе по принципу пофазного разъезда.

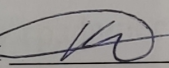
5. Перечень подлежащих разработке вопросов

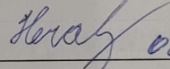
Требуется произвести анализ предметной области, изучить аналоги светофоров, также описать логику программы, сформулировать требования к ней и сделать синхронную работу светофоров. Необходимо изучить функционал приложений OWEN Logic и Конфигуратор СП200.

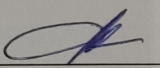
6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1	Изучение предметной области	15%	26.04.2023-30.04.2023	
2	Анализ требований	4%	01.05.2023-02.05.2023	
3	Выбор технологий, применяемых при проектировании и разработке	15%	03.05.2023-07.05.2023	
4	Описание алгоритма	13%	08.05.2023-11.05.2023	
5	Разработка программы	45%	12.05.2023-29.05.2023	
6	Оформление пояснительной записки	8%	30.05.2023-31.05.2023	

Дата выдачи задания " 6" ~~мая~~ 2025 г.

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

Задание к исполнению принял студент  06.05.25 Нечаев А.Д.
(подпись, дата)

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

Реферат

Бакалаврская работа содержит 89 листа, 100 рисунков, 3 таблицы, 6 источников, 5 приложений.

СВЕТОФОР, КОНТРОЛЛЕР, ОБОРУДОВАНИЕ, СИГНАЛЫ СВЕТОФОРА,
ЦИКЛ РЕГУЛИРОВАНИЯ, ФАЗА РЕГУЛИРОВАНИЯ, ТАКТ
РЕГУЛИРОВАНИЯ

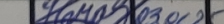
Цель работы – разработать программу, позволяющую обеспечить контроль безопасности перемещения транспортных средств на базе ПЛК ОВЕН ПР200 и панели оператора ОВЕН СП270.

Объектом разработки является управляющая программа, которая должна обеспечивать переключение сигналов светофоров в соответствии с заданной схемой движения и изменение режимов работы светофоров в дневное и ночное время. 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 переключение сигналов светофоров.

Созданная система может быть внедрена на пересечения дорог, пешеходные переходы и участки дорог, где требуется временно ограничивать движение.

					ПГУ1.090301.17.001ПЗ				
Изм.	Лист	Нодокум.	Подпись	Дата	Программа управления светофорным объектом Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.	Исачев А.Д.			03.08.25					
Провер.	Тарасов Д.А.			03.08.25			2	89	
Н. Контр	Бычков А.С.			04.08.25		ФВТ, кафВТ гр.21ВВВ1			
Утверд.	Митрохин М.А.			04.08.25					

Содержание

Перечень сокращений и обозначений.....	5
Введение	6
1 Программа управления светофорным объектом	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	28
1.2.1 Конфигурирование ПЛК ОВЕН ПР200	29
1.2.2 Разработка управляющей программы	33
1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270	41
1.3 Анализ результатов.....	51
1.3.1 Тестирование и отладка программы в редакторе OWEN Logic	51
1.3.2 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора СП270	57
1.3.3 Тестирование проекта на стенде целевой платформы.....	57
2 Охрана труда.....	68
2.1 Анализ негативных факторов, воздействующих на оператора ПЭВМ и способы их устранения	68
2.2.1 Оборудование рабочего места	69
2.2.2 Освещенность рабочего места.....	70
2.2.3 Электробезопасность	71
2.2.4 Пожарная безопасность.....	72
2.2 Меры безопасности при работе с ПЛК ОВЕН ПР200 и панелью оператора ОВЕН СП270	73
Заключение	75

Список использованных источников	76
Приложение А – UML–диаграммы	77
Приложение А.1 – UML–диаграмма классов	78
Приложение А.2 – UML– диаграмма последовательностей	79
Приложение Б – Схемы	80
Приложение Б.1 – Общая схема.....	81
Приложение Б.2 – Схема макроса.....	82
Приложение Б.3 – Структурная схема.....	83
Приложение В – Презентация.....	79

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения
ЖКИ – жидкокристаллический индикатор

ОВЕНСП270–панель оператора фирмы ОВЕН модель СП270

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство

ПК – персональный компьютер

ПЛК – программируемый логический контроллер

ПЛКОВЕНПР200 – 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

IEC 61499 – 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

Данная работа посвящена созданию программы управления светофорного объекта. Светофорный объект – совокупность светофоров, установленных на объекте улично-дорожной сети и предназначенных для регулирования очередности движения транспорта и пешеходов через него. Наиболее распространены светофоры с сигналами трёх цветов: красного, жёлтого и зелёного. Сигналы могут быть расположены как вертикально (при этом красный сигнал всегда располагается сверху, а зелёный снизу), так и горизонтально (при этом красный сигнал всегда располагается слева, а зелёный - справа). Иногда сигналы светофора дополняют специальным табло обратного отсчёта времени, которое показывает, сколько времени ещё будет гореть сигнал.

На сегодняшний день существуют пешеходные и транспортные светофоры, которые также включают в себя несколько разновидностей. Есть модификации со стрелками и без, двумя или тремя световыми сигналами, предназначенные для велосипедных дорожек или Ж/Д переездов, а также со звуком и таймером. В данной работе будут рассмотрены светофоры для транспорта и для пешеходов без модификаций.

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.

В данных условиях сам человек является неотъемлемой частью системы управления. Такое взаимодействие между человеком и системой управления называют человеко-машинным интерфейсом.

В частном случае, когда человеко-машинный интерфейс предназначен для совместной работы оператора с автоматизированным технологическим процессом, его называют SCADA-системой (Supervisory Control And Data Acquisition). Этот термин переводится буквально как «диспетчерское управление и сбор данных», но на практике он понимается гораздо шире, так как современные SCADA-системы включают в себя широчайший набор функциональных возможностей, далеко выходящий за рамки данного представления.

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. Помимо этого, пульт обеспечивает долговременное хранение динамических данных о ходе процесса, позволяя корректировать необходимые параметры алгоритмов управления и установок регуляторов в подчиненных устройствах.

1 Программа управления светофорным объектом

1.1 Анализ предметной области

Основной функцией светофоров является обеспечение безопасности дорожного движения, предотвращения ДТП и аварийных ситуаций на дороге. Они регулируют движение транспорта и пешеходов в соответствии с дорожной обстановкой и особенностями данного перекрёстка.

Анализ предметной области светофорного объекта включает в себя факторы, влияющие на интенсивность движения транспорта и распределение транспортных потоков по участкам дорог. Некоторые из них:

- факторы, связанные с организацией движения. Например, одностороннее движение, запреты манёвров на перекрёстках, запреты движения грузовой техники;
- факторы, обусловленные наличием светофорного регулирования. К ним относятся схемы пофазного разъезда и параметры светофорного регулирования, характеристики регулируемых направлений, наличие координированного управления светофорными объектами;
- факторы, связанные с наличием пешеходных потоков и организацией движения пешеходов. К ним относятся дислокация нерегулируемых и регулируемых пешеходных переходов, наличие пешеходных ограждений;
- также выделяют такие факторы, как длительность цикла светофорного регулирования и длительность зелёного сигнала светофора в направлении движения автомобиля.

При анализе предметной области светофорного объекта также обращают внимание на методы управления светофорами, например, фиксированные временные циклы, адаптивное управление на основе транспортных потоков и использование интеллектуальных транспортных систем.

1.1.1 Обзор аналогов

На рынке существует большое количество светофоров. Каждый из них имеет определенные преимущества и недостатки. Среди отечественных производителей часто встречаются решения организации ООО «РТК».

Главная специализация этого предприятия это системы организации дорожного движения — светодиодные светофоры, транспортные и пешеходные, дорожные контроллеры, светоблоки, автономные светофорные комплексы и т.д. Решения ООО «РТК» имеют ряд преимуществ, но имеются и технические ограничения и недостатки.

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

Таблица 1—Анализ преимуществ и недостатков конкурентов

Производитель	Преимущество	Недостаток
АРЕКС	Широкий ассортимент продукции, низкая стоимость по сравнению с аналогами	Слабая устойчивость к внешним технологическим воздействиям
МЕГАПРОМ	Широкий ассортимент продукции, высокое качество	Высокая стоимость
ВВМ	Низкая стоимость по сравнению с аналогами высокое качество	Диапазон рабочих температур

На основании проведенного анализа можно был сделан вывод, что на рынке светофоров 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 светофорным объектом на базе ПЛК, которая имеет перспективы использоваться на перекрёстках и пересечения проезжих частей.

Светофорный объект состоит из двух транспортных светофоров и двух пешеходных светофоров. Светофоры должны работать, как в дневном режиме, так и ночном режиме.

Функционал ночного режима представляет собой мигание жёлтого сигнала светофора с периодом 0.5 секунд.

Функционал дневного режима:

- светофоры должны работать по принципу пофазного разъезда, это означает, что каждый участок движения получает право на пересечение стоп-линии, лишь в одной фазе;
- зелёный сигнал транспортного светофора должен гореть в течение 25 секунд, а после этого времени должен мигать в течение 5 секунд с периодом 0.5 секунд;
- жёлтый сигнал транспортного светофора должен гореть в течение 5 секунд;
- красный сигнал транспортного светофора должен гореть в течение 35 секунд;
- зелёный сигнал пешеходного светофора должен гореть в течение 35 секунд;
- красный сигнал пешеходного светофора должен гореть в течение 35 секунд.

На рисунке 1 более понятно показан функционал дневного режима работы светофоров.

Управление светофором

	Красный	Желтый	Зеленый	Зеленый мигает
Вертикальный	Y0	Y1	Y2	Y2
Горизонтальный	Y20	Y21	Y22	Y22
Время свечения	35 сек	5 сек	25 сек	5 сек



Временная диаграмма:

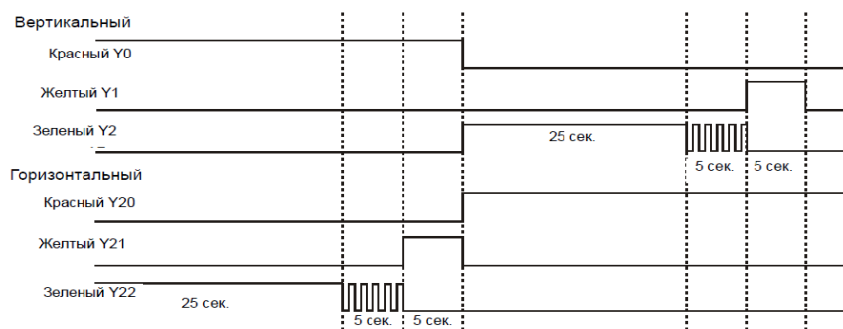


Рисунок 1 – Функционал дневного режима

Управление программой будет осуществляться через панель оператора ОВЕН СП200.

1.1.3 Выбор архитектуры программы

Требуется организовать взаимодействие между пользователем и управляющей программой ПЛК. Работа прибора представляет собой последовательно выполняемые шаги (рабочий цикл):

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

Время выполнения всех шагов зависит от сложности алгоритма программы [1]. Функциональная схема выполнения программы на ПЛК показана на рисунке 2 [1].



Рисунок 2 – Функциональная схема выполнения программы ПЛК

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

Исходя из требуемого функционала, планируемой архитектуры проекта и выбранной целевой платформы был выбран 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

Для разработки был выбран язык FBD.

Язык функциональных блоков FBD – графический язык программирования стандарта IEC 61131-3. Данный язык предназначен для создания управляющих программ программируемых логических контроллеров (ПЛК). Алгоритм создается на языке функциональных блоков FBD с помощью готовых компонентов.

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

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

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

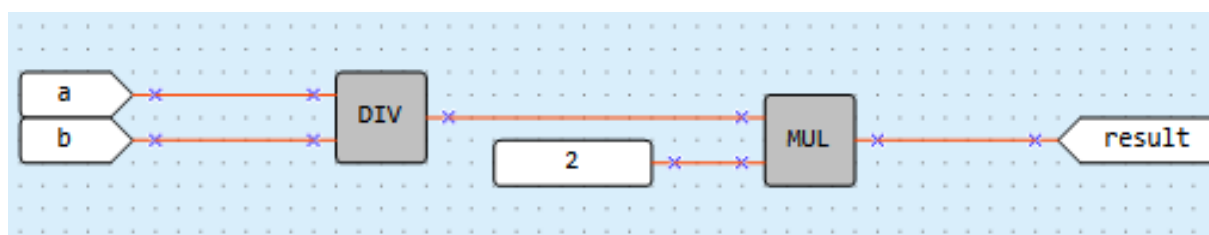


Рисунок 3 – Пример фрагмента программы

Функция показанная на рисунке 3 описана на псевдо коде ниже.

```
result:=2*(a/b);
```

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 ПР1хх, ПР200 и панели ИПП120 производства компании OWEN. Полный перечень приборов, для программирования которых может использоваться OWEN Logic, представлен на сайте компании OWEN [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 4.

					ПГУ1.090301.17.001ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

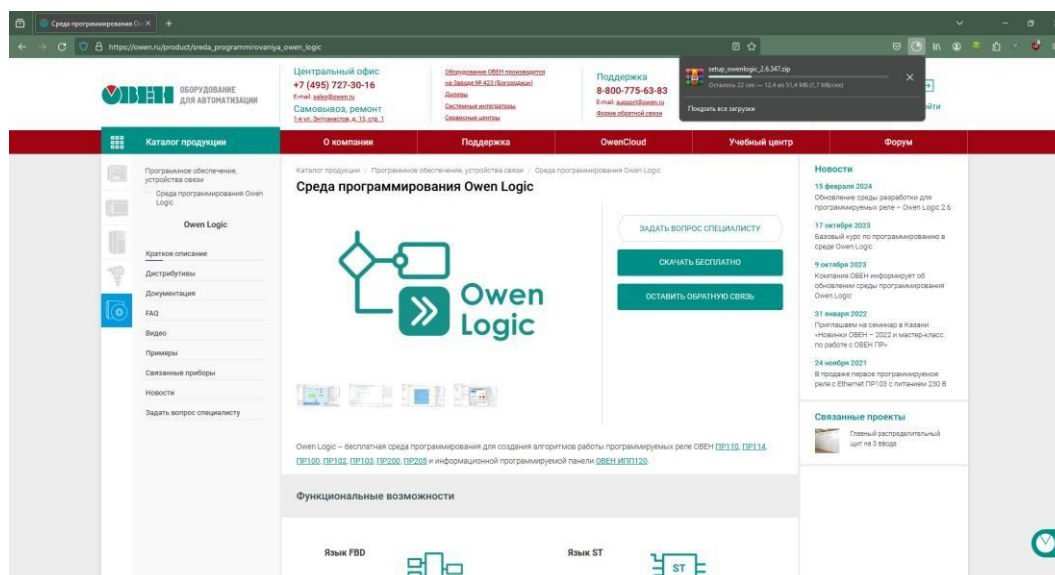


Рисунок 4 – Страница загрузки среды программирования на сайте производителя

На официальном сайте OWEN Logic представлены ссылки для загрузки программы, содержатся описание её функционала, информация о системных требованиях, ссылки на техническую документацию, форму для обратной связи и т.п. Чтобы начать процесс загрузки среды OWEN Logic требуется нажать «Скачать бесплатно» в области загрузки, что можно увидеть на рисунке 5.

Каталог продукции / Программное обеспечение, устройства связи / Среда программирования Owen Logic

Среда программирования Owen Logic



ЗАДАТЬ ВОПРОС СПЕЦИАЛИСТУ

СКАЧАТЬ БЕСПЛАТНО

ОСТАВИТЬ ОБРАТНУЮ СВЯЗЬ

Рисунок 5 – 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 6.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.17.001ПЗ

Лист

15

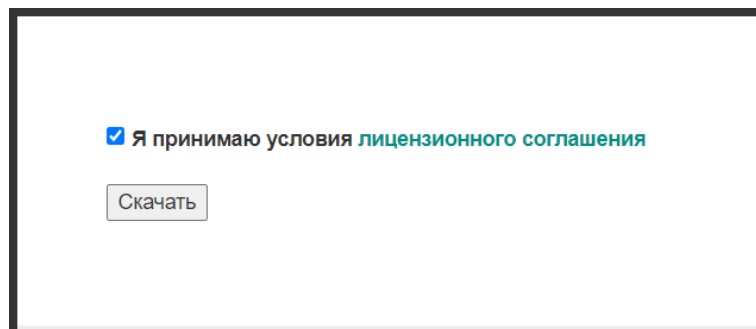


Рисунок 6 – Окно подтверждения согласия с условиями лицензионного соглашения

После нажатия кнопки «Скачать» начинается загрузка архива, в котором находится исполняемый файл установки среды OWEN Logic. Процесс загрузки представлен на рисунке 7.

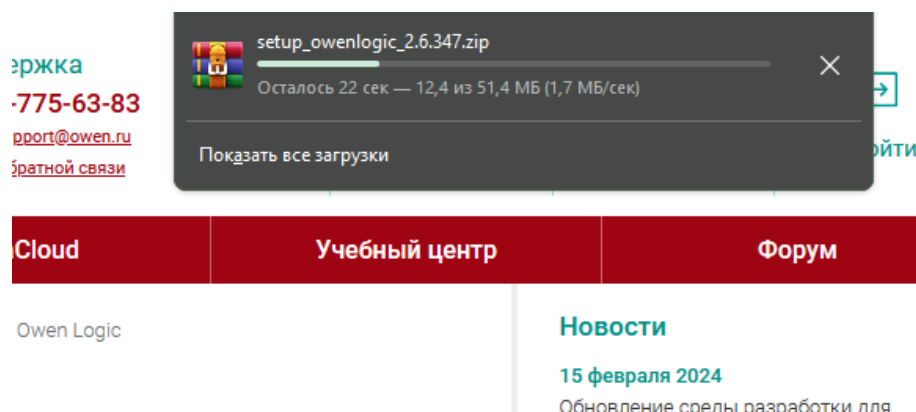


Рисунок 7 – Загрузка архива с установочным файлом среды программирования

Когда архив будет загружен, его требуется разархивировать. Установка начинается после запуска файла setup_owenlogic_2.10.366.exe (версия ПО периодически обновляется). Процесс установки среды программирования OWEN Logic представлен на рисунках 8-11.

После запуска установочного файла открывается окно Мастера установки среды OWEN Logic. Для продолжения установки требуется нажать «Далее». Окно Мастера установки показано на рисунке 8. В процессе также потребуется ознакомиться и условиями лицензионного соглашения и принять их.

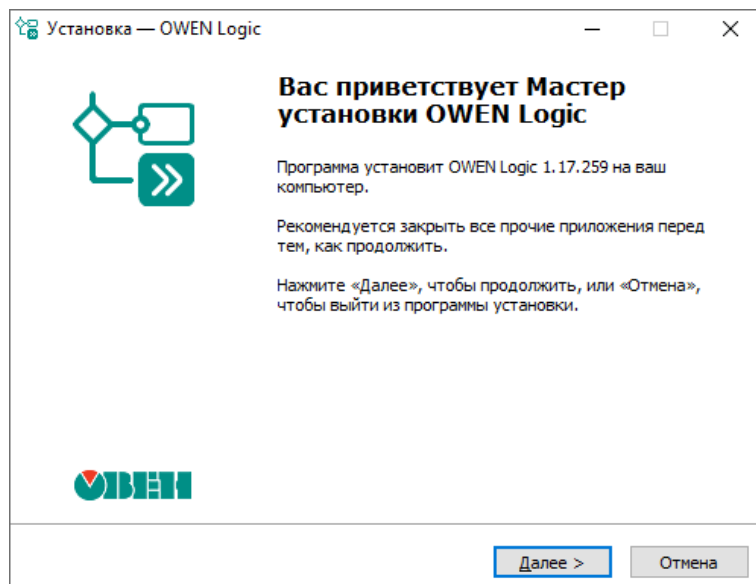


Рисунок 8 – Мастер установки OWEN Logic

Далее, на рисунке 9, требуется выбрать папку для установки среды OWEN Logic. Для этого нужно нажать на «Обзор», в открывшемся окне указать нужное расположение. В случае если изменять расположение не требуется оставить это поле со значением по умолчанию. Для продолжения нажать «Далее».

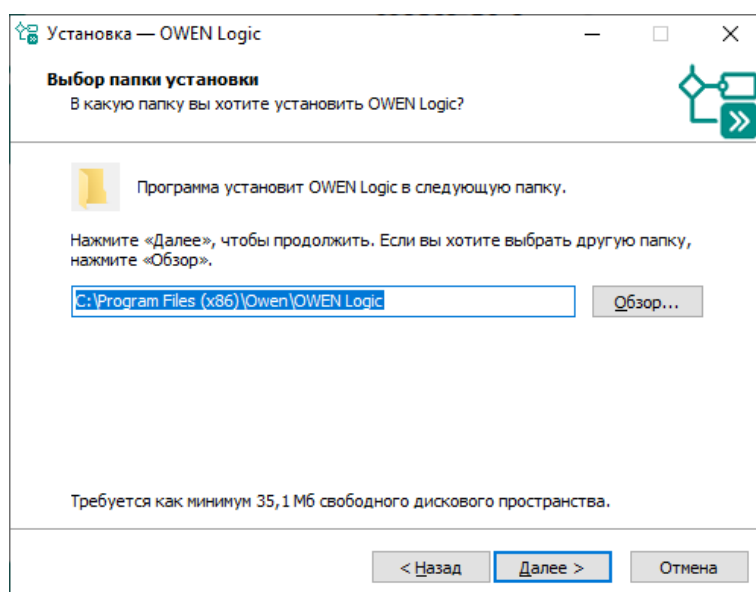


Рисунок 9 – Выбор папки для установки среды программирования

На рисунке 10 представлено окно, в котором в процессе установки и предлагается выбрать дополнительные настройки, такие как создание значка

на рабочем столе и в панели быстрого доступа компьютера, а также привязку файлов с расширением owle и к среде OWEN Logic.

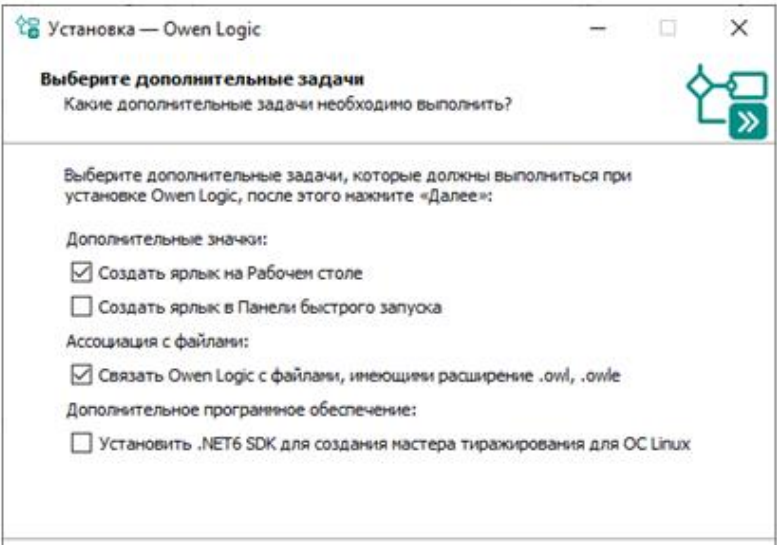


Рисунок 10 – Выбор дополнительных настроек среды программирования

В окне, показанном на рисунке 11, предлагается проверить все дополнительные опции, итоговое расположение и начать процесс установки.

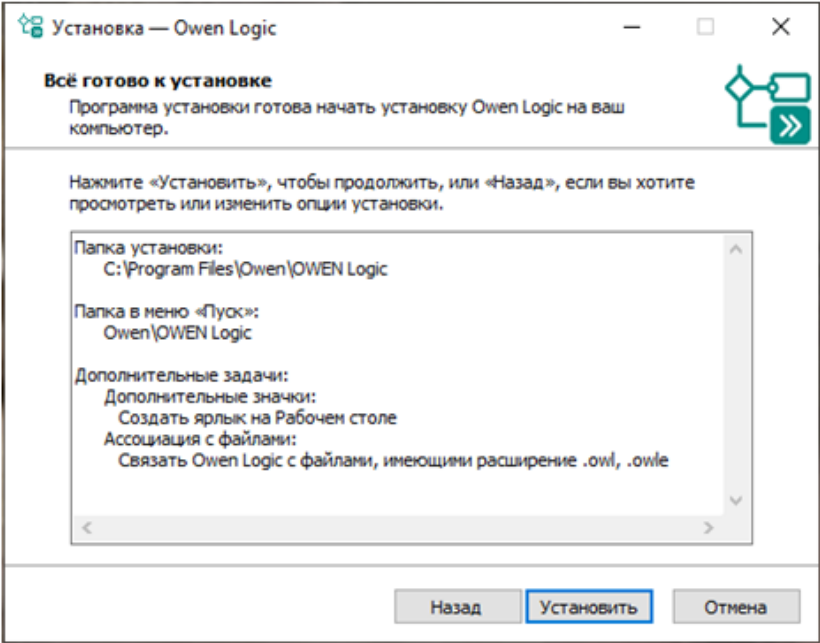


Рисунок 11 – Просмотр опций установки

На рисунке 12 показано Главное окно, открывающееся после запуска OWEN Logic.

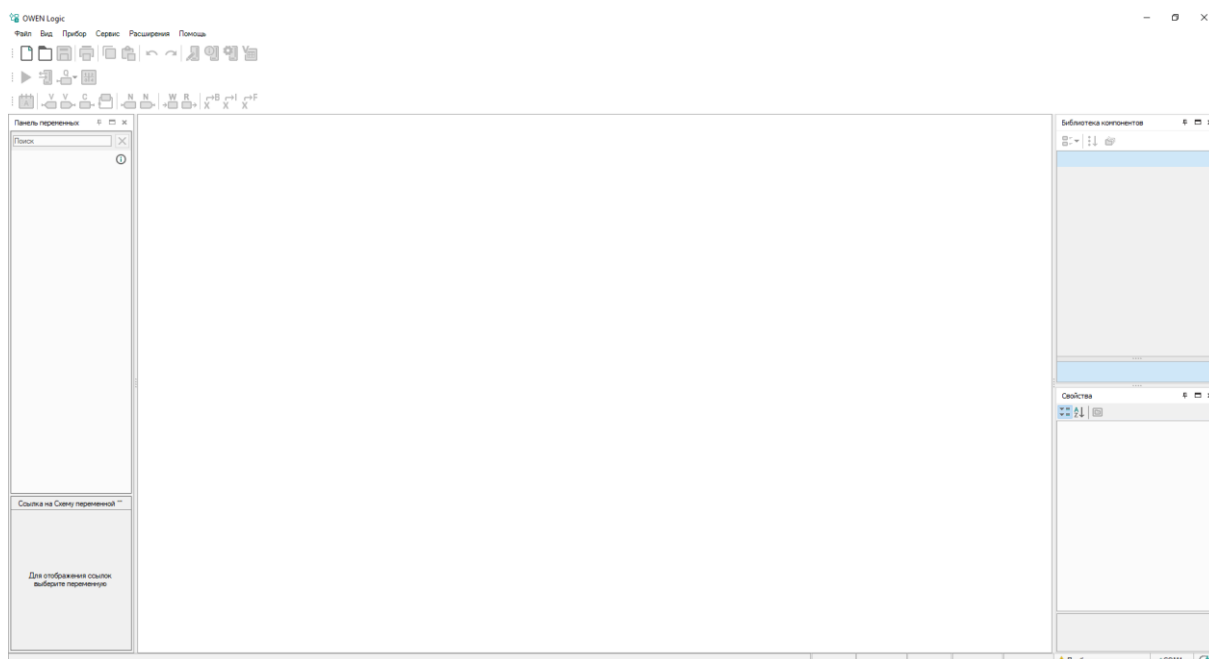


Рисунок 12 – Окно OWEN Logic

Для настройки среды программирования OWEN Logic требуется создать новый проект через меню «Файл», как это показан на рисунке 13. Без создания проекта большая часть основных функций среды будет недоступна.

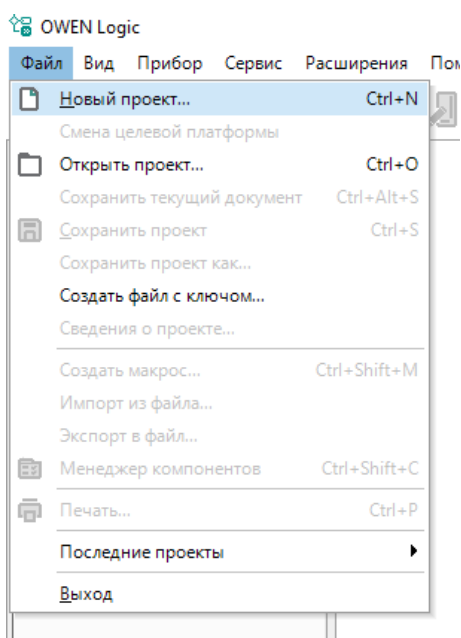


Рисунок 13 – Начало создания нового проекта в среде OWEN Logic

На рисунке 14 показана панель инструментов среды программирования OWEN Logic.

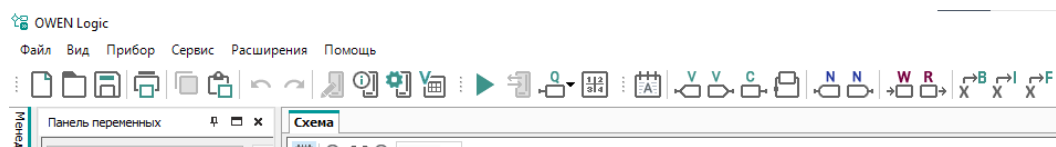


Рисунок 14 – Панель инструментов OWEN Logic

Панель инструментов, как и многие элементы интерфейса, поддается настройке. Имеется возможность переместить, либо вынести в окно отдельные элементы интерфейса. Для удобства была изменено положение части элементов панели инструментов, как это показано на рисунке 15, часть панели была перенесена ниже для более быстрого доступа к началу отладки проекта.

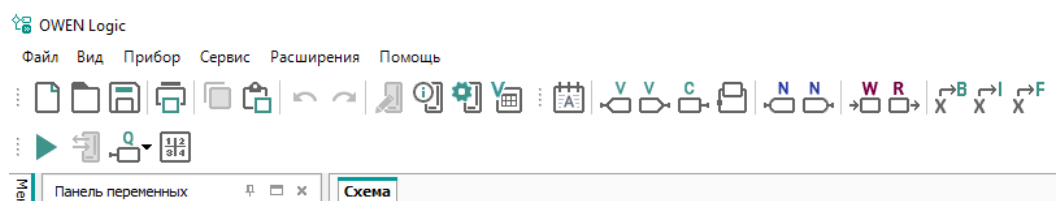


Рисунок 15 – Панель инструментов после настройки

Панель инструментов в режиме эмуляции дополняется новыми элементами, что можно увидеть на рисунке 16. Они также поддаются настройке, если это потребуется.

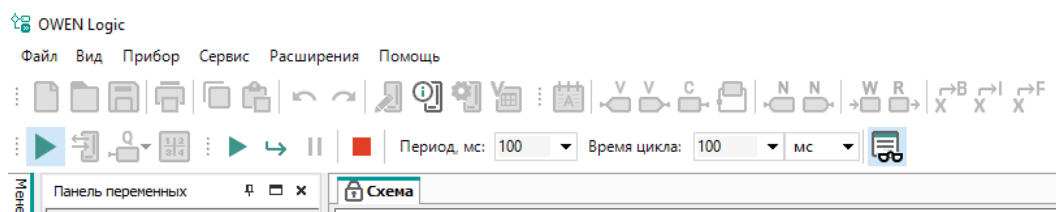


Рисунок 16 – Панель инструментов в режиме эмуляции

Логика управляющей программы проектируется на рабочем холсте. Размер холста можно изменить, если это понадобится по мере разработки управляющей программы. На рисунке 17 представлен рабочий холст проекта.

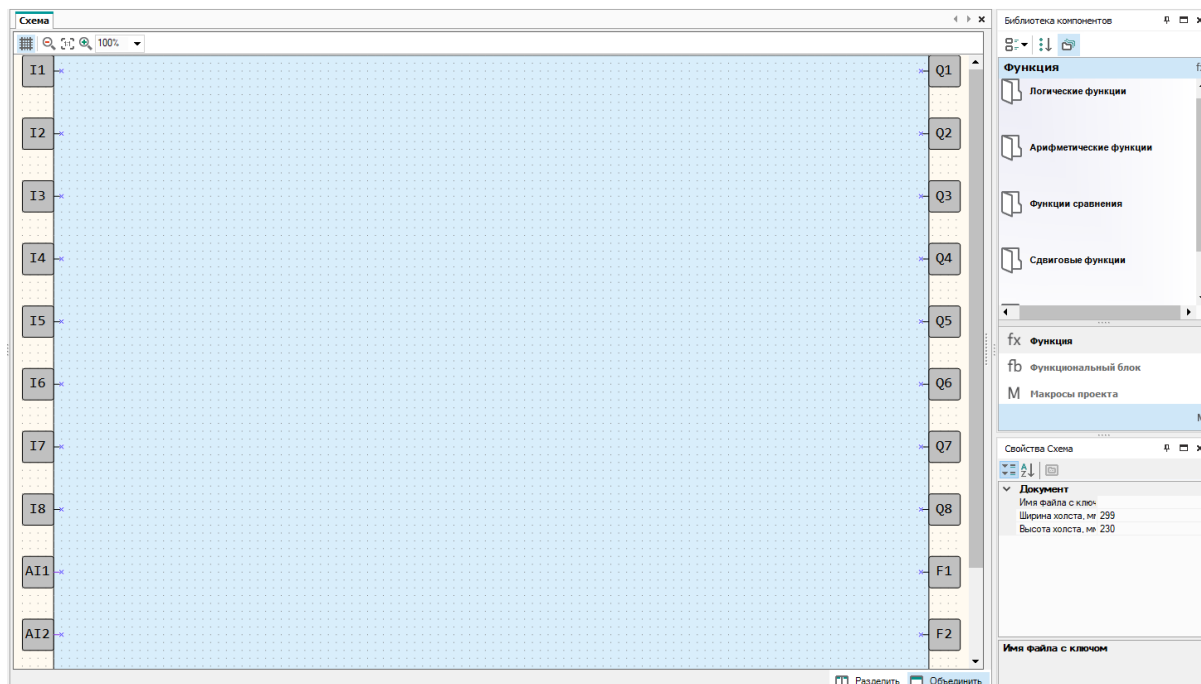


Рисунок 17 – Рабочий холст проекта среды OWEN Logic

На рисунке 18 представлены свойства рабочего холста.

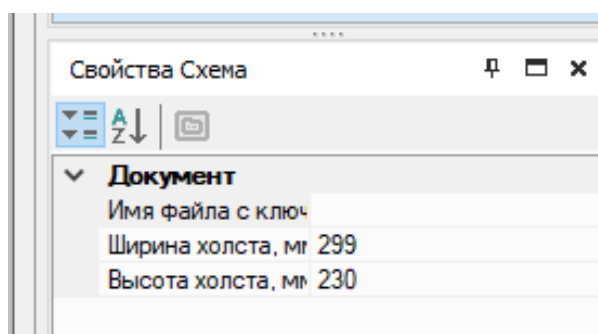


Рисунок 18 – свойства рабочего холста

Также на Главном экране среды OWEN Logic имеется Библиотека компонентов, показанная на рисунке 19, которая содержит функциональные блоки языка FBD, а также макросы проекта.

Также имеется Панель переменных, содержащая переменные проекта и быстрый доступ к ним. Вид данной панели созданного проекта показан на рисунке 20.

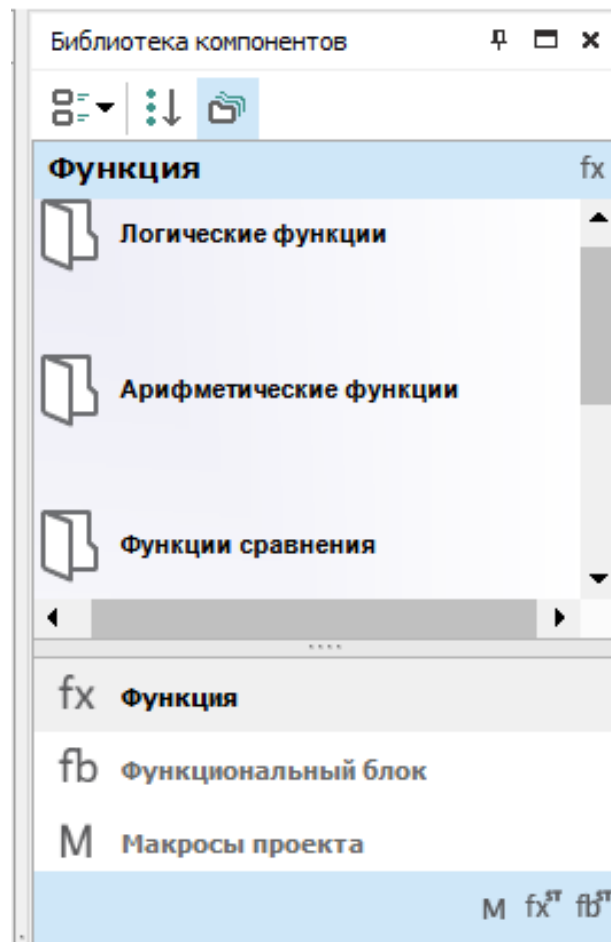


Рисунок 19 – Библиотека компонентов

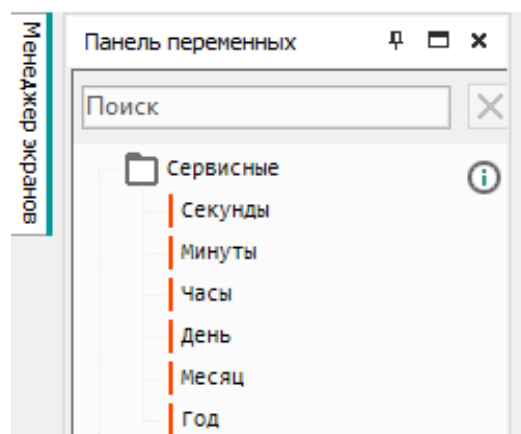


Рисунок 20 – Панель переменных

Для конфигурирования ЖКИ ПЛК, представляющий из себя монохромный текстовый ЖК-дисплей, в среде программирования OWEN Logic имеется раздел Менеджер экранов. Окно данного раздела показано на рисунке 21. Менеджер экранов позволяет настроить вывод на символьный индикатор определенные значения, используемые в управляющей программе, либо текстовые сообщения.

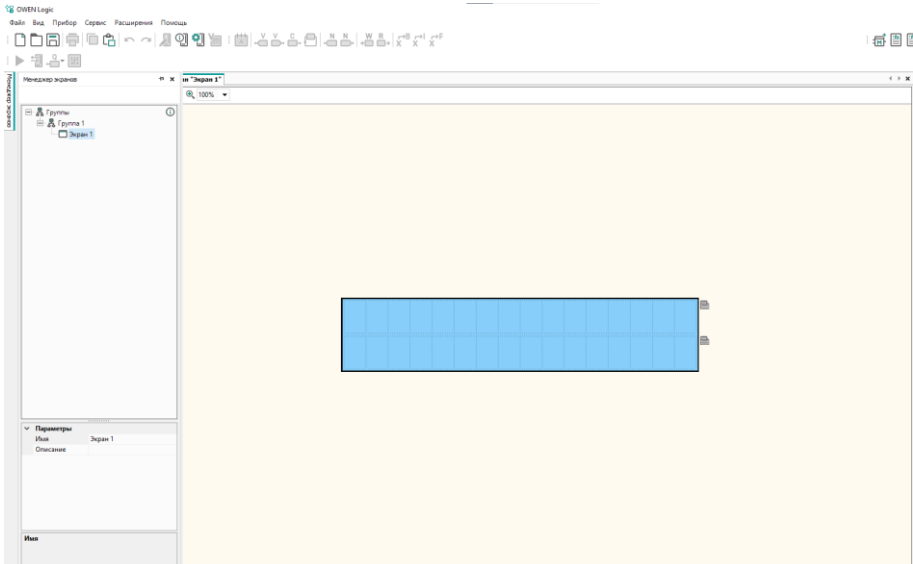


Рисунок 21 – Окно раздела Менеджер экранов

Для дальнейшего подключения ПЛК к ПК через USB порт требуется изменить настройки подключения прибора, показанные на рисунке 22. После установки требуемых драйверов в графе «Порт» будет определяться подключённый ПЛК.

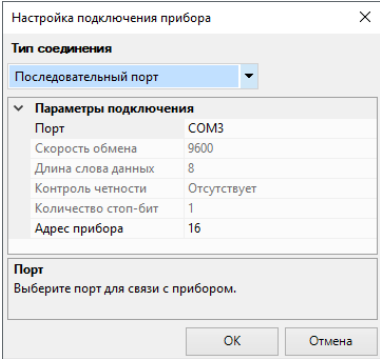


Рисунок 22 – Настройка подключения прибора

Для упрочения настройки и дальнейшего взаимодействия со средой программирования OWEN Logic рекомендуется использовать встроенный справочник, показанный на рисунке 23.

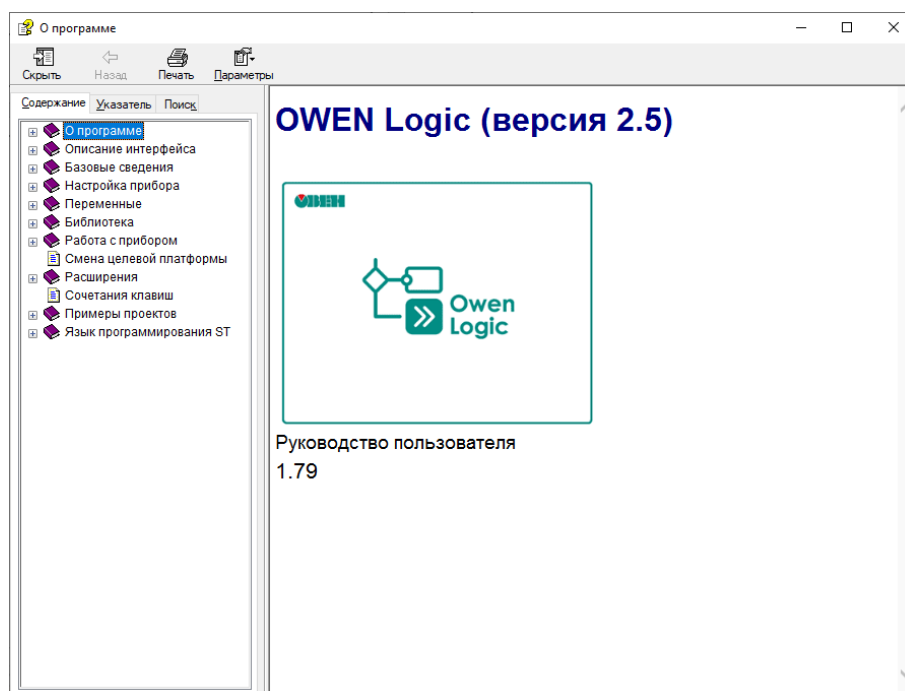


Рисунок 23 – Руководства пользователя

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» – произвольной степени сложности, соответствующий конкретному комплексу процедур, управление которыми должна выполнять панель оператора [4]. Созданный проект загружается в панель оператора, определяя текущие значения ее параметров.

Процесс установки программы Конфигуратор СП200 показан на рисунках ниже. На рисунке 24 показан мастер установки Конфигуратора СП200.

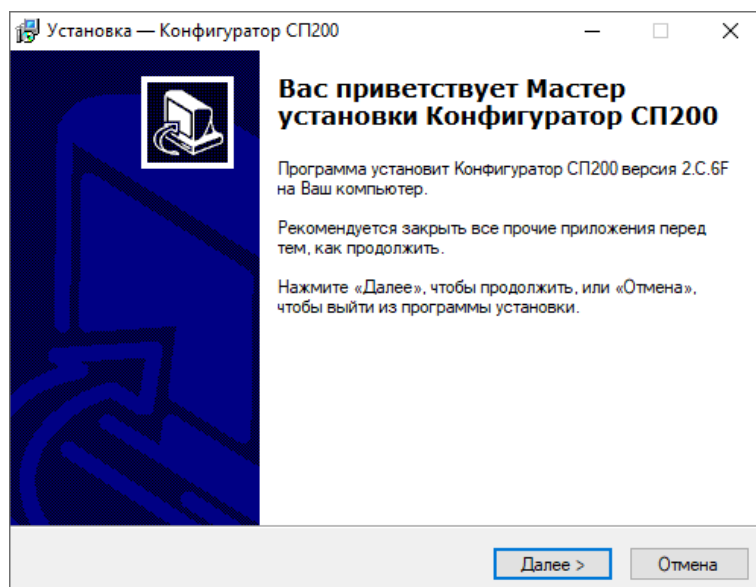


Рисунок 24 – Мастер установки Конфигуратора СП200

На рисунке 25 продемонстрирован этап, на котором требуется выбрать будущее расположение установки Конфигуратора СП200 на дисковом накопителе ПК. 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.

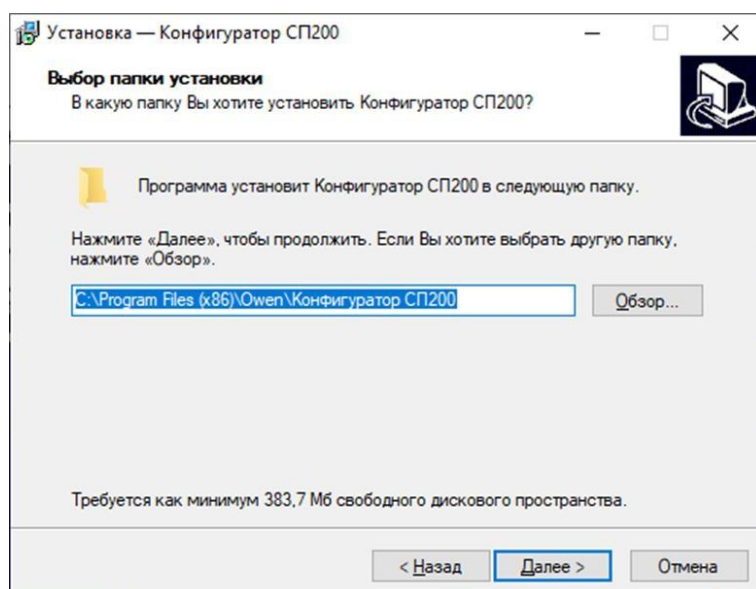


Рисунок 25 – Выбор директории для установки Конфигуратора СП200

В следующем окне предлагается создать значок на рабочем столе. Для того чтобы создать значок требуется поставить галочку рядом с соответствующим пунктом, как показано на рисунке 26.

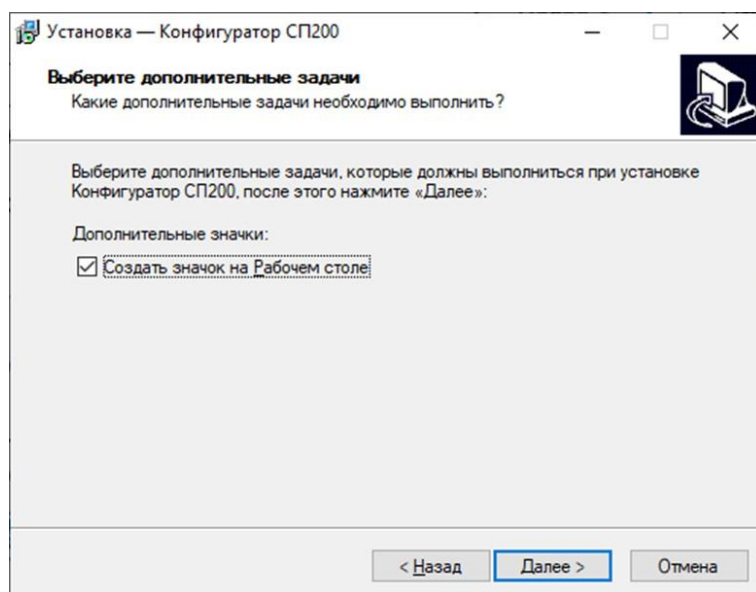


Рисунок 26 – Дополнительные настройки Мастера установки Конфигуратора СП200

В представленном на рисунке 27 окне показаны все выбранные опции установки Конфигуратора СП200.

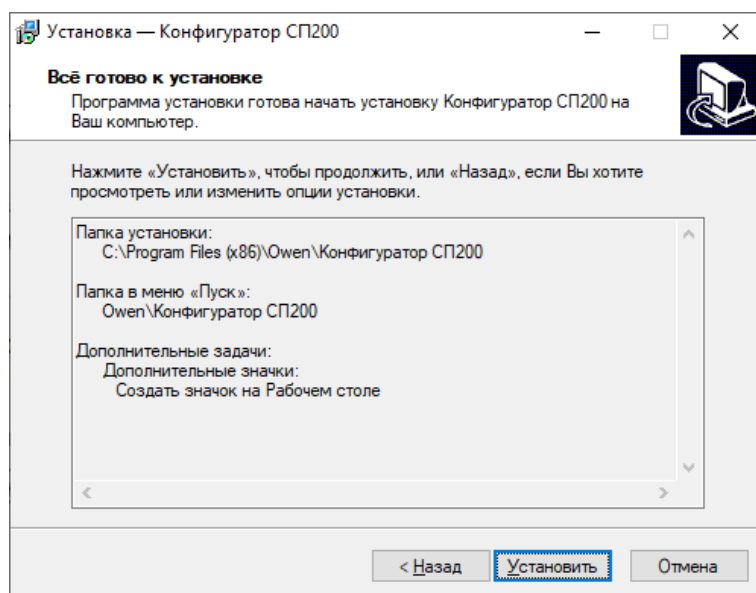


Рисунок 27 – Окно просмотра заданных опций Мастера установки

На рисунке 28 показано окно завершения Мастера установки Конфигуратора СП200. Если после завершения установки необходимо сразу запустить Конфигуратор СП200 нужно оставить флажок рядом соответствующим пунктом.

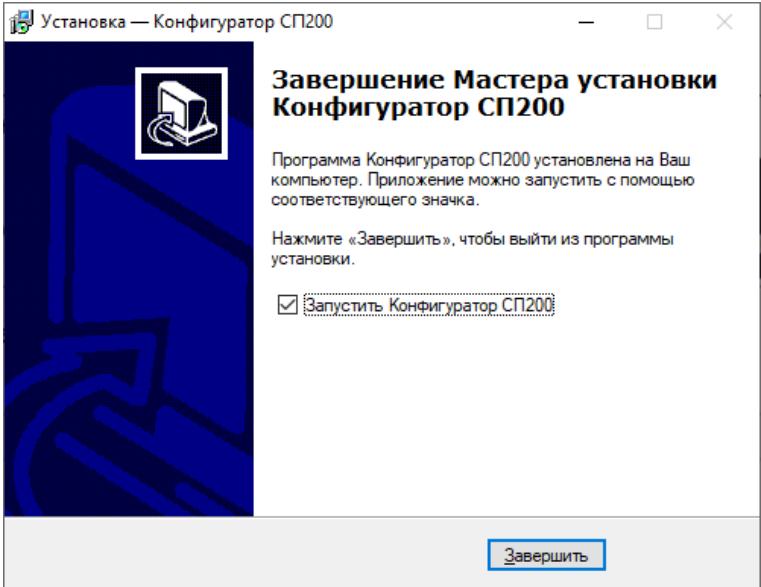


Рисунок 28 – Завершение Мастера установки Конфигуратора СП200

На рисунке 29 показано Главное окно, открывающееся после запуска Конфигуратора СП200. Для взаимодействия с данным ПО, также необходимо создать новый проект.

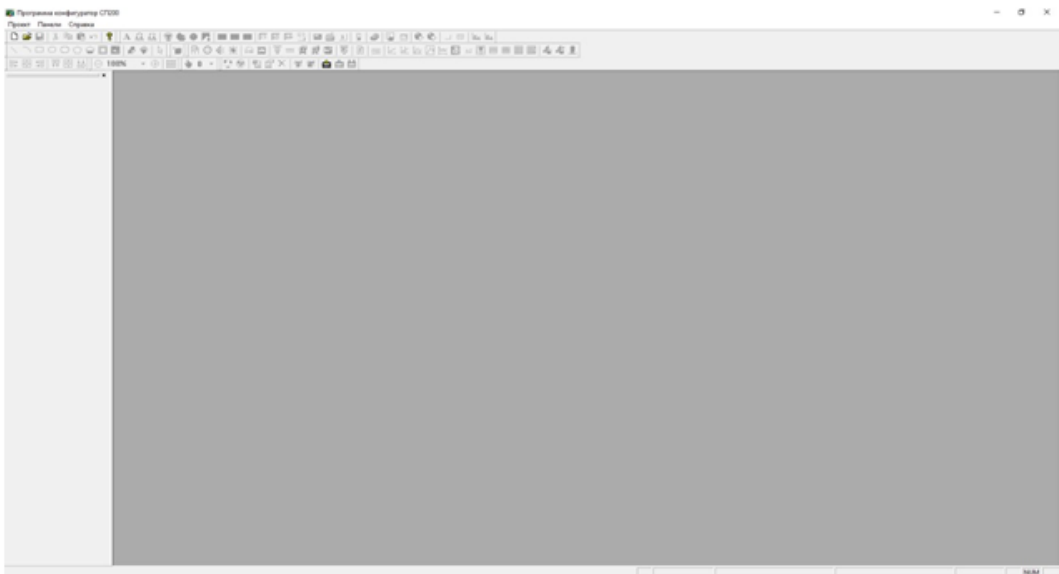


Рисунок 29 – Окно программы Конфигуратор СП200

На рисунке 30 представлена панель инструментов Конфигуратора СП200. Данная панель, как и в случае со средой OWEN Logic, может быть настроена для удобства эксплуатации.



Рисунок 30 – Панель инструментов Конфигуратора СП200

В открывшемся окне имеется дерево элементов для удобства навигации по проекту. Вид дерева для нового проекта продемонстрирован на рисунке 31.

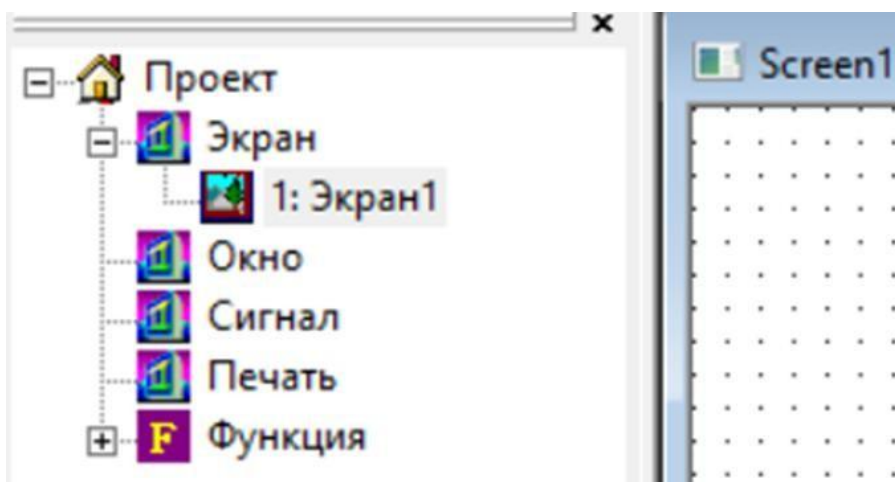


Рисунок 31 – Окно элементов проекта

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.

Программа начинает работать автоматически после запуска. Пользователь может менять режим работы светофоров с ночного на дневной и наоборот.

1.2.1 Конфигурирование ПЛК ОВЕН ПР200

ОВЕН ПР200 – программируемое реле с дисплеем. На рисунке 32 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 приборе может быть установлено до двух интерфейсов RS-485 с поддержкой протоколов Modbus RTU/ASCII [2].



Рисунок 32 – Прибор ОВЕН ПР200

Написание алгоритма было осуществлено на языке FBD с помощью среды программирования OWEN Logic. Загрузка алгоритма производится с помощью кабеля mini USB.

Был создан новый проект в OWEN Logic. В окне «Выбор модели» на рисунке 33 выбран тип устройства ПР200-24.2(4).X, соответствующий целевой платформе проекта.

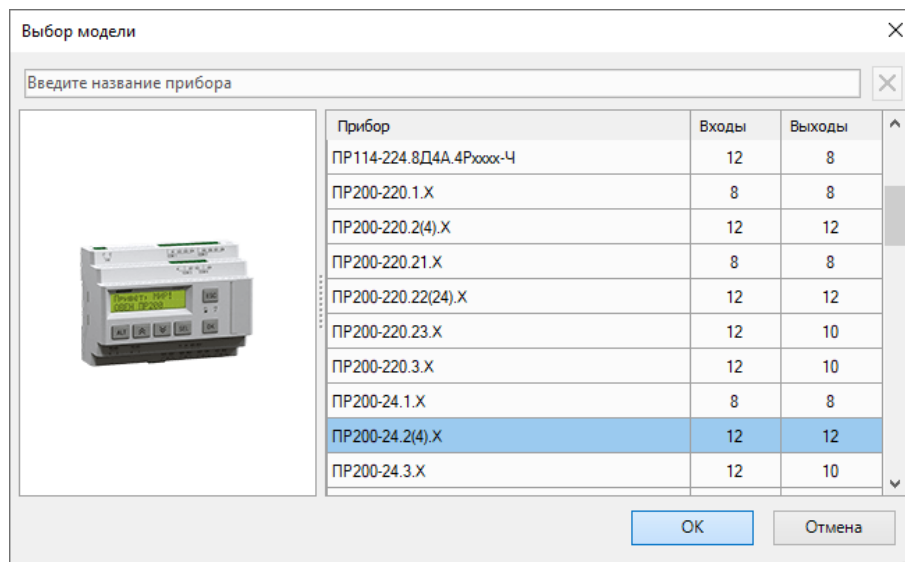


Рисунок 33 – Выбор модели устройства при создании нового проекта в среде программирования OWEN Logic

После сохранения созданного проекта необходимо перейти в «Настройки прибора», находящиеся во вкладке «Прибор». В настройках прибора были изменены адрес на 1 и добавлены необходимые сетевые переменные, как показано на рисунках 34 и 35.

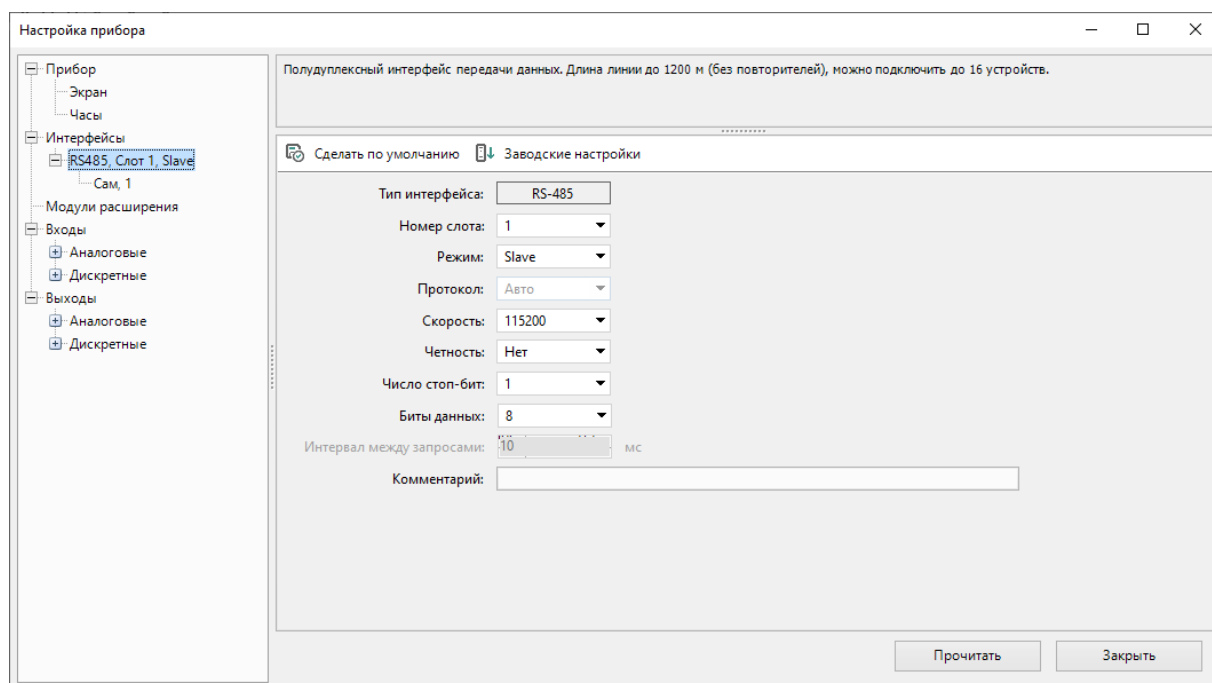


Рисунок 34 – Сетевые настройки прибора

Настройка прибора

Прибор

- Экран
- Часы
- Интерфейсы
 - RS485, Слот 1, Slave
 - Сам, 1
- Модули расширения
- Входы
 - Аналоговые
 - Дискретные
- Выходы
 - Аналоговые
 - Дискретные

Имя: Адрес:

Порядок байт: ☐ Старшим байтом вперед ☐ Старшим регистром вперед

Float:

Комментарий:

Имя переменной	Тип	Адрес регистра	Комментарий
Y0(Красный)	Целочисленное	512	
Y1(Желтый)	Целочисленное	513	
Y2(Зеленый)	Целочисленное	514	
Y20(Красный)	Целочисленное	515	
Y21(Желтый)	Целочисленное	516	
Y22(Зеленый)	Целочисленное	517	
Режим Работа	Целочисленное	518	
Y1(red)	Целочисленное	519	
Y1(green)	Целочисленное	520	
Y2(red)	Целочисленное	521	
Y2(green)	Целочисленное	522	

Имя: Тип:

Регистр:

Комментарий:

Прочитать Закрыть

Рисунок 35 – Таблица сетевых переменных настроек прибора

Ниже представлена таблица 2, в которой указаны название сетевых переменных, их тип и адреса регистров.

Таблица2–Таблица сетевых переменных проекта

Имя переменной	Тип переменной	Адрес регистра
Y0(Красный)	Целочисленное	512
Y1(Жёлтый)	Целочисленное	513
Y2(Зелёный)	Целочисленное	514
Y20(Красный)	Целочисленное	515
Y21(Жёлтый)	Целочисленное	516
Y22(Зелёный)	Целочисленное	517
Режим работы	Целочисленное	518
Y1(red)	Целочисленное	519

Y1(green)	Целочисленное	520
Y2(red)	Целочисленное	521
Y2(green)	Целочисленное	522

Сетевые переменные необходимо для организации взаимодействия между панелью оператора и ПЛК по протоколу Modbus RTU через интерфейс RS-485 в режиме slave, как показано на рисунке 36.

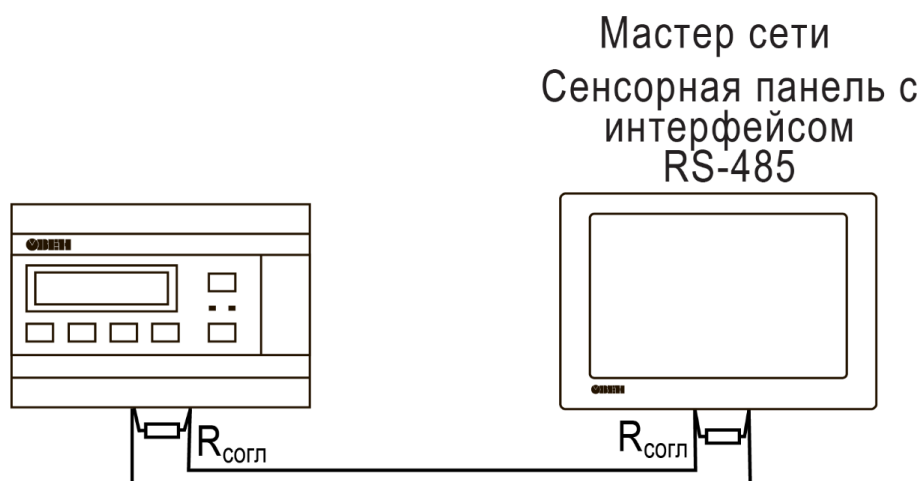


Рисунок 36 – схема сетевого взаимодействия мастер-панели с ПЛК

Программа разрабатывается с расчетом на возможность работы, как с панелью оператора, так и с подключением светофора и сумеречного датчика, подающий сигнал на ПЛК. Для реализации данного функционала была добавлена локальная переменная, как показано на рисунке 37.

Выберите переменную или создайте новую

Имя переменной	Тип переменной	Энергонезависимость	Значение по умолчанию	Использование в проекте	Комментарий
Режим Работы	Булевское	☐	0	Нет	
< не выбрана >	Булевское	☐	0	Нет	

Рисунок 37 – Таблица локальных переменных проекта

Из рисунка выше видно, что локальная переменная «Режим работы» имеет булевский тип.

1.2.2 Разработка управляющей программы

После завершения конфигурирования ПЛК был начат этап разработки управляющей программы. Исходя из цели проекта, была построена блок-схема программы, представленная на рисунке 38.

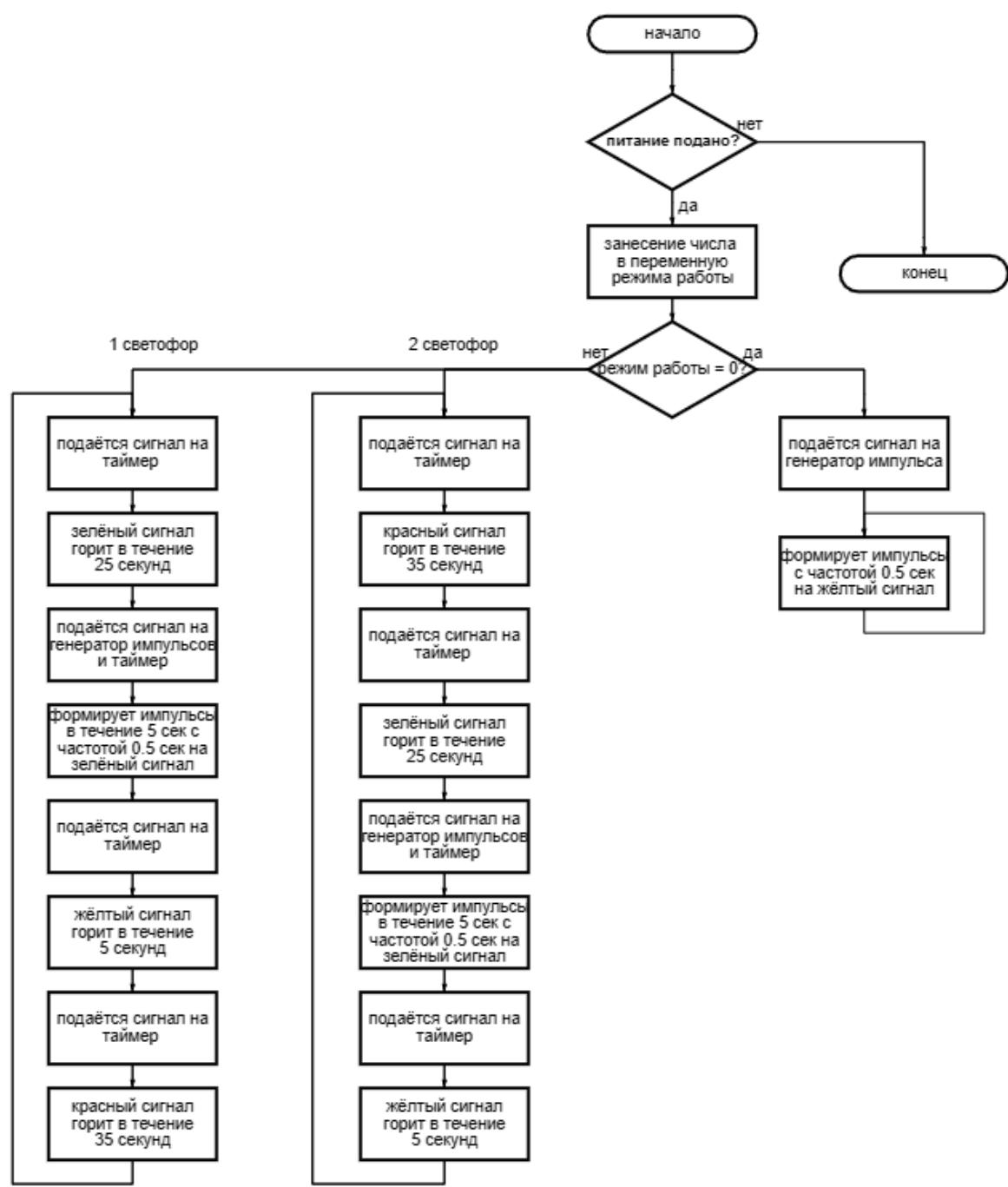


Рисунок 38–Схема работы управляющей программы

Для организации выбора режима работы использован следующий алгоритм. Режим работы будет зависеть от сигнала, который будет подаваться на вход переменной «Режим работы», если был подан сигнал 0, то светофоры работают в ночном режиме, если сигнал 1, то в дневном режиме.

По умолчанию на вход подаётся сигнал нуля, который записывается в переменную «Режим работы». Так как в ночном режиме не использованы другие переменные они будут содержать сигнал 0. Переменные «Y0(Красный)» и «Y20(Красный)» вместе с переменной «Режим работы» будут подаваться на блоки функций «NOT», чтобы инвертировать сигналы, а затем на блоки функций «AND» для проверки. После этого сигнал подаётся на блок «BLINK». Если сигнал равен единице, то на переменную «Y1(Жёлтый)», через функции «OR», будут подаваться импульсы с периодом 0.5секунд. Если был подан сигнал нуля, это означает, что светофор работает в дневном режиме. Фрагмент выше описанной логики представлен на рисунке 39.

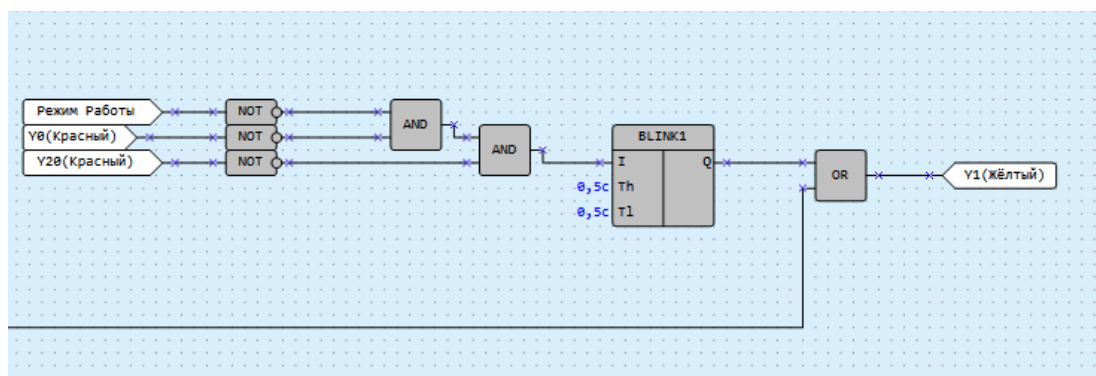


Рисунок 39 – Логика мигания жёлтого сигнала в ночном режим

В этом проекте были использованы переменные, упомянутые ранее в таблице2. Данные переменные являются сетевыми, что требуется для организации взаимодействия с панелью оператора.

Принцип действия блока функции «НЕ» («NOT») показан на рисунке 40 – если на вход блока функции поступает сигнал логического нуля, то на выходе элемента формируется логическая единица, и наоборот: сигнал инвертируется.

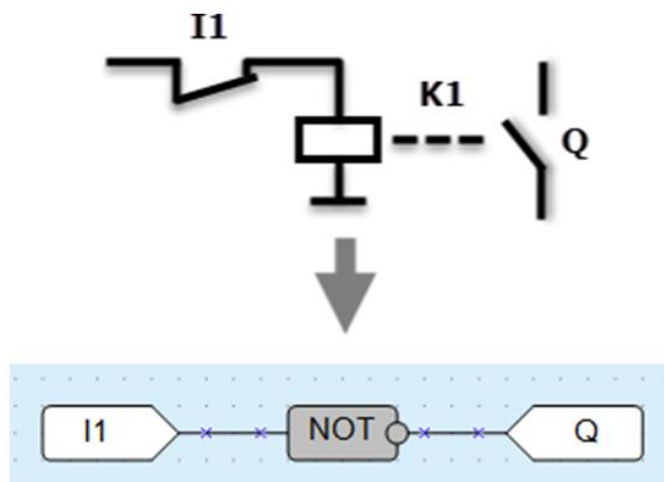


Рисунок 40 – Принцип работы блока функции «NOT»

Для блока «И» («AND») принцип работы, показан на рисунке 41, выглядит следующим образом – если на оба входа блока функции поступают сигналы логической единицы, то на выходе формируется сигнал единицы.

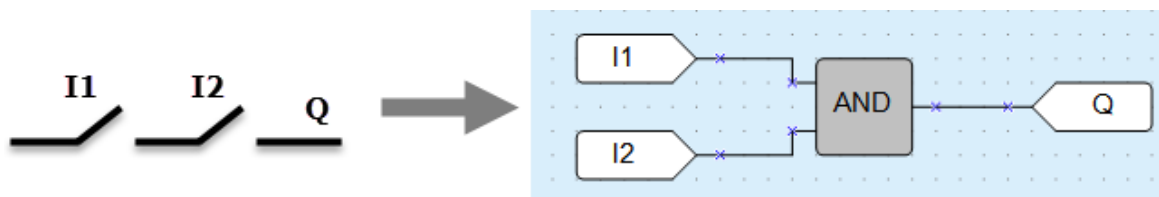


Рисунок 41 – Принцип работы блока функции «AND»

Принцип действия для блока функции «ИЛИ» («OR») продемонстрирован на рисунке 42 – если на один из входов блока функции поступает сигнал логической единицы, то на выходе элемента появляется логическая единица.

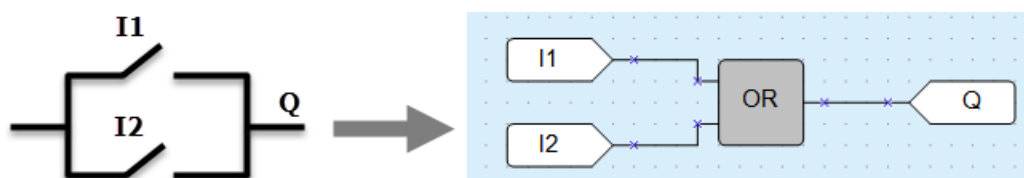


Рисунок 42 – Принцип работы блока функции «OR»

Принцип действия функционального блока «BLINK» показан на рисунке 43. Если на вход подаётся сигнал логической единицы, то на выходе будут формироваться импульсы с заданными параметрами длительности включения и длительности отключения.

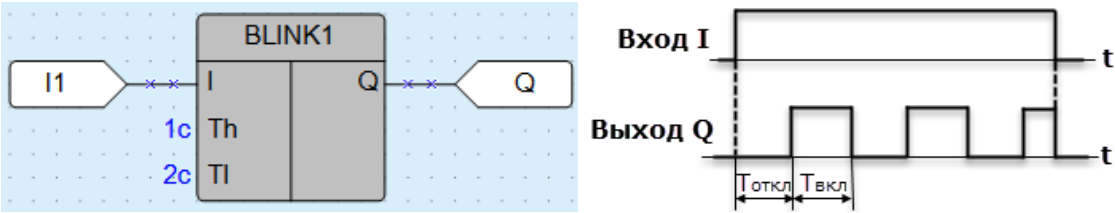


Рисунок 43 – Принцип работы функционального блока «BLINK»

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 «Ноч Жёлтый» показан на рисунке 44.

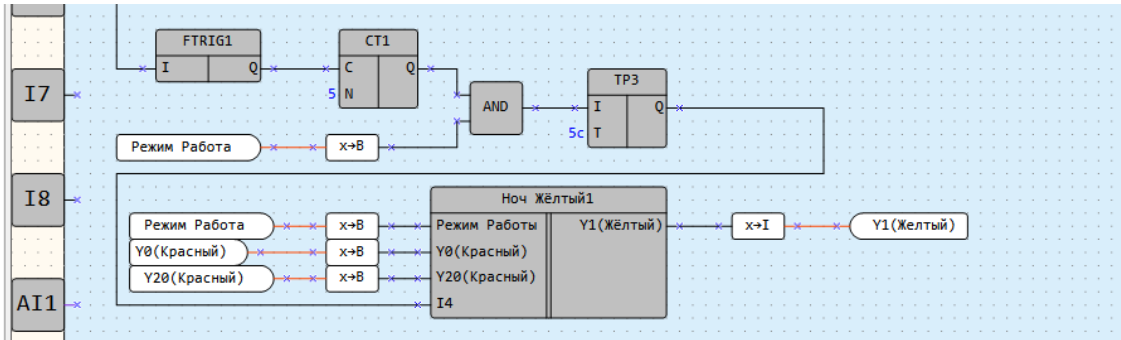


Рисунок 44 – Добавление макроса «Ноч Жёлтый»

Когда переменная «Режим Работы» равна 1, на вход блока «BLINK» и на вход блока «TP», через функции «AND» и «NOT», подаётся сигнал логической единицы. На выходе блока «BLINK» каждые 35 секунд на переменную «Y0(Красный)» по очереди будет подаваться логический ноль и логическая единица. На выходе блока «TP» в течение 25 секунд формируется единица, которая поступает в переменную «Y2(Зелёный)», через функции «AND» и «OR» и в блок «FTRIG», через функции «AND», рисунок 45.

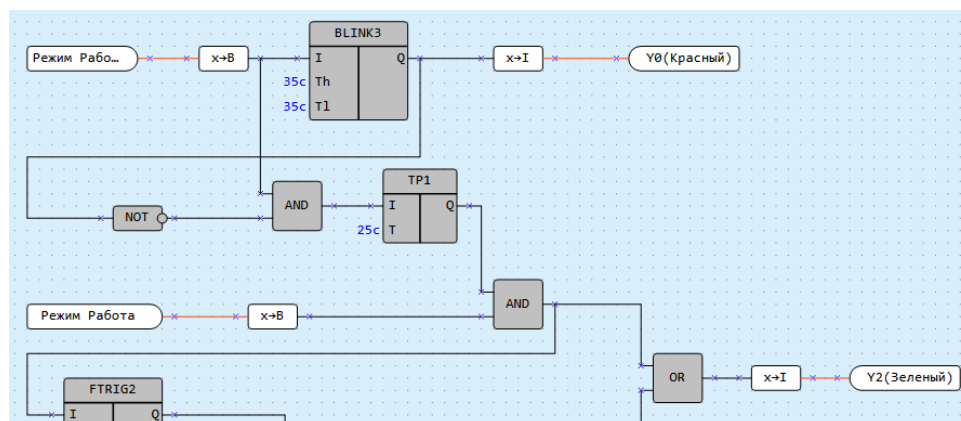


Рисунок 45 – Логика работы зелёного сигнала светофора

После прохождения времени, сигнал единицы поступает на блок «TP», а затем на блок «BLINK». В течение 5 секунд на переменную «Y2(Зелёный)» с периодом 0.5 секунд будет подаваться логический ноль и единица, что будет имитировать мигание, всё это продемонстрировано на рисунке 46.

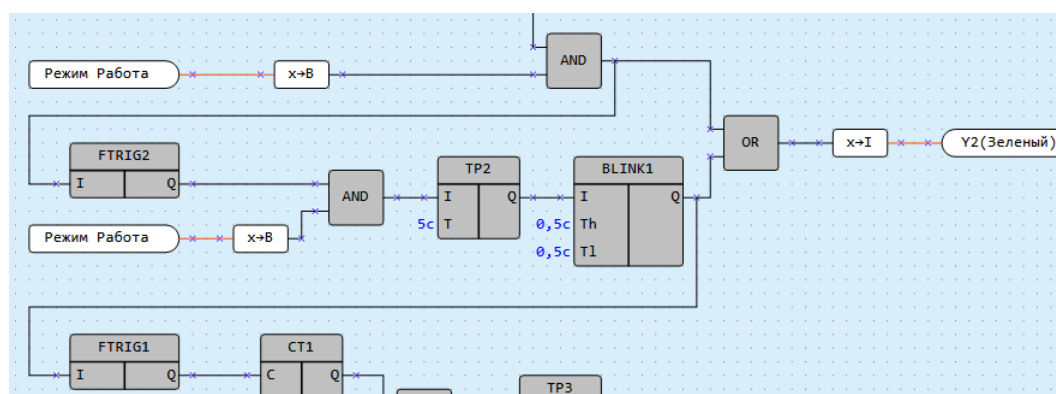


Рисунок 46 – Логика мигания зелёного сигнала светофора

Принцип действия функционального блока «TP» показан на рисунке 47. Если на вход подаётся сигнал логической единицы, то на выходе будет формироваться импульс с заданной длительностью, который не будет реагировать на изменение значения входного сигнала, пока не пройдёт заданное время.

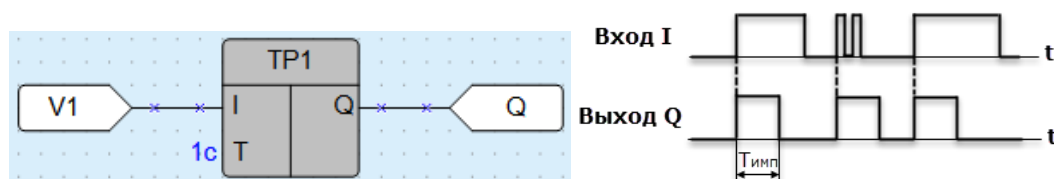


Рисунок 47– Принцип работы функционального блока «TP»

Детектор заднего фронта импульса (FTRIG) используется в случае необходимости иметь реакцию на изменение состояния дискретного входного сигнала. На выходе Q генерируется единичный импульс по заднему фронту входа I, что продемонстрировано на рисунке 48 [3]. Работу детектора объясняет приведенная на рисунке 49 диаграмма.

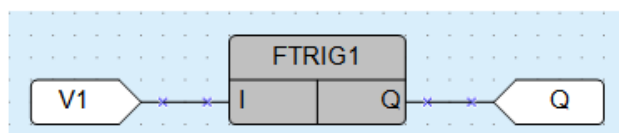


Рисунок 48 – Пример использования функционального блока FTRIG

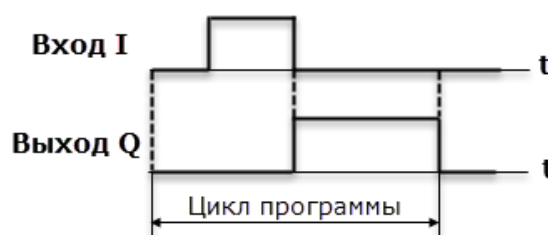


Рисунок 49 – Диаграмма работы функционального блока FTRIG

Затем сигнал подаётся на блок «FTRIG», а потом на блок «СТ». После того как счётчик насчитал 5 импульсов на выходе формируется сигнал логической единицы, который поступает на блок «ТР» и в течение 5 секунд он будет подаваться на переменную «Y1(Жёлтый)», что показано на рисунке 50.

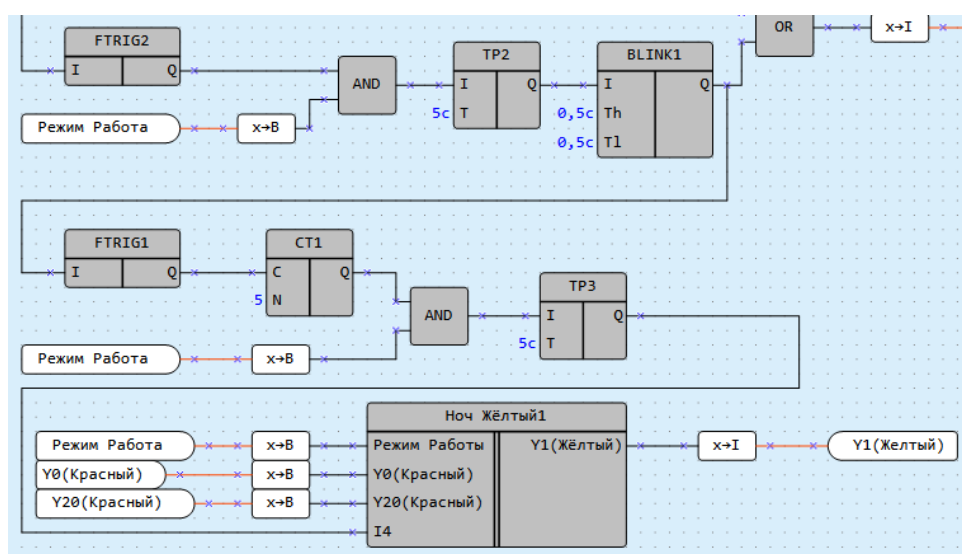


Рисунок 50 – Логика работы жёлтого сигнала светофора

Принцип действия функционального блока «СТ» продемонстрирован на рисунке 51. Подсчитывает заданное количество импульсов, если приходящих на вход импульсов достигнет заданного количества, то на выходе будет формироваться сигнал логической единицы.

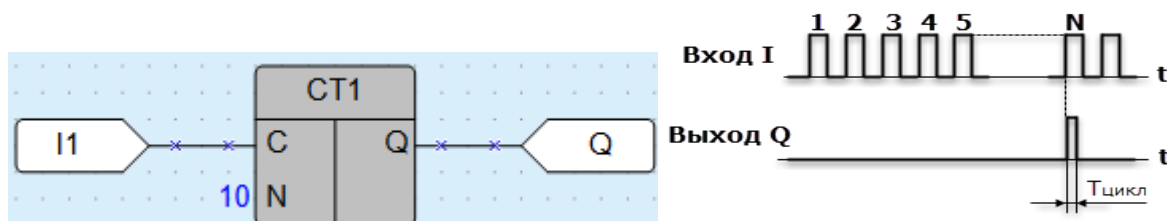


Рисунок 51 – Принцип работы функционального блока «ТР»

Аналогичным способом был сделан второй светофор, за исключением того, что в нём добавились блок «RS» и блок «TON» для предотвращения подачи одновременно одинаковых сигналов на переменные «Y21(Жёлтый)», «Y20(Красный)» и «Y22(Зелёный)», как показано на рисунке 52.

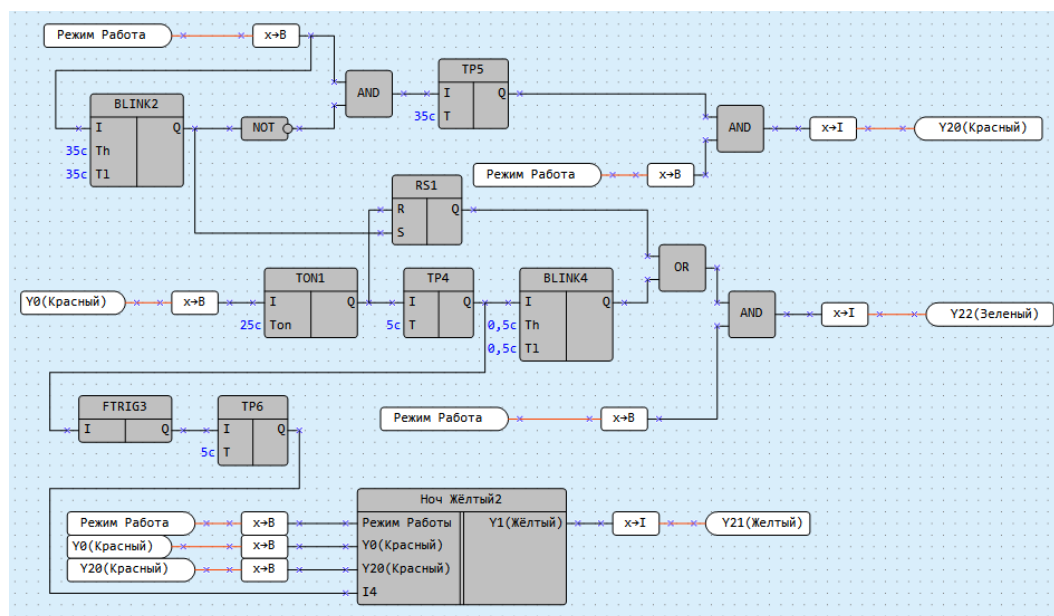


Рисунок 52 – Логика работы второго светофора

Логика работы для пешеходных светофоров достаточно проста и показана на рисунке 53.

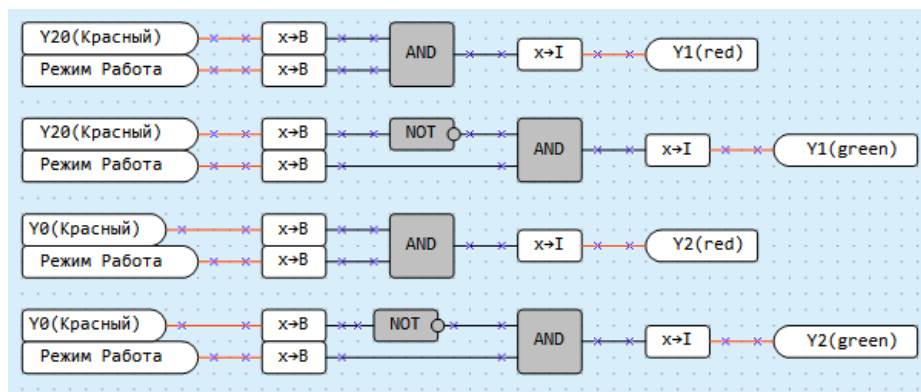


Рисунок 53 – Логика работы пешеходных светофоров

Итоговый вид управляющей программы представлен на рисунке 54.

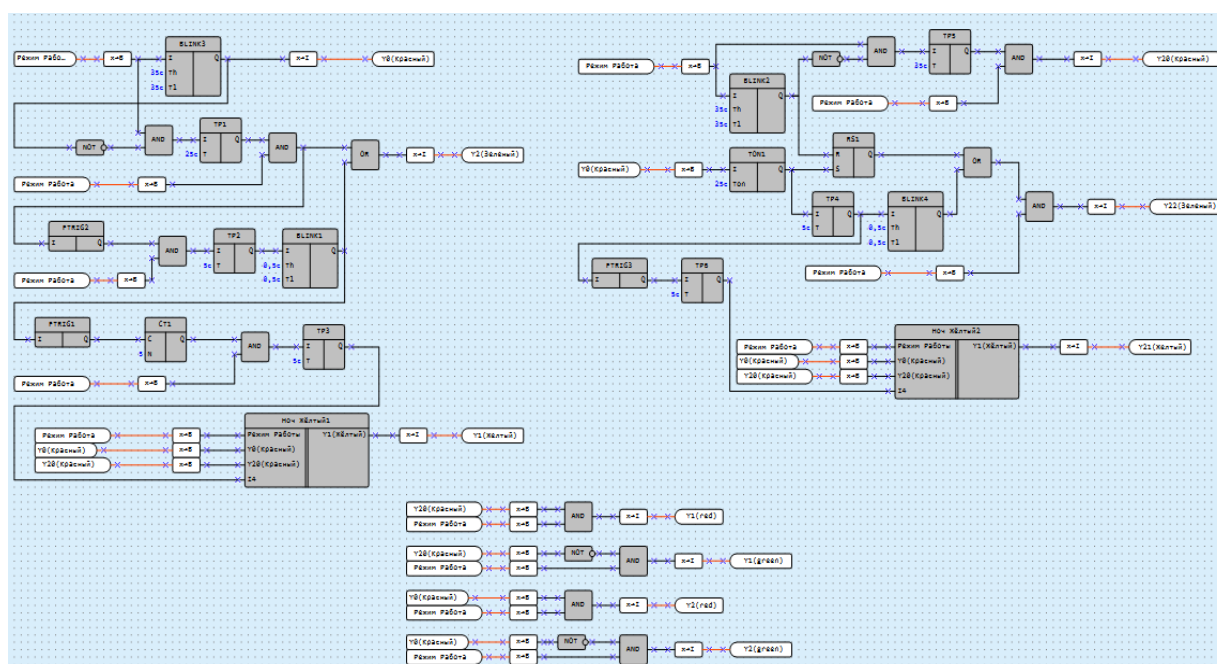


Рисунок 54 – Итоговый вид управляющей программы

Готовую управляющую программу необходимо загрузить на контроллер. Подключение прибора к персональному компьютеру осуществляется при помощи кабеля mini USB – USB. Схема подключения показана на рисунке 55.

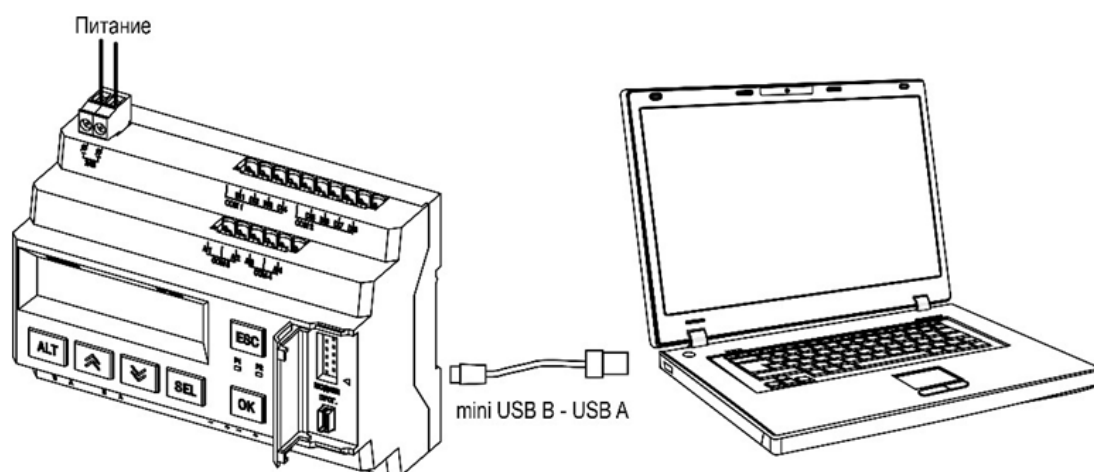


Рисунок 55 – Схема подключения ПЛК к ПК

1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270

Панель оператора СП270 представляет собой устройство класса «человеко-машинный интерфейс», предназначенное для загрузки управляющей программы (проекта) функционирования ПЛК или др. приборов, к которым подключается панель. Позволяет отображать на экране ход выполнения технологического процесса и редактировать значения параметров, отвечающих за функционирование системы. Логика работы панели СП270 определяется потребителем в процессе конфигурирования на ПК с использованием ПО «Конфигуратор СП200».

Исходя из заложенного в управляющую программу функционала, была спроектирована структурная схема устройства, рисунок 56.



Рисунок 56 – Структурная схема программы

Изначально проект предполагает наличие сумеречного датчика и самого светофора, но в рамках предоставленного лабораторного стенда в наличии они не имеется. В связи с этим для отображения сигналов светофора мы будем использовать панель оператора ОВЕН СП270. Для имитации работы сумеречного датчика будет разработана кнопка смены режимов работы, которая будет создана на панели оператора.

Был создан новый проект в «Конфигураторе СП200». При создании проекта был указан протокол связи Modbus RTU (Панель мастер) для порта PLC, как показано на рисунке 57.

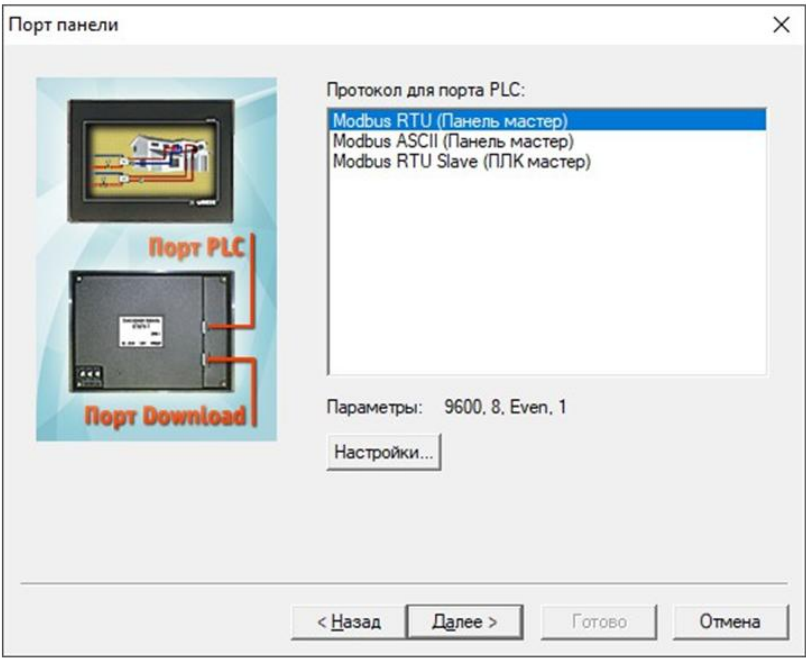


Рисунок 57 – Выбор протокола связи с ПЛК

В окне «Настройки параметров соединения» были указаны следующие сетевые параметры, которые показаны на рисунке 58, совпадающие с настройками подключения контроллера.

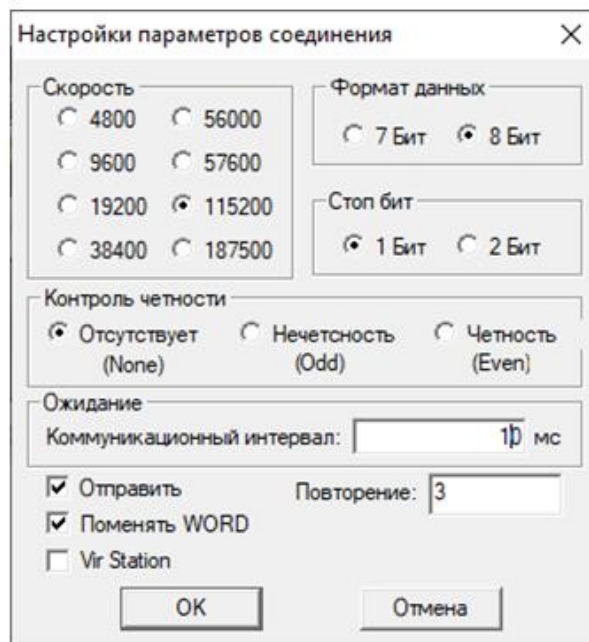


Рисунок 58 – Настройки параметров соединения

При выборе протокола для порта Download на рисунке 59 было указано, что «Порт загрузки не используется».

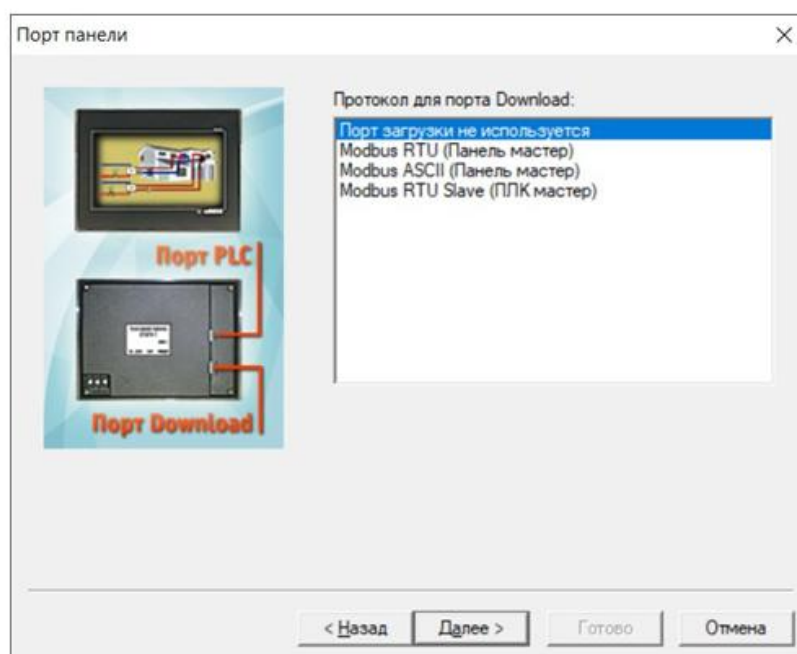


Рисунок 59 – Выбор протокола для порта загрузки

Главное окно нового проекта, которое открывается после создания проекта, продемонстрировано на рисунке 60.

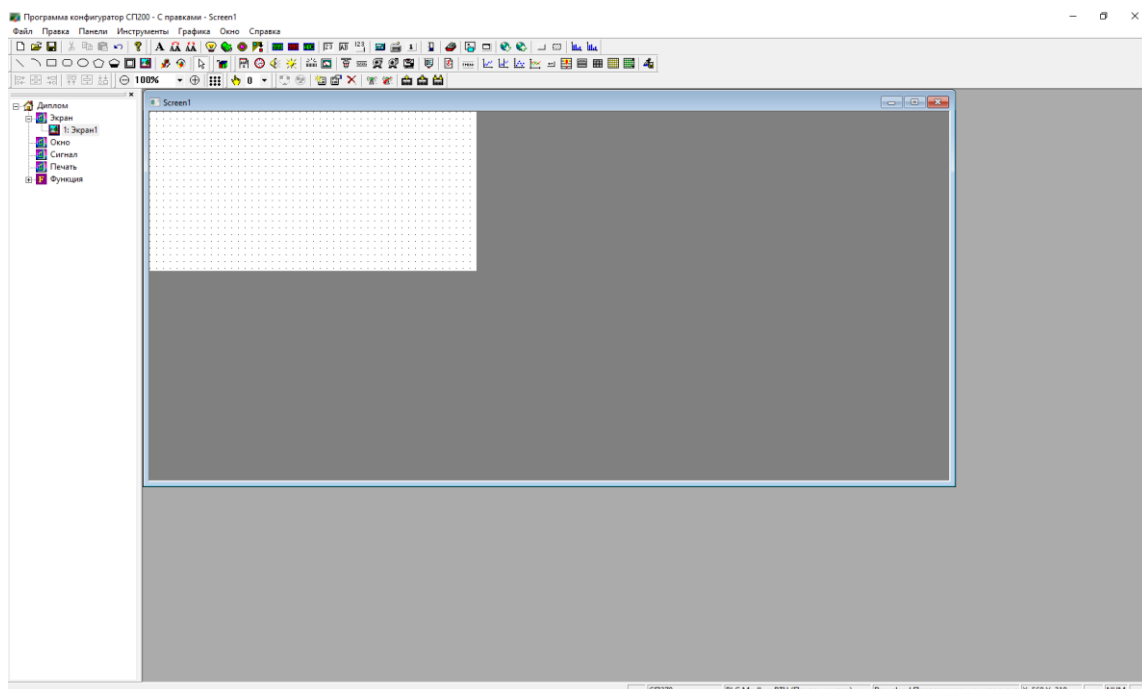


Рисунок 60 – Окно нового проекта Конфигуратора СП200

Ниже приведена таблица 3, содержащая соотношение сетевых переменных ПЛК с типами элементов интерфейса панели оператора.

Таблица 3 – соотношение сетевых переменных и элементов интерфейса

Имя переменной	Адрес регистра	Тип элемента интерфейса
Y0 (Красный)	512	Лампа
Y1 (Жёлтый)	513	Лампа
Y2 (Зелёный)	514	Лампа
Y20 (Красный)	515	Лампа
Y21 (Жёлтый)	516	Лампа
Y22 (Зелёный)	517	Лампа
Режим работы	518	Кнопка управления битом
Y1 (red)	519	Лампа
Y1 (green)	520	Лампа
Y2 (red)	521	Лампа
Y2 (green)	522	Лампа

Для смены режима работы светофора был использован элемент «Кнопка управления битом», что продемонстрировано на рисунке 61.

Для клавиши «Режим работы» в свойствах элемента «Кнопка управления битом» был задан адрес регистра 518, что соответствует сетевой переменной «Режим работы». Окно настройки связи элемента интерфейса и переменной управляющей программы показано на рисунке 62.

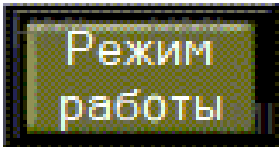


Рисунок 61 – Элемент «Кнопка управления битом»

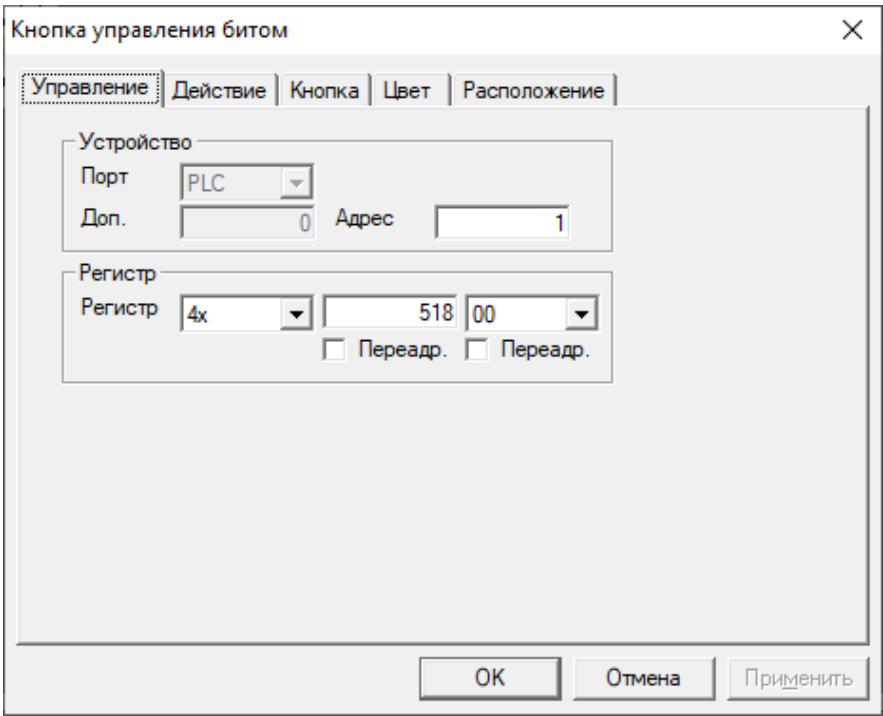


Рисунок 62 – Свойства управления элемента «Кнопка управления битом»

Был задан внешний вид и текст элемента в пункте «Кнопка» свойств элемент, цвет кнопки и текста, а также изменено расположение, что можно увидеть на рисунках 63, 64 и 65.

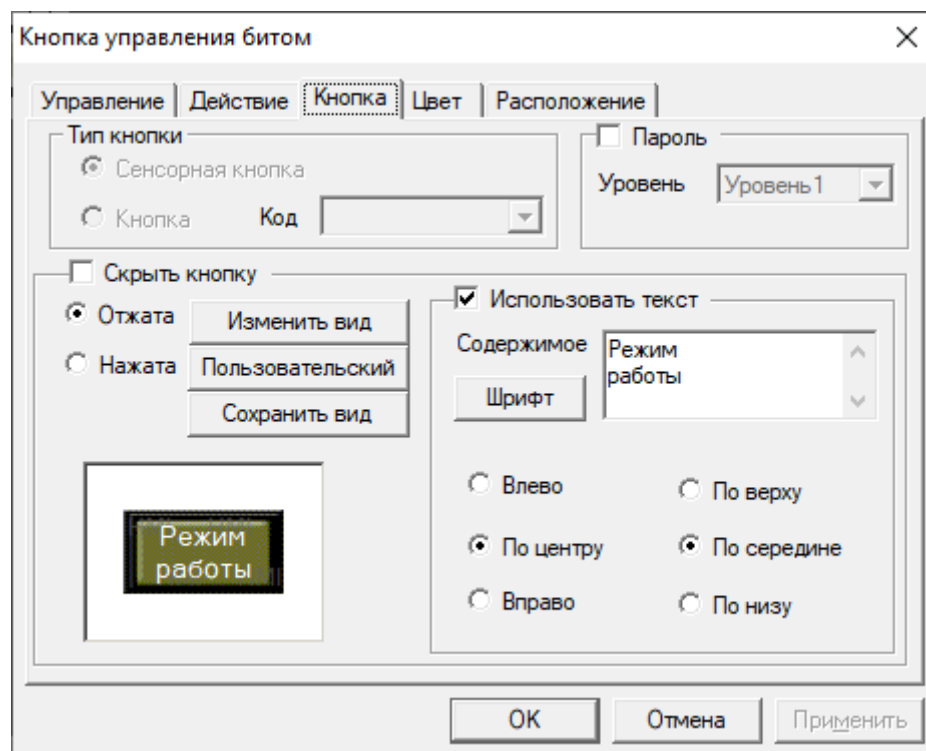


Рисунок 63 – Свойства внешнего вида элемента «Кнопка управления битом»

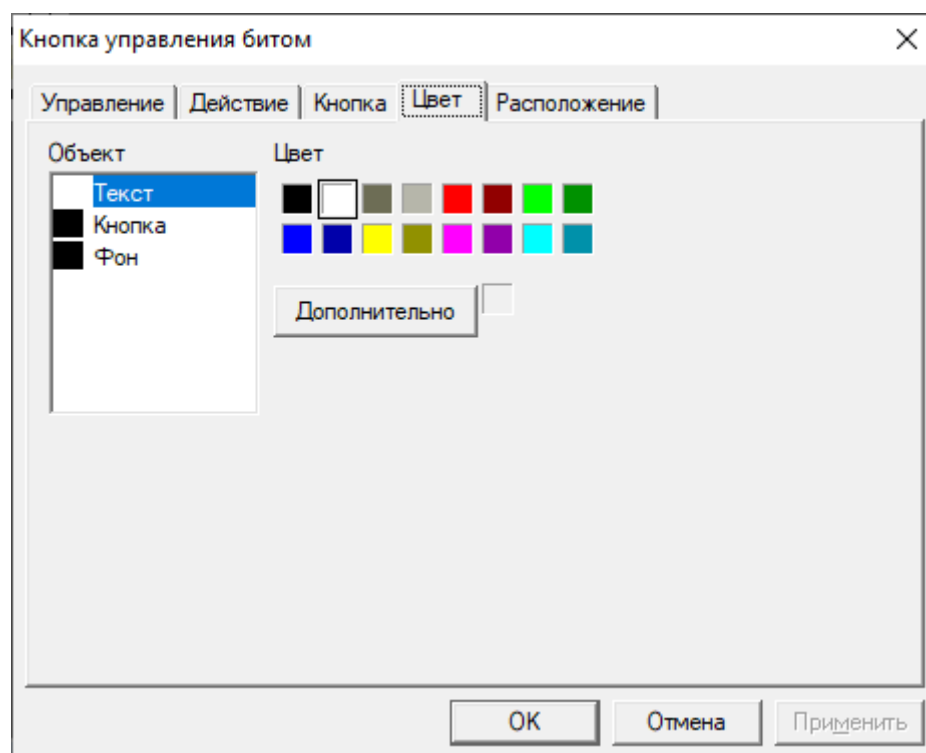


Рисунок 64 – Настройка цвета элемента «Кнопка управления битом»

Кнопка управления битом

Управление Действие Кнопка Цвет **Расположение**

Положение

X 205

Y 5

Размер

Ширина 80

Высота 42

Перемещение

☐ По горизонтали

☐ По вертикали

☐ Блокировать

OK Отмена Применить

Рисунок 65 – Настройка расположения элемента «Кнопка управления битом»

Для визуализации транспортных и пешеходных светофоров были использованы элементы «Лампа», что продемонстрировано на рисунке 66.

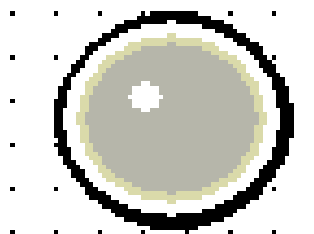


Рисунок 66 – Элемент «Лампа»

Во вкладке «Управление» свойств данного элемента, был указан адрес регистра 512, как показано на рисунке 67.

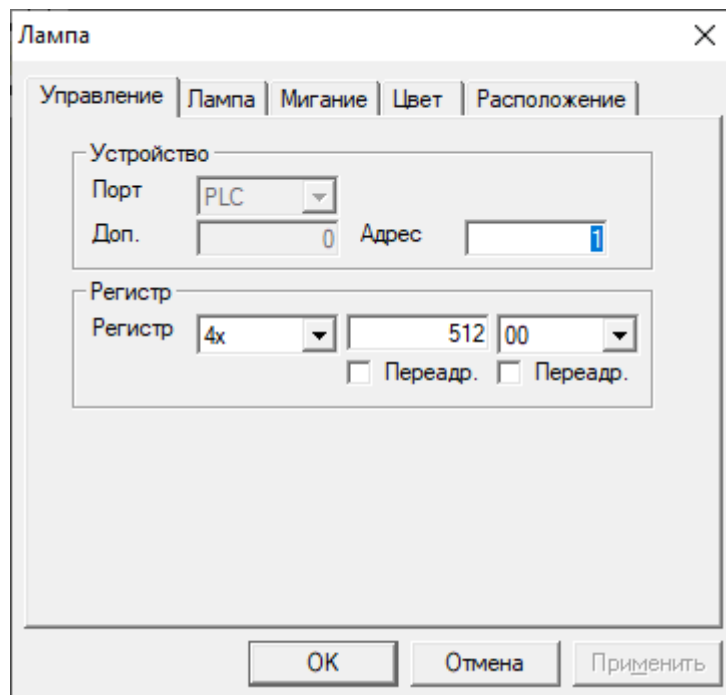


Рисунок 67 – Свойства управления элемента «Лампа»

Для наглядности и более корректного визуального отображения на панели оператора, для каждой лампы установили цвет соответствующий их сигналу на светофоре как показано на рисунках 68 и 69 .

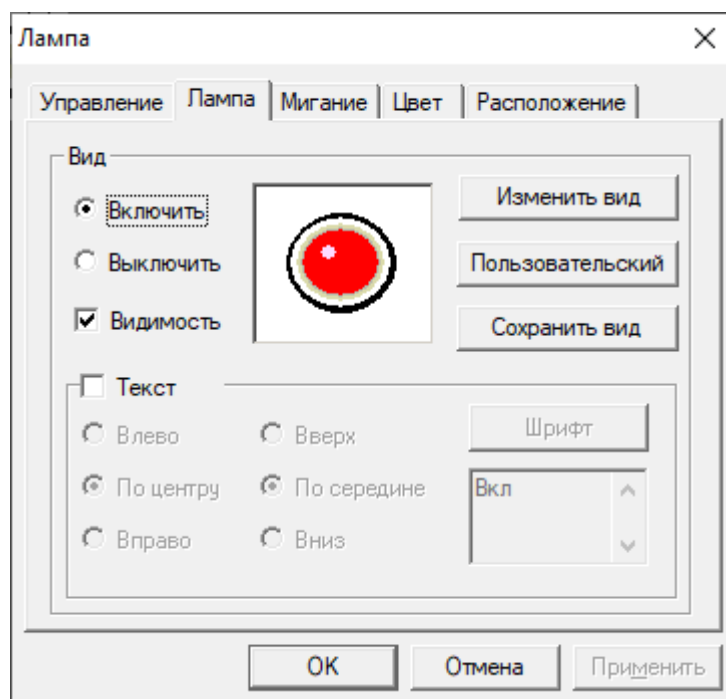


Рисунок 68 – Свойства визуализации элемента «Лампа»

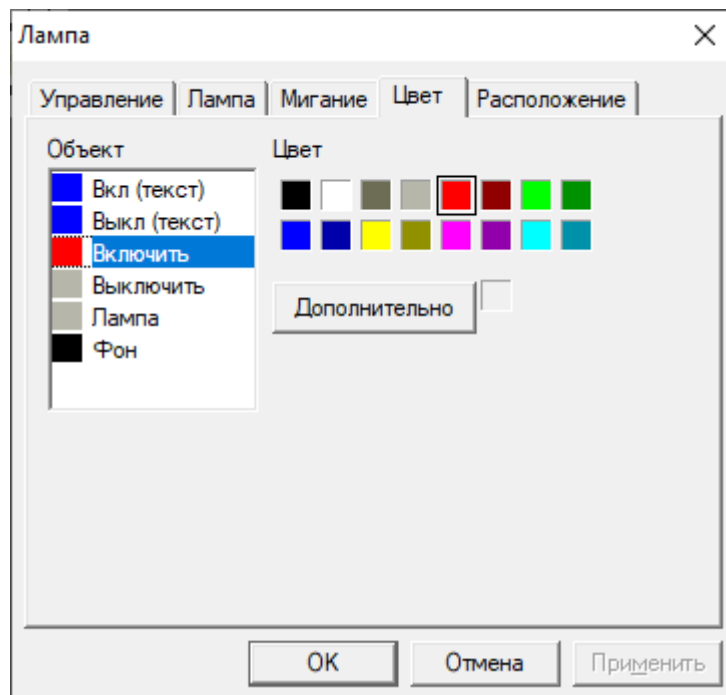


Рисунок 69 – Свойства визуализации элемента «Лампа»

Также было изменено расположение, рисунок 70.

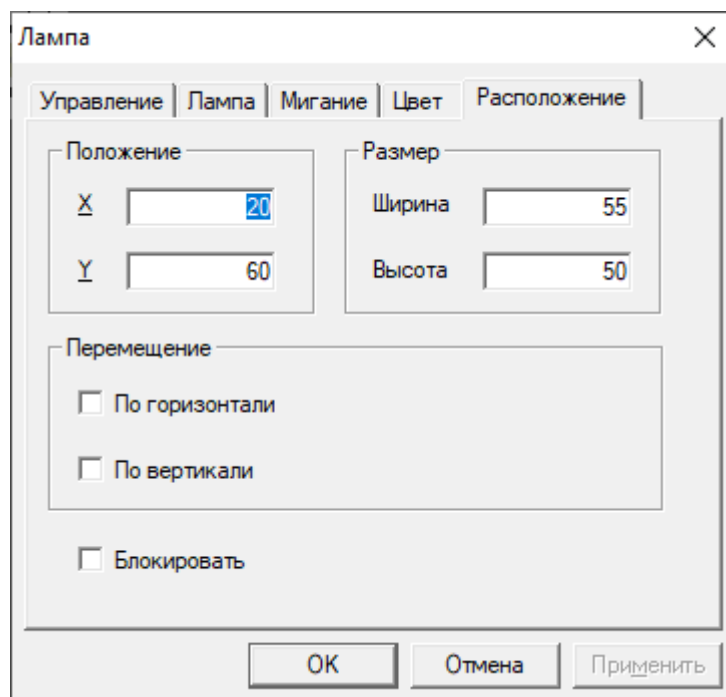


Рисунок 70 – Настройка расположения элемента «Лампа»

Аналогичный алгоритм действий был проделан для всех остальных ламп. Фрагмент интерфейса панели оператора со светофорами представлен на рисунке 71.



Рисунок 71 – Результат добавления всех элементов сигналов светофора

Интерфейс панели оператора состоит из 1 экрана, на котором будет расположено 2 транспортных светофора, 2 пешеходных светофора и кнопка для смены режима работы светофоров. Получившийся в результате конфигурирования интерфейс представлен на рисунке 72.



Рисунок 72 – Получившийся экран

1.3 Анализ результатов

1.3.1 Тестирование и отладка программы в OWEN Logic

Для проверки правильности работы созданной управляющей программы в соответствии с заданием с помощью режима симулятора среды программирования OWEN Logic было проведено тестирование. Его результаты представлены на рисунках 73- 82.

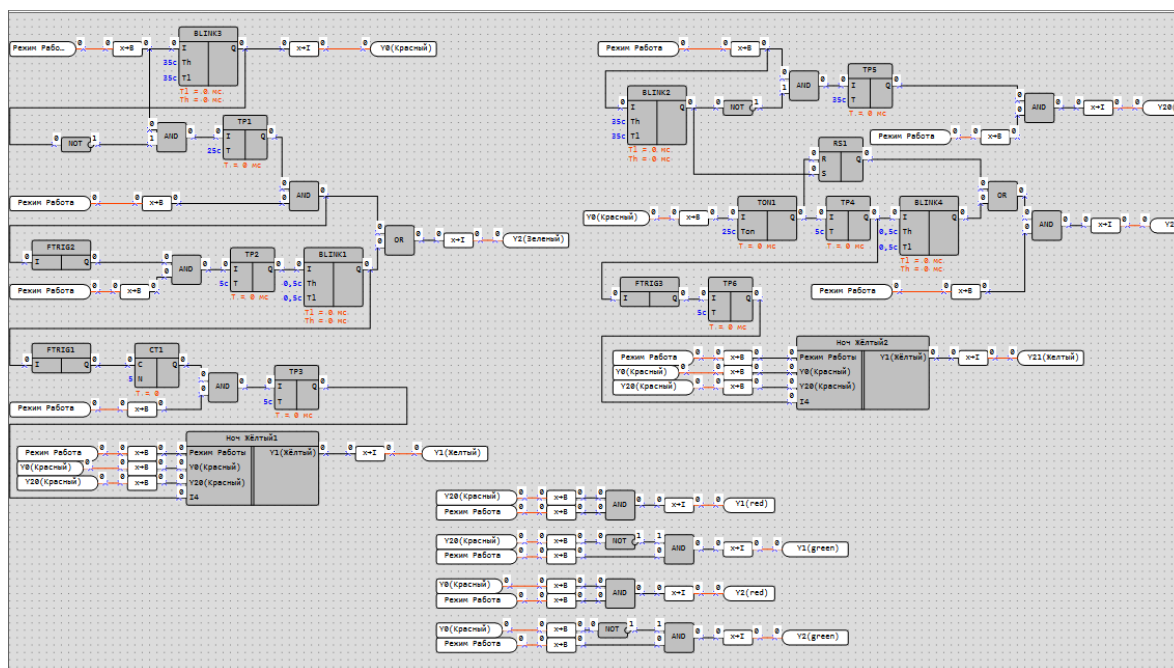


Рисунок 73 – Проект в режиме симуляции

На рисунке 74 можно увидеть, что на вход переменной «Режим Работы» подаётся логический ноль, что соответствует работе светофоров в ночном режиме. На переменные «Y1(Жёлтый)» и «Y21(Жёлтый)» поступает сигнал единицы с частотой 0.5 секунд, что видно на рисунках 73 и 74.

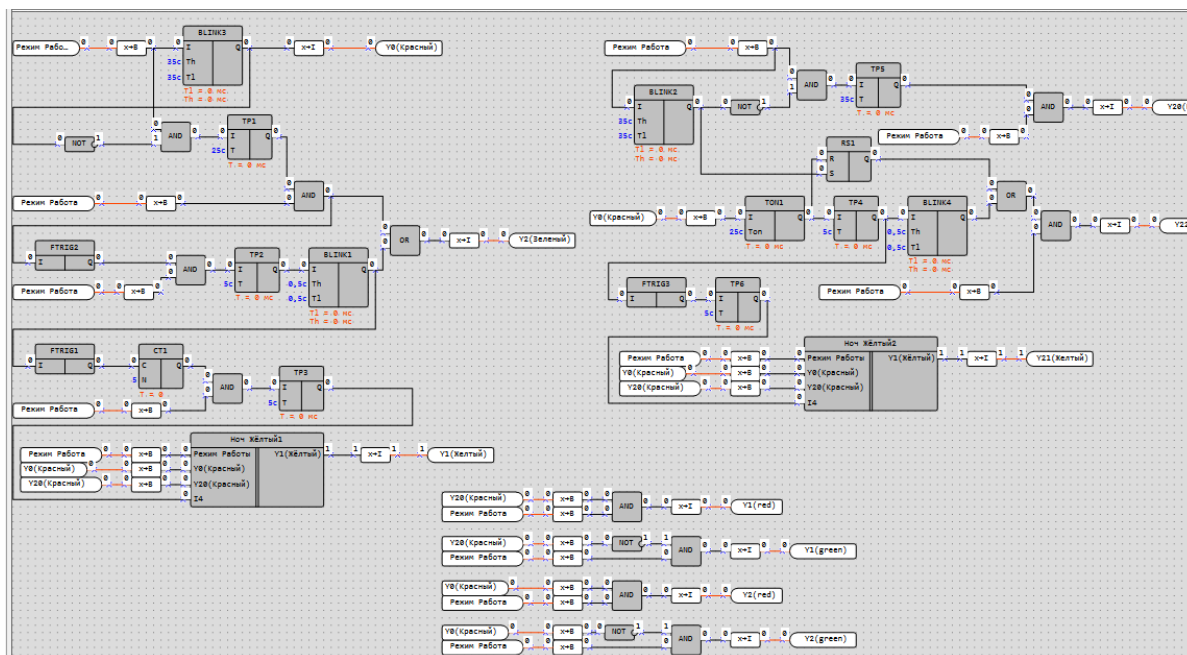


Рисунок74–Работа ночного режима

Когда на вход переменной «Режим Работы» была подана логическая единица, переменные «Y2(Зелёный)» (соответствует зелёному сигналу 1 транспортного светофора), «Y20(Красный)» (соответствует красному сигналу 2 транспортного светофора), «Y1(red)» (соответствует красному сигналу 1 пешеходному светофора) и «Y1(green)»(соответствует зелёному сигналу 2 пешеходному светофора) были установлены в единицу. Это означает работу светофоров в дневном режиме. Описанное выше продемонстрировано на рисунке 75.

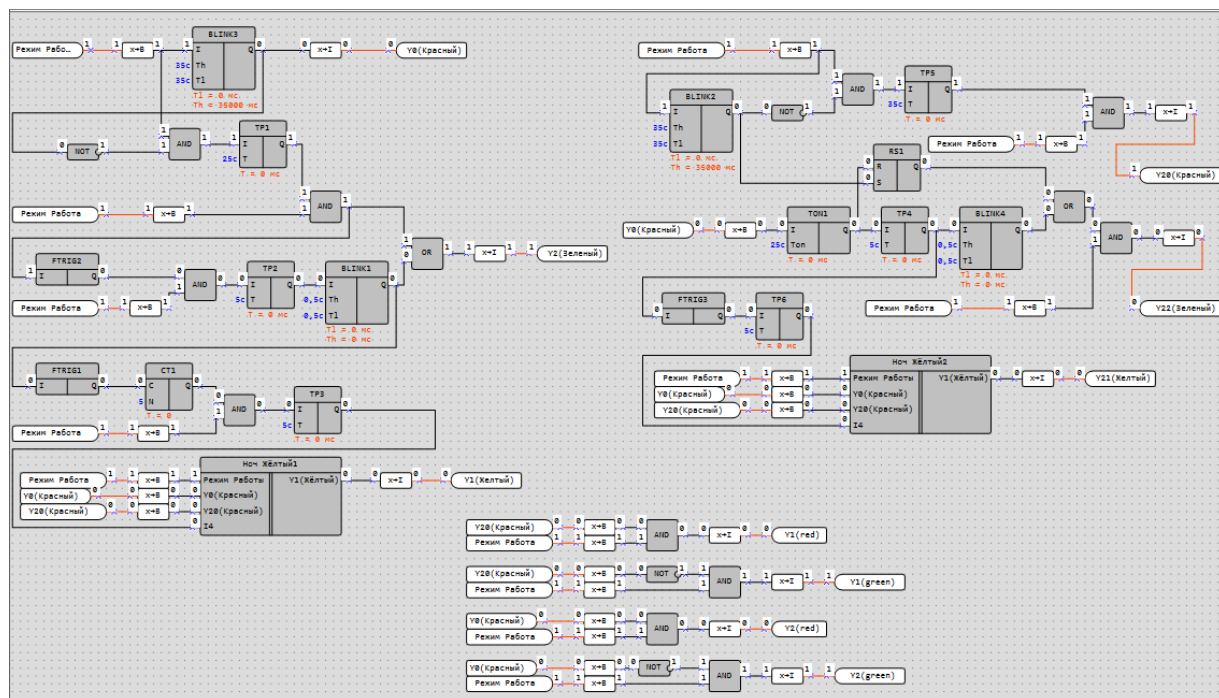


Рисунок 75 – Работа светофоров в дневном режиме

Затем после прохождения 25 секунд на вход переменной «Y2(Зелёный)» будут подаваться сигналы логической единицы и нуля с частотой 0.5 секунду в течение 5 секунд, что соответствует миганию зелёного сигнала светофора, это продемонстрировано на рисунках 76 и 77.

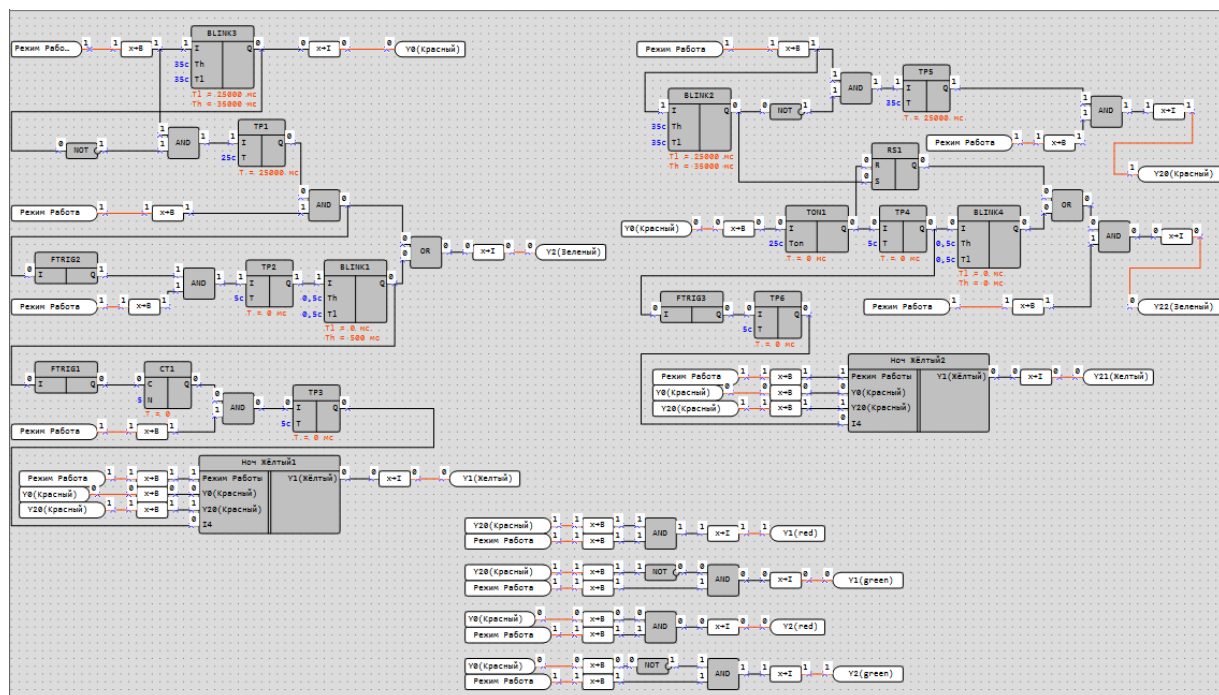


Рисунок 76 – Мигание зелёного сигнала

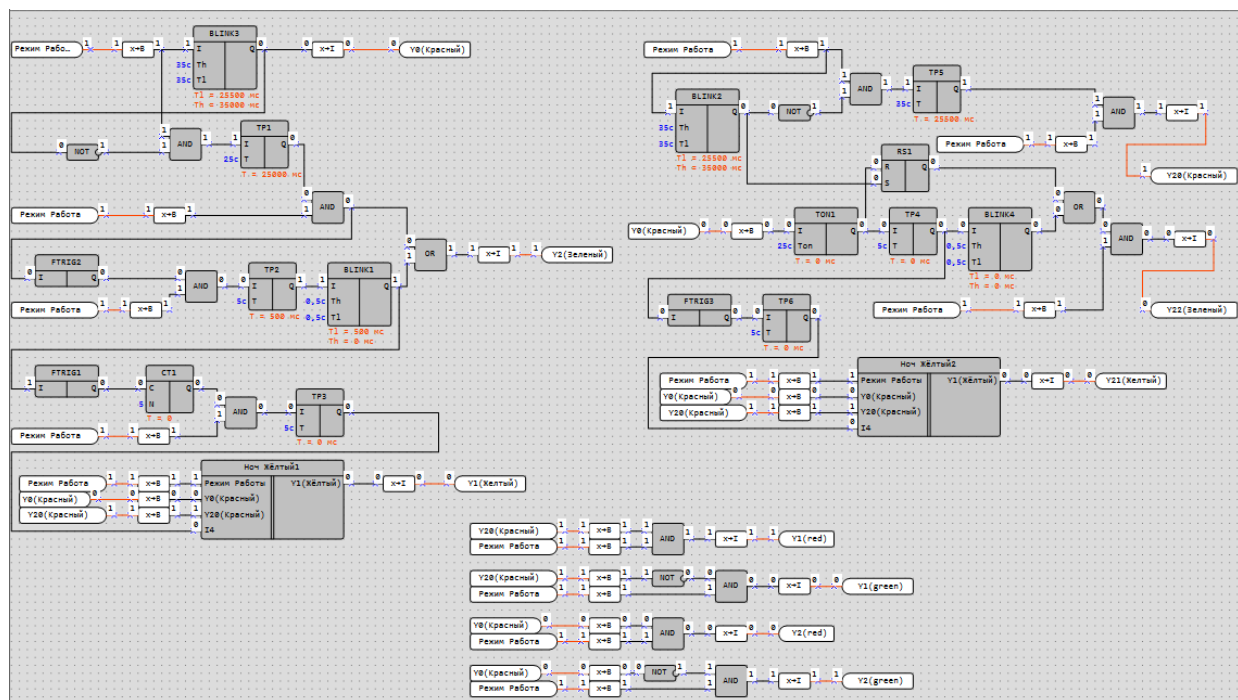


Рисунок 77 – Мигание зелёного сигнала

После этого на вход переменной «Y21(Жёлтый)» подаётся сигнал логической единицы в течение 5 секунд, что означает включение жёлтого сигнала светофора, это продемонстрировано на рисунке 78.

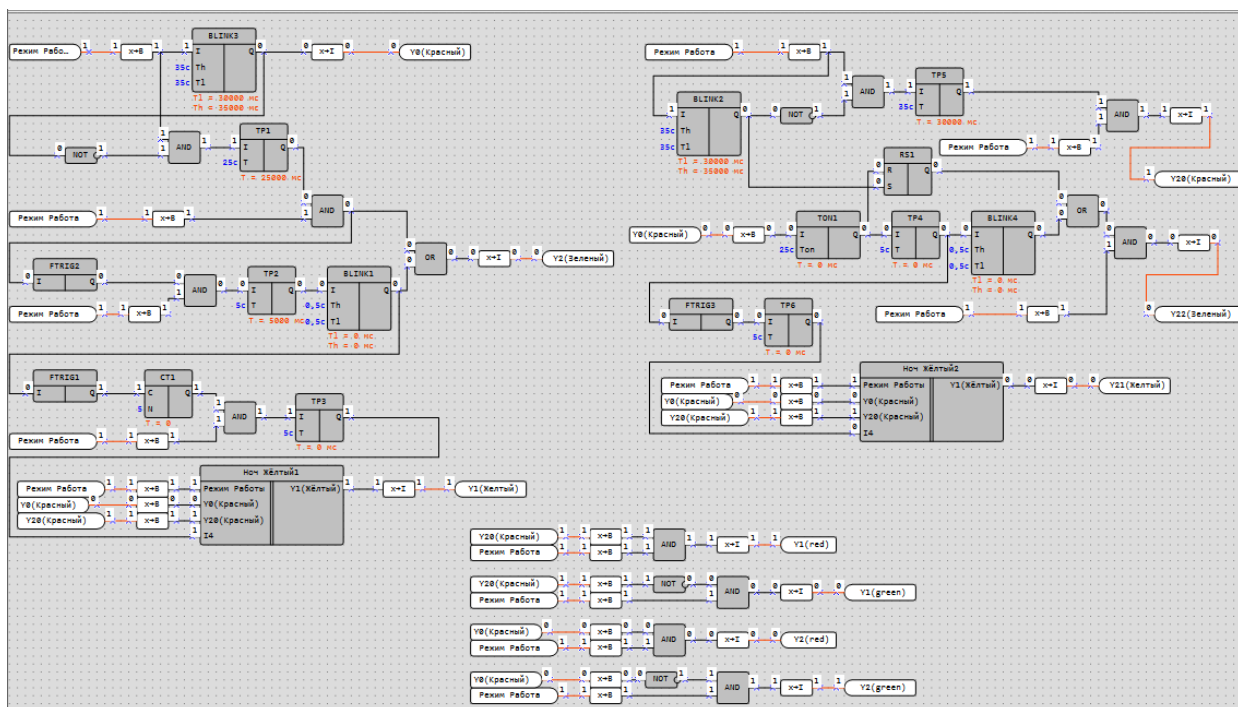


Рисунок 78 – Работа жёлтого сигнала в дневном режиме

Далее переменные «Y0(Красный)» (соответствует красному сигналу 1 транспортного светофора), «Y22(Зелёный)» (соответствует зелёному сигналу 2 транспортного светофора), «Y1(red)» (соответствует красному сигналу 1 пешеходному светофора) и «Y1(green)» (соответствует зелёному сигналу 2 пешеходному светофора) были установлены в единицу, видно на рисунке 79.

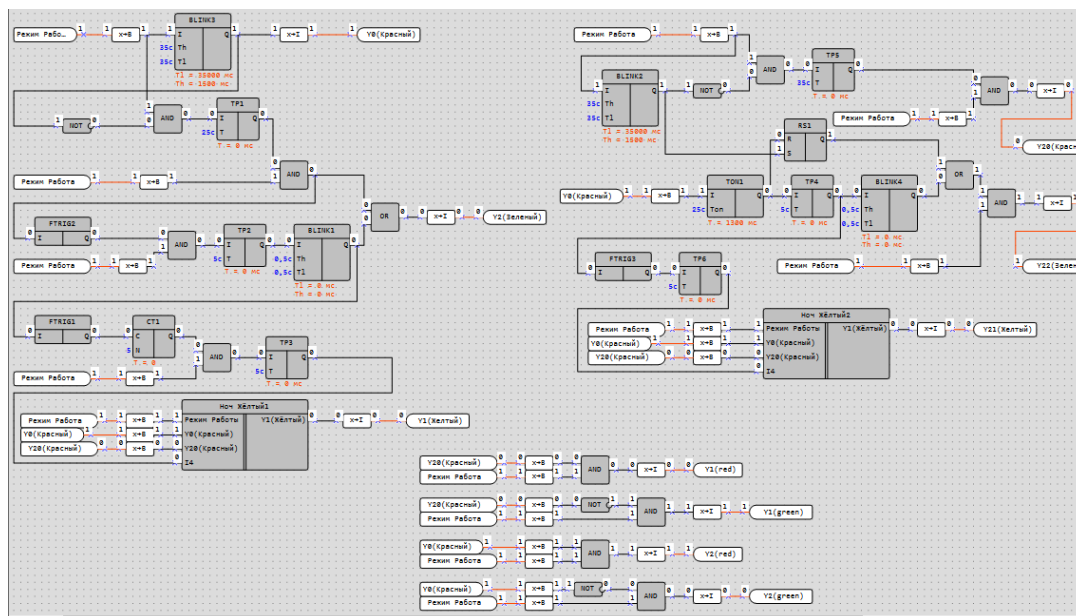


Рисунок 79 – Работа второго светофора

После будут выполнены аналогичные действия, показанные ранее, только теперь для второго светофора, рисунки 80 и 81.

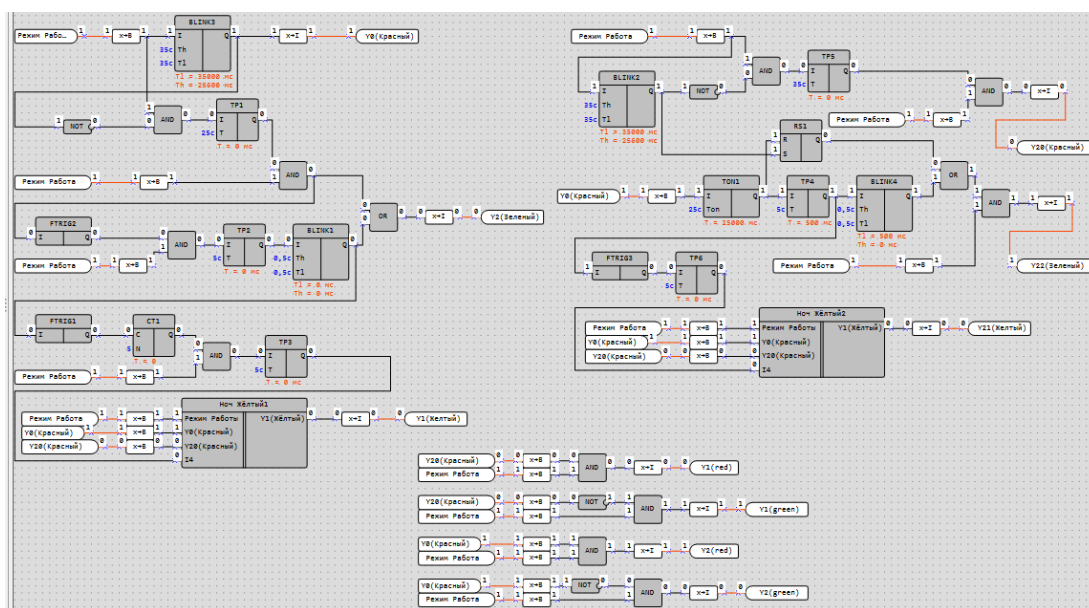


Рисунок 80 – Мигание зелёного сигнала второго светофора

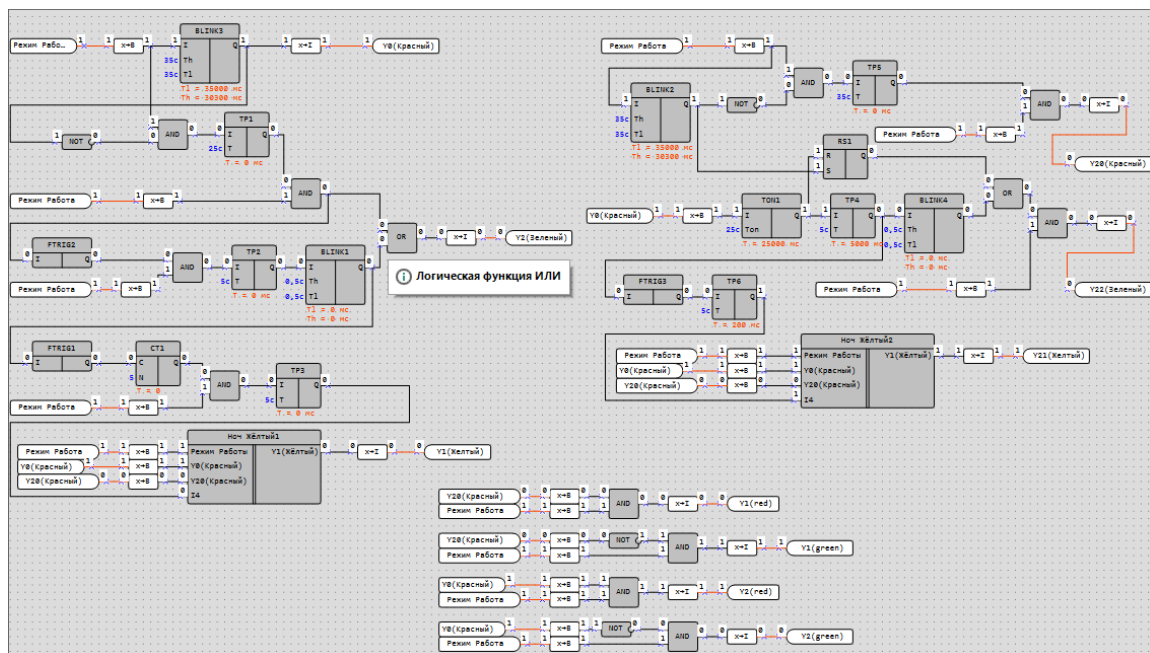


Рисунок 81 – Работа жёлтого сигнала второго светофора

Когда второй светофор закончит работать, снова заработает первый светофор, и этот цикл будет повторяться до тех пор, пока не отключат питание или не сменят режим работы, что продемонстрировано на рисунке 82

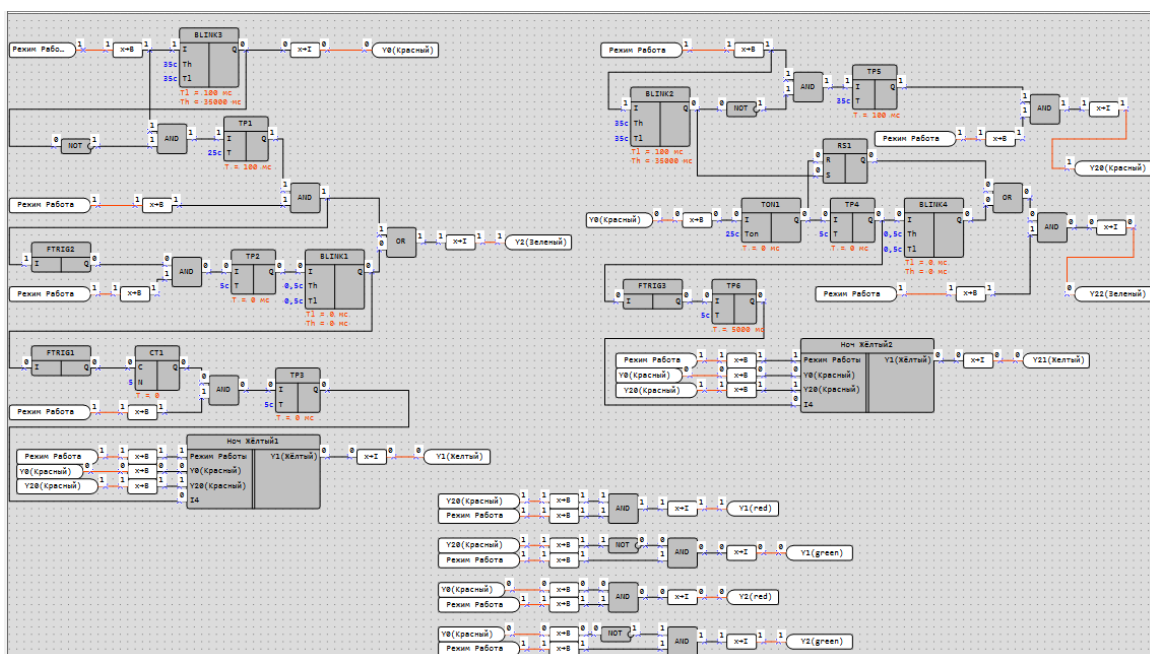


Рисунок 82 – Работа жёлтого сигнала в дневном режиме

1.3.2 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора ОВЕН СП200

После окончания конфигурирования была проведена проверка корректности работы интерфейса панели оператора, связей между элементами проекта и адекватность их размещения на экране. Проект был запущен в режиме эмуляции «Пуск OffLine (M)», что представлено на рисунке 83.

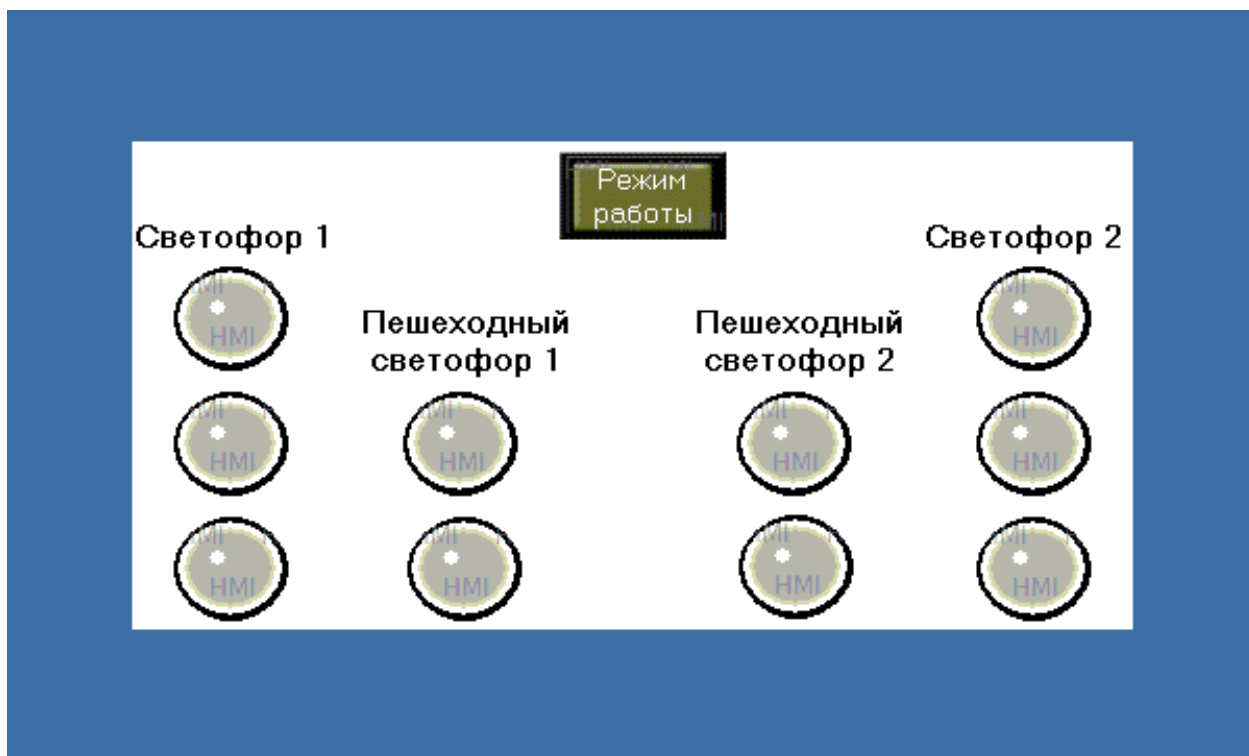


Рисунок 83 – Экран «Screen1» в режиме эмуляции панели оператора

1.3.3 Тестирование проекта на стенде целевой платформы

На этапе отладки проекта было произведено тестирование на лабораторном стенде целевой платформы. На рисунке 84 представлены подключенные панель оператора и ПЛК с загруженной на них управляющей программой и сконфигурированным интерфейсом панели оператора.

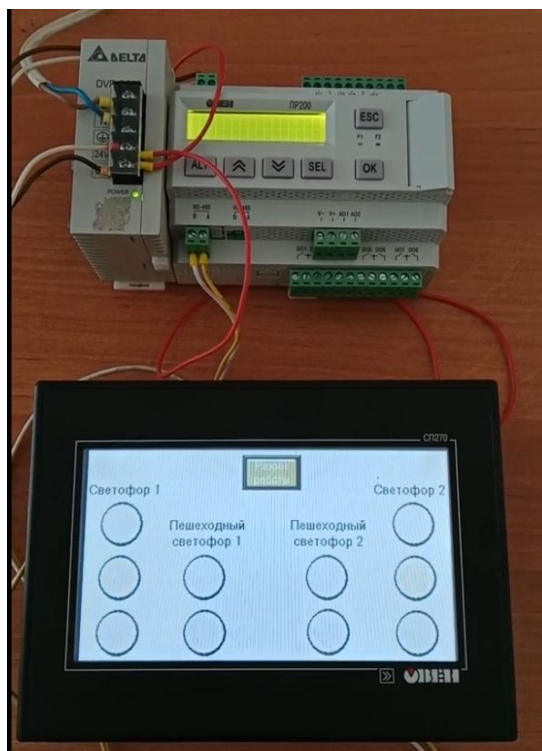


Рисунок 84 – Лабораторный стенд целевой платформы

По умолчанию светофор работает в ночном режим, это можно увидеть на рисунках 85 и 86 благодаря миганию желтого сигнала.

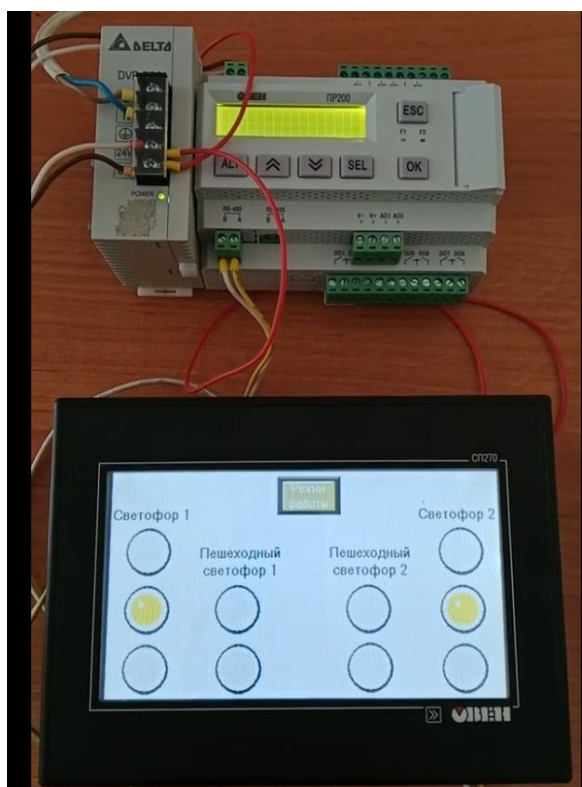


Рисунок 85 – Мигание жёлтого сигнала светофора

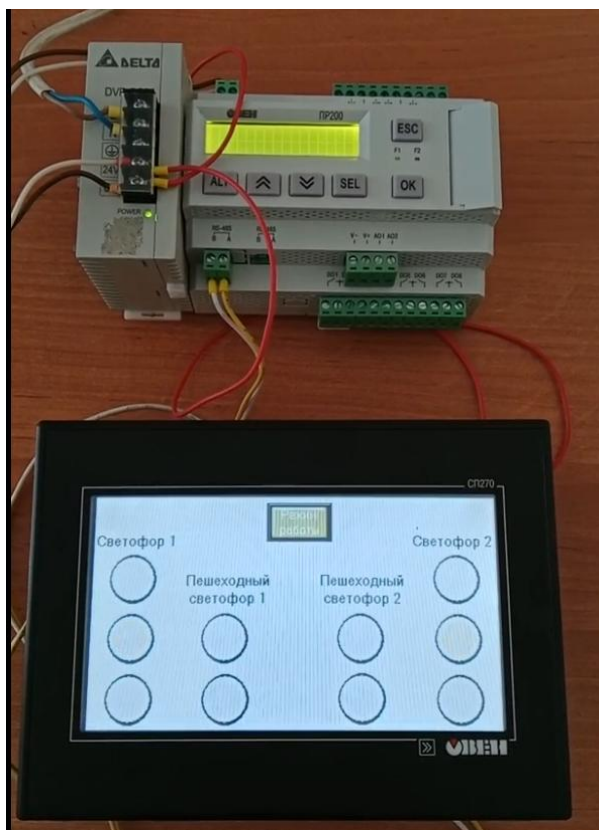


Рисунок 86 – Мигание жёлтого сигнала светофора

Смена режима работы светофора происходит при нажатии кнопки «Режим работы». После того как кнопка была нажата, ночной режим работы сменится на дневной режим, что продемонстрировано на рисунках 87 и 88.

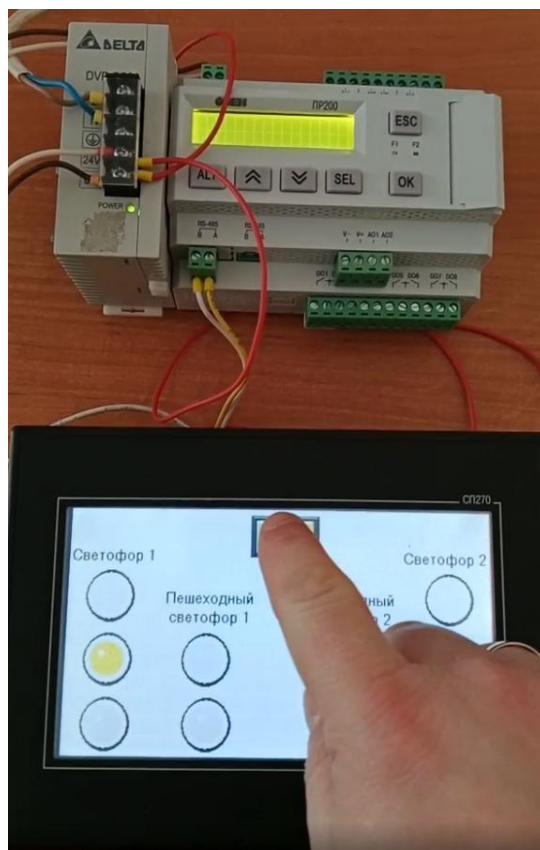


Рисунок 87 – Смена режима работы

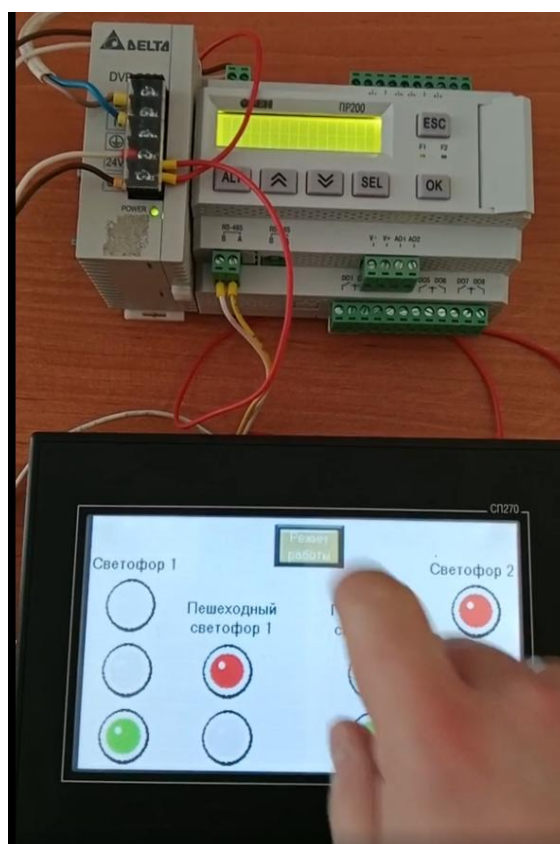


Рисунок 88 – Смена режима работы

Когда светофор начнёт работать в дневном режиме, у каждого светофора загорится свой сигнал, который указан в задании. Зелёный сигнал первого светофора будет гореть в течение 25 секунд и после их прохождения, сигнал начнёт мигать, в течение 5 сек, что можно увидеть на рисунках 89 и 90.

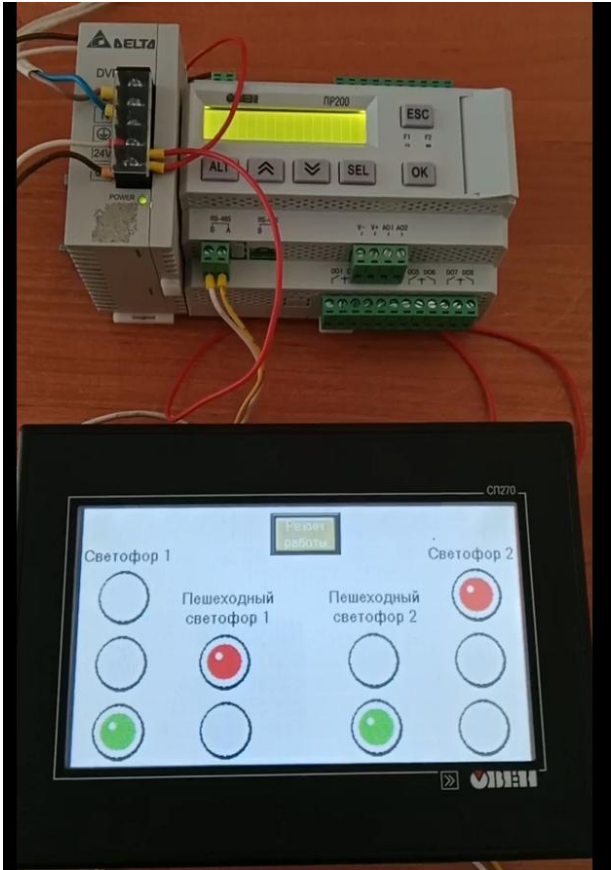


Рисунок 89 – Работа зелёного сигнала

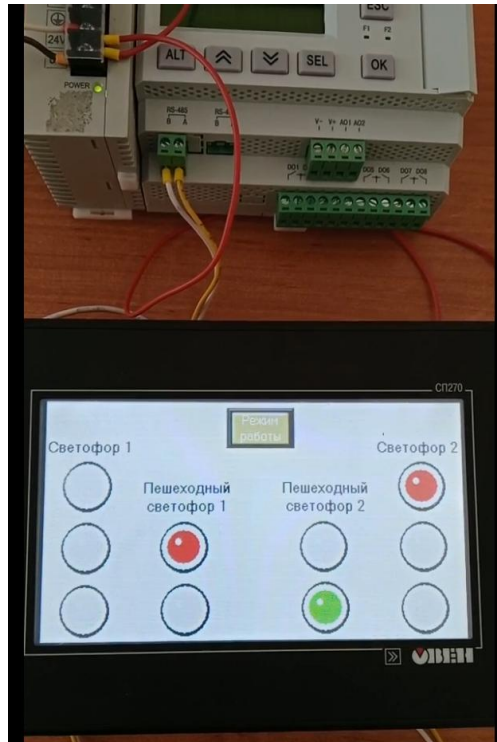


Рисунок 90 – Мигание зелёного сигнала

После прохождения 5 секунд загорится жёлтый сигнал, который будет гореть в течение 5 секунд, рисунок 91.

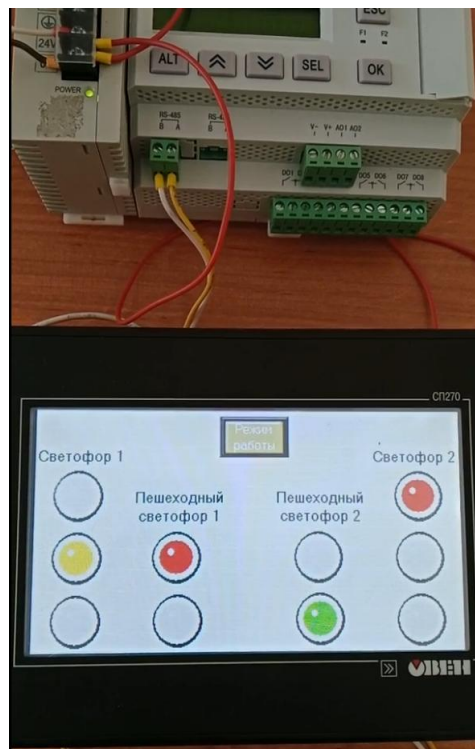


Рисунок 91 – Работа жёлтого сигнала

Затем у первого светофора загорится красный сигнал на 35 секунд, а у второго светофора загорится зелёный сигнал и будет работать аналогично 1 светофору. Также изменятся сигналы на пешеходных светофорах на противоположные, все изменения можно увидеть на рисунках 92 – 94.

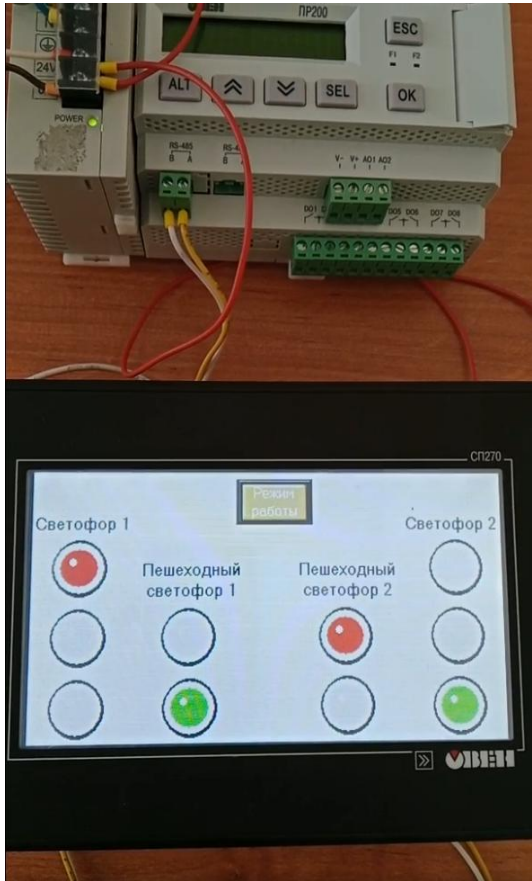


Рисунок 92 – Работа зелёного сигнала второго светофора



Рисунок 93 – Мигание зелёного сигнала второго светофора

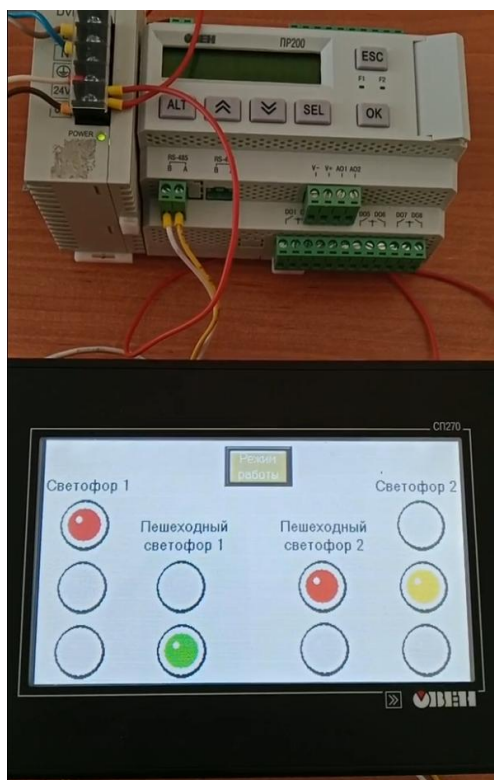


Рисунок 94 – Работа жёлтого сигнала второго светофора

После того как у второго светофора загорится красный сигнал у первого светофора снова загорится зелёный сигнал на 25 секунд и сигналы пешеходных светофоров опять поменяются на противоположные. Этот цикл программы будет повторяться, пока мы не поменяем режим работы светофора или пока мы не выключим питание, которое подается на ПЛК. Это можно увидеть на рисунках 95 и 96.

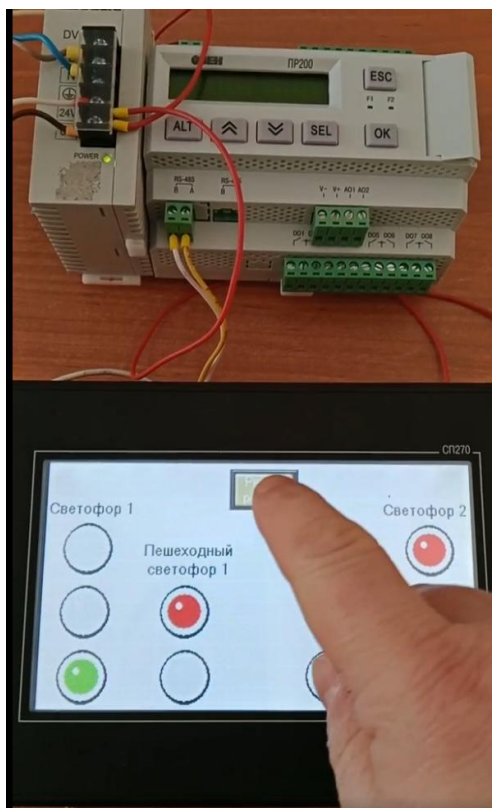


Рисунок 95 – Повторная смена режима работы

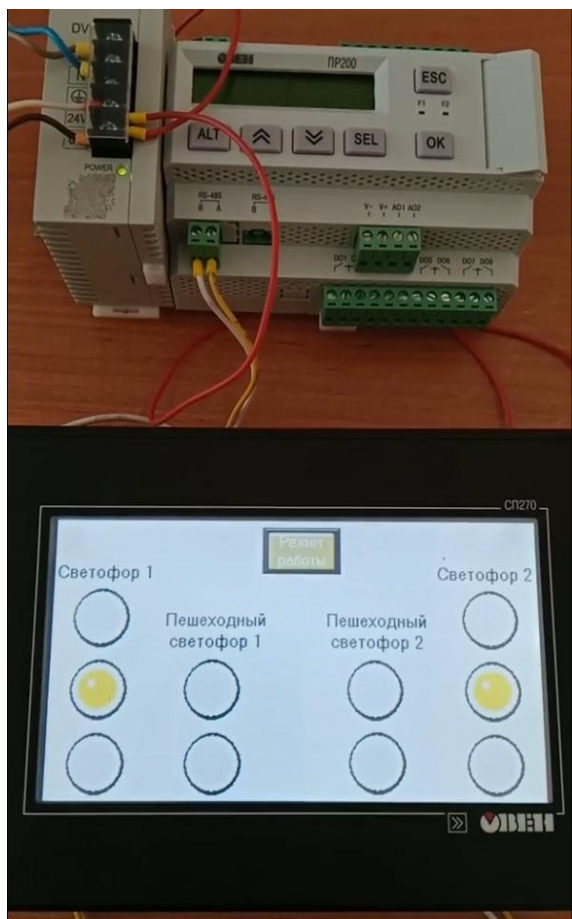


Рисунок 96 – Повторная смена режима работы

Результаты тестирования соответствуют требованиям проекта.

По результат выполненных работ по проекту были составлены несколько UML – диаграмм: UML – диаграмма классов на рисунке 97, UML – диаграмма последовательностей на рисунке 98.

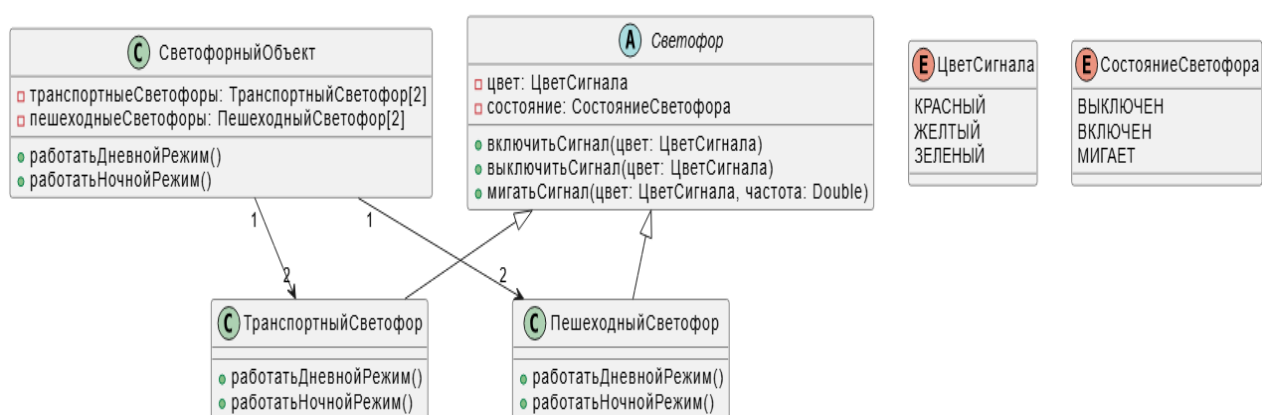


Рисунок 97 – UML – диаграмма компонентов

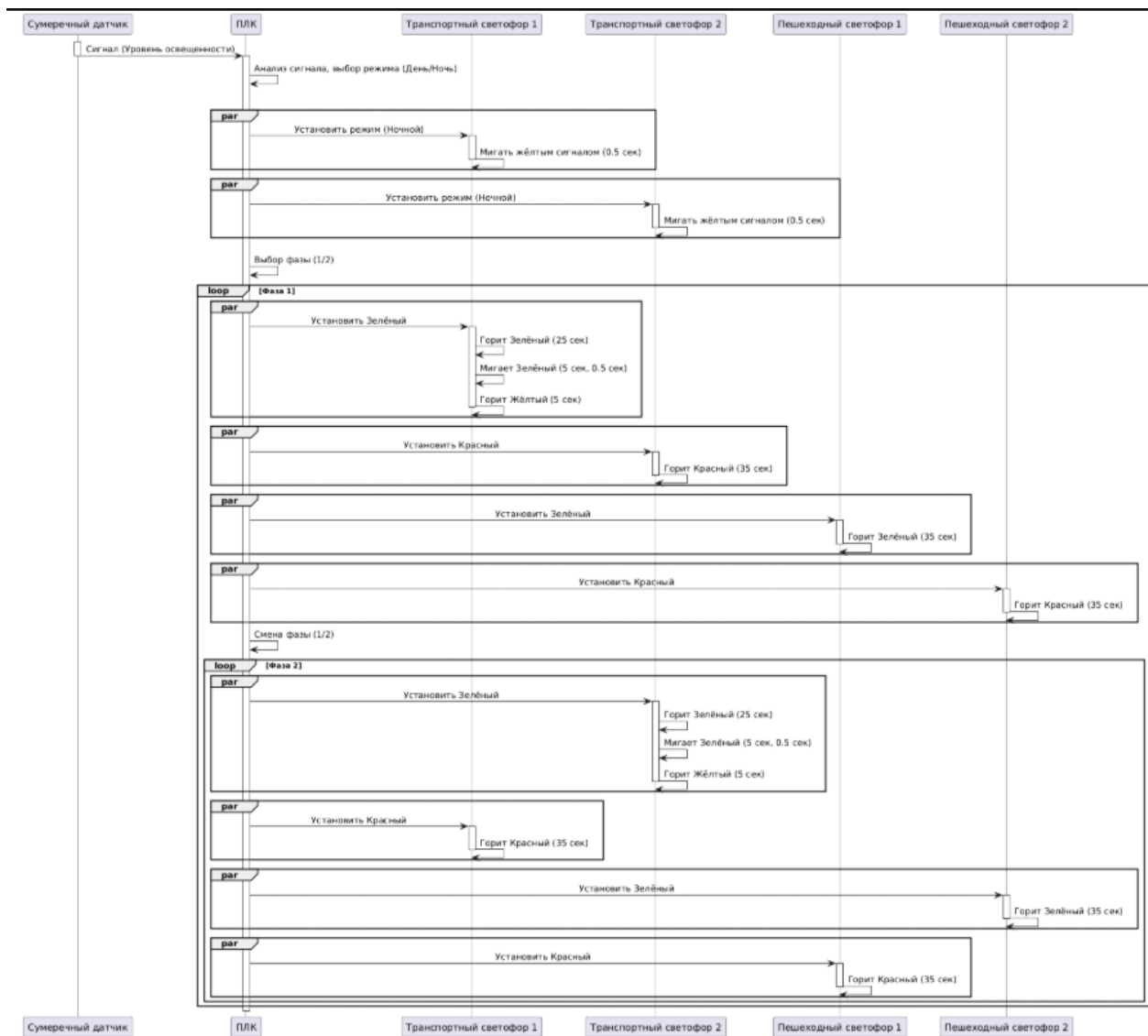


Рисунок 98 – UML –диаграмма последовательностей

2 Охрана труда

В данном разделе рассматриваются требования по обеспечению безопасности жизнедеятельности и охраны труда пользователей ПЭВМ при разработке ПО, 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

Сидячий образ жизни и напряженная работа за компьютером негативно влияют на здоровье человека. Ограниченная подвижность, статическое напряжение мышц и перегрузка зрения приводят к снижению работоспособности, усталости, раздражительности, физическим недомоганиям.

Чтобы минимизировать вредное влияние ПК, следует придерживаться некоторым правилам:

- отрегулируйте высоту кресла или выберите 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.

2.1.1 Оборудование рабочего места

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

- расстояние от глаз до экрана должно составлять не менее 600-700мм;
- 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 680-800мм;
- 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.

На рисунке 99 изображена организация рабочего места, которая отвечает указанным требованиям.

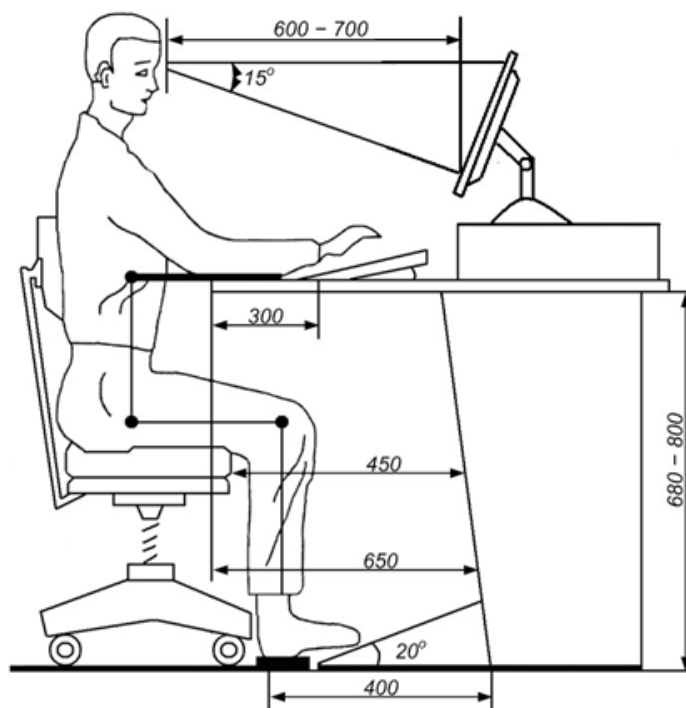


Рисунок 99 – Организация рабочего места

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 100.

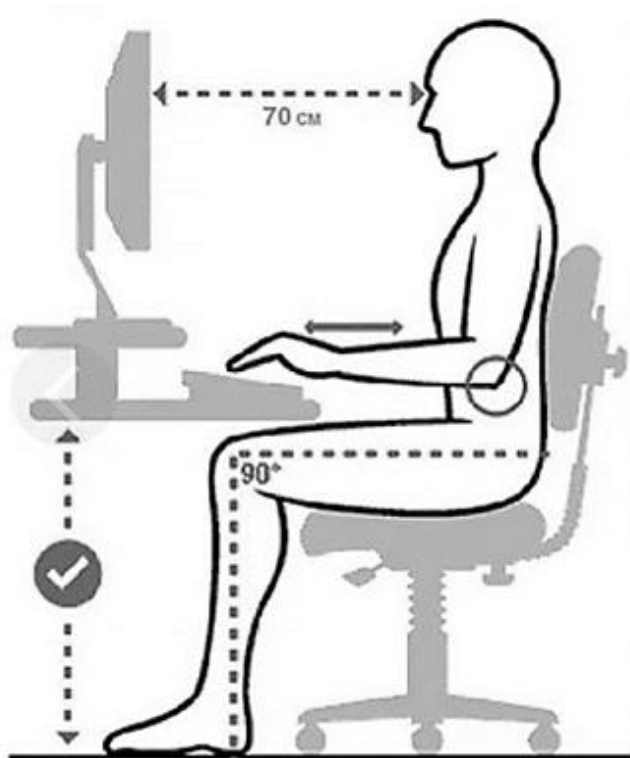


Рисунок 100 – Правильная посадка за ПК

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 [6].

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[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, 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.

2.2 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[4].

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».

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

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 разъема и внутренние электроэлементы прибора. Прибор запрещено использовать в агрессивных средах с содержанием атмосферных кислот, щелочей, масел и т.п.

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).

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

При проверке панели необходимо соблюдать требования ГОСТ12.3.019, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» [4].

					ПГУ1.090301.17.001ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заключение

В процессе выполнения задания были получены навыки конфигурирования контроллера в среде OWEN Logic на языке функциональных блоков FBD и панели оператора OWEN 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 управления светофорным объектом, сконфигурирован пользовательский интерфейс панели оператора, обеспечена взаимосвязь ПЛК и панели оператора через интерфейс RS–485.

В дальнейшем проект может быть расширен путем добавления новых сигналов светофора, такие как сигнал налево и направо, которые будут разрешать проезд в соответствии с включенным сигналом.

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. 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).

3. 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).

4. Панель оператора СП270. Паспорт и руководство по эксплуатации КУВФ.421449.003 РЭ. ООО «Производственное Объединение ОВЕН». [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.owen.ru/uploads/re_sp270_1312.pdf свободный (дата обращения: 30.04.2025).

5. ПР200. Устройство управляющее многофункциональное. Руководство по эксплуатации. ООО «Производственное Объединение ОВЕН».[Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://docs.owen.ru/product/pr200/80/79940#topic-79940> свободный (дата обращения: 01.05.2025).

6. Требования по обустройству помещений и рабочих мест, предназначенных для работы на компьютере и прочей офисной технике [Электронныйресурс] / Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18895/df3eaac6ab127894002172933f9cd660e61df962/ свободный (дата обращения: 20.05.2025).

Приложение А

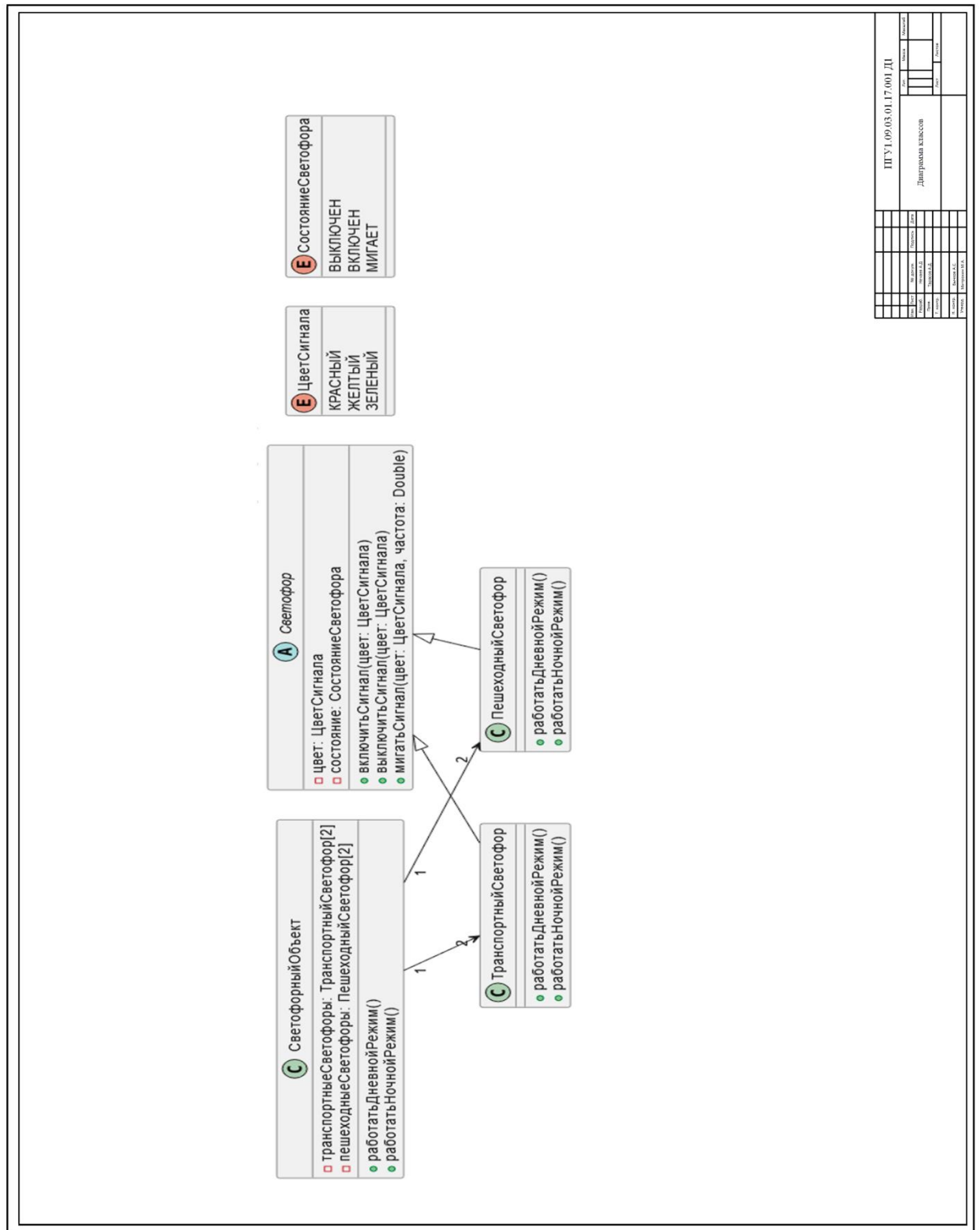
(Обязательное)

Программа управления светофорным объектом

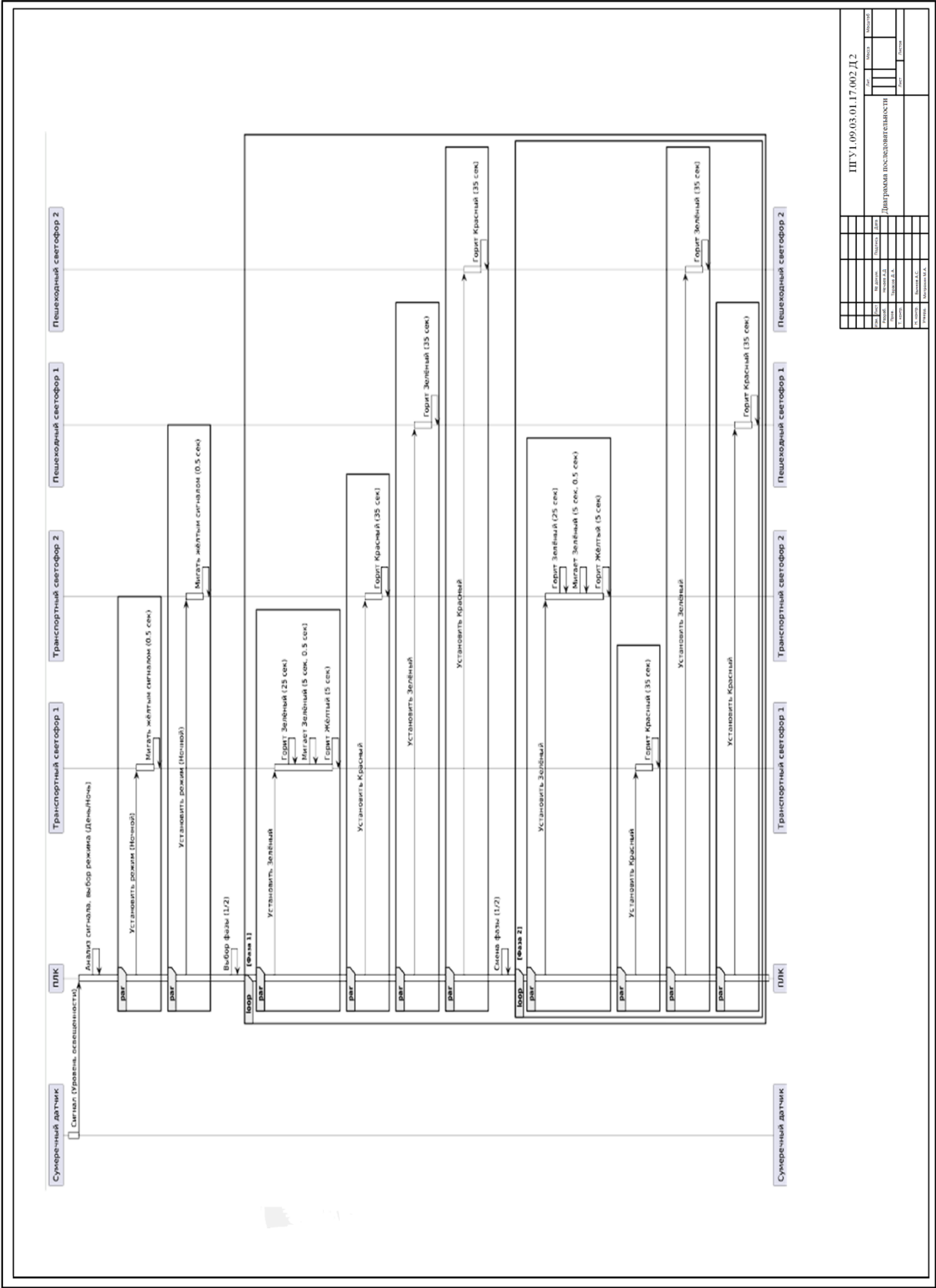
UML– диаграммы

					ПГУ1.090301.17.001ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение А.1 – UML – диаграмма классов



Приложение А.2 – UML – диаграмма последовательностей



ПГУ1.09.03.01.17.002.Д2									
Диаграмма последовательности									
Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель
Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель
Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель
Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель
Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель
Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель
Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель
Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель

Приложение Б

(Обязательное)

Программа управления светофорным объектом схема функциональных блоков
программ и структурная схема

					ПГУ1.090301.17.001ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Общая схема функциональных блоков проекта

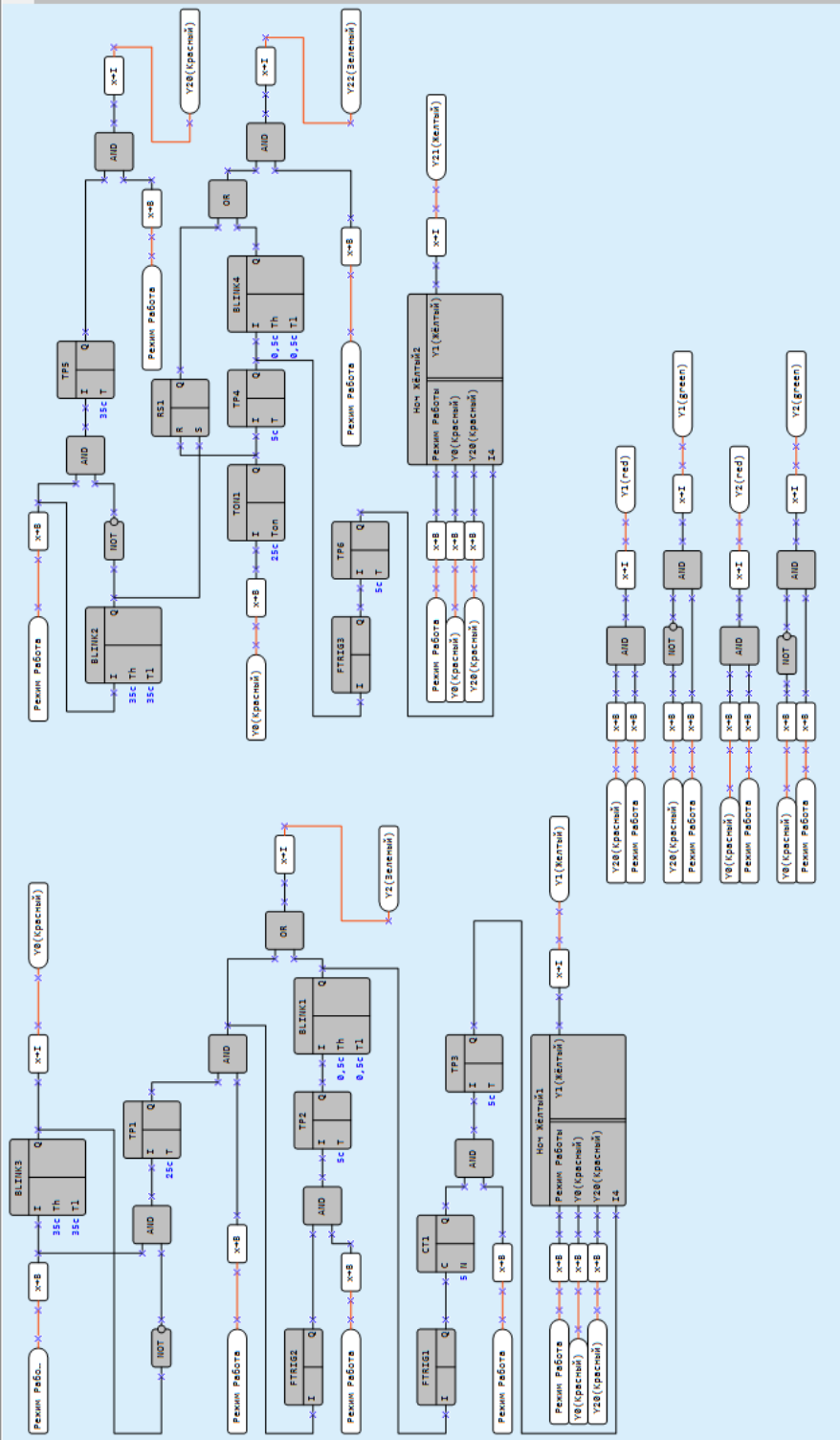
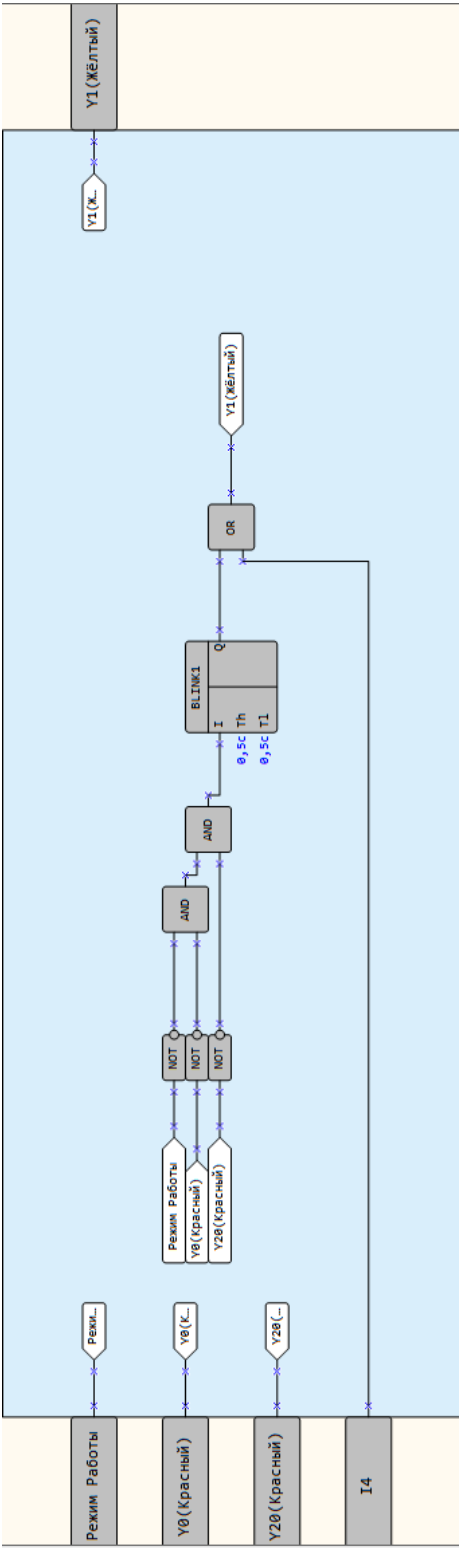


Схема функциональных блоков макроса «Ноч Жёлтый»



Структурная схема программы



ПриложениеВ

(Обязательное)

Программа управления светофорным объектом Презентация

Программа управления светофорным объектом

Автор работы: студент 21ВВВ1 Нечаев Алексей Дмитриевич

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Тарасов Денис Александрович

1

Постановка задачи

Цель работы - разработать программу управления светофорным объектом, обеспечивающей оптимизацию дорожного движения и повышение безопасности.

2

					ПГУ1.090301.17.001ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Анализ предметной области

Основной функцией светофоров является обеспечение безопасности дорожного движения, предотвращения ДТП и аварийных ситуаций на дороге. Они регулируют движение транспорта и пешеходов в соответствии с дорожной обстановкой и особенностями данного перекрёстка.

3

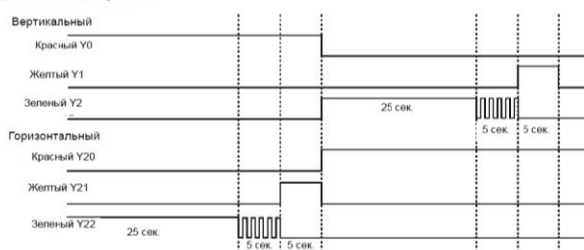
Функционал программы

Управление светофором

	Красный	Желтый	Зеленый	Зеленый мигает
Вертикальный	Y0	Y1	Y2	Y2
Горизонтальный	Y20	Y21	Y22	Y22
Время свечения	35 сек	5 сек	25 сек	5 сек



Временная диаграмма:



4

Выбор решения

Язык разработки:

- ▶ Язык функциональных блоков FBD



Среды разработки:

- ▶ OWEN Logic
- ▶ Конфигуратор СП200

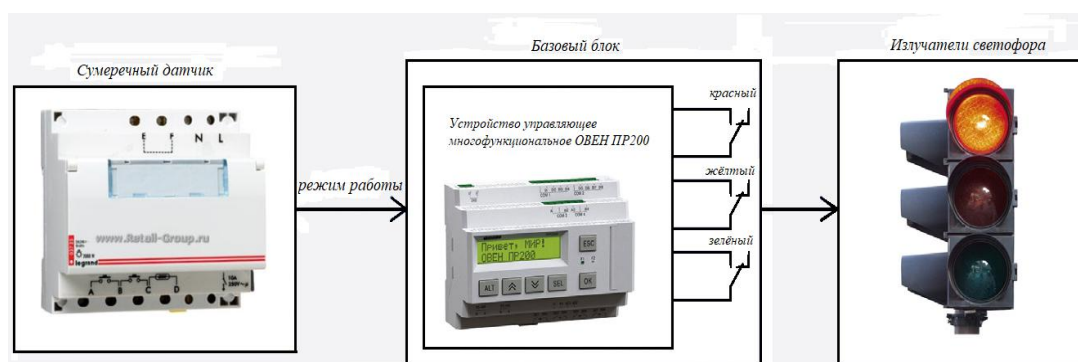
Целевая платформа:

- ▶ ПЛК ОВЕН ПР200
- ▶ Панель оператор ОВЕН СП270



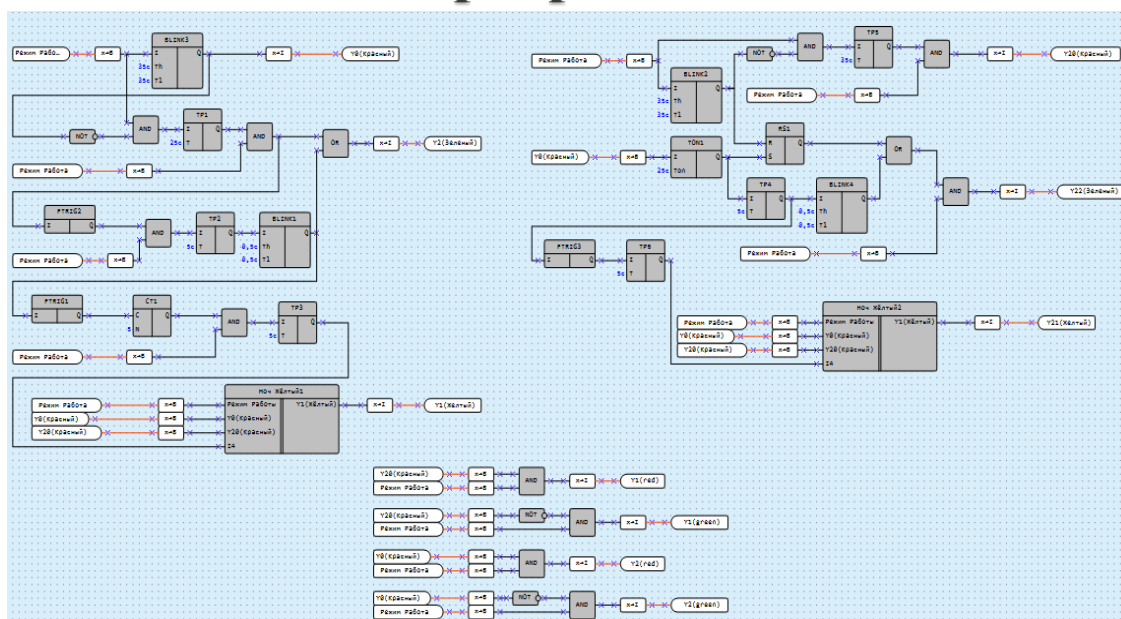
5

Схема архитектуры



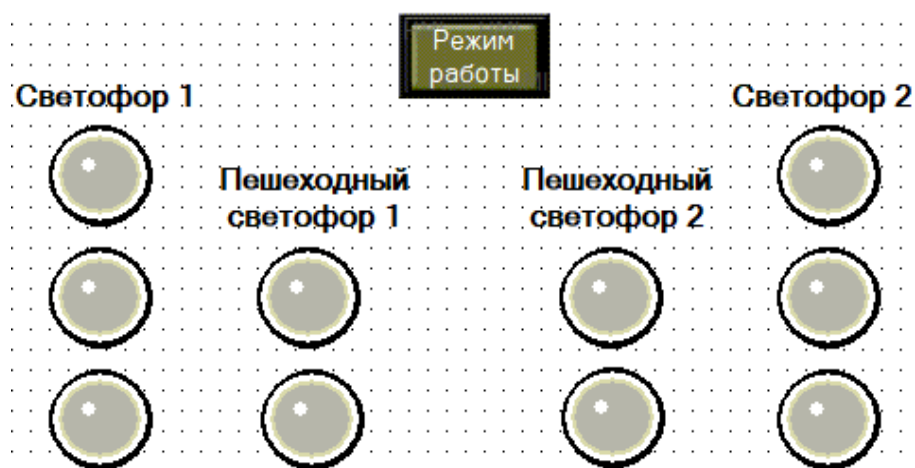
6

Итоговая схема управляющий программы



7

Интерфейс панели оператора



8

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ1.090301.17.001ПЗ

Лист

87

Тестирование на стенде



9

Заключение

В рамках данного дипломного проекта была успешно разработана и протестирована программа управления светофорным объектом.

В заключение хочу отметить, что разработанная программа является перспективным решением для улучшения организации дорожного движения и повышения безопасности в современных городах. Я надеюсь, что результаты моей работы найдут применение на практике и помогут сделать наши города более удобными и комфортными для жизни.



10

					ПГУ1.090301.17.001ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Спасибо за внимание



11

					ПГУ1.090301.17.001ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

