МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет	*Кафедра*
вычислительной техники	«Вычислительная техника»

Направление подготовки: 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки: «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ИНСТРУМЕНТА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА

Студент _____ *31.05.2024* Бектемирова А.Э.
(подпись, дата)

Руководитель _____ *31.05.2024* Тарасов Д.А.
(подпись, дата)

Нормоконтролёр _____ *31.05.2024* А.С. Бычков
(подпись, дата)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 27.05.2024 г. № 11)

Заведующий кафедрой _____ М.А. Митрохин
(подпись)

Работа защищена с отметкой хорошо (протокол заседания ГЭК от 17.06.24 № 4)

Секретарь ГЭК _____ Е.И. Гурин
(подпись)

Пенза 2024

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

Факультет	*Кафедра*
вычислительной техники	«Вычислительная техника»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
М.А. Митрохин
«19» 04 2024г.

ЗАДАНИЕ
НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ

1. Студент Бектемирова А.Э. гр.20ВВВ1 факультета вычислительной техники.

2.Тема работы: «Программа контроля времени работы инструмента металлорежущего станка»

Тема утверждена приказом ПГУ № 405/о от "19" апреля 2024 г.

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

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

Разработать программу «Программа контроля времени работы инструмента металлорежущего станка», позволяющую организовать автоматизированный процесс контроля времени работы инструментов металлорежущего станка. Программа должна обладать графическим и интуитивно понятным интерфейсом на панели оператора, для взаимодействия с пользователем. Система должна предоставлять возможность установки времени работы отдельных инструментов станка и выдавать соответствующую реакцию в виде работы инструмента в соответствии с заданным временем. Так же с помощью панели оператора должна быть реализована возможность включения и выключения отдельных инструментов станка и сброс установленного времени работы инструментов.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов

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

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1	Изучение предметной области	32	19.04.2024 – 21.05.2024	
2	Анализ требований	32	22.04.2024 – 23.05.2024	
3	Выбор технологий, применяемых при проектировании и разработке	30	24.04.2024 – 26.04.2024	
4	Установка и настройка средств разработки	40	27.04.2024 – 30.04.2024	
5	Разработка основной части программы	66	1.05.2024 – 7.05.2024	
6	Реализация графического интерфейса	70	8.05.2024 – 23.05.2024	
7	Оформление пояснительной записки	54	24.05.2024 – 31.05.2024	

Дата выдачи задания "19" апреля 2024 г.

Руководитель бакалаврской работы 19.04.24 Тарасов Д.А.
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент 19.04.24 Бектемирова А.Э.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета _____ Фионова Л.Р.
17.06.2024 *(подпись, дата)*

Реферат

Бакалаврская работа содержит 104 листа, 111 рисунков, 5 таблиц, 7 источников, 3 приложения

ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ИНСТРУМЕНТА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА

Цель работы – разработать программу, позволяющую автоматизировать контроль времени работы инструментов металлорежущего станка для ПЛК ОВЕН ПР200 и панели оператора ОВЕН СП270.

Объектом разработки является управляющая программа, которая должна обеспечивать автоматическое отключение инструмента после окончания установленного ранее времени работы. Система должна обладать графическим пользовательским интерфейсом на панели оператора.

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

В результате проведенной работы разработана система, удовлетворяющая поставленной задаче, а именно: интуитивно понятный пользовательский интерфейс и организация контроля времени работы инструментов металлорежущего станка.

Созданная система может быть внедрена в любые производственные организации.

Содержание

Перечень сокращений и обозначений 5
Введение 6
1 Программа контроля времени работы инструмента металлорежущего станка 8
1.1 Анализ предметной области 8
1.1.1 Обзор аналогов 8
1.1.2 Анализ требований к разработке 10
1.1.3 Выбор архитектуры программы 11
1.1.4 Выбор языка программирования 12
1.1.5 Выбор среды разработки 13
1.2 Проектирование и разработка 30
1.2.1 Конфигурирование контроллера ОВЕН ПР200 в редакторе OWEN Logic 30
1.2.2 Разработка управляющей программы 36
1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270 48
1.3 Анализ результатов 66
1.3.1 Тестирование и отладка программы в редакторе OWEN Logic 66
1.3.2 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора ОВЕН СП270 68
1.3.3 Тестирование и отладка на стенде целевой платформы 70
2 Охрана труда 76
2.1 Анализ негативных факторов, воздействующих на оператора ПЭВМ и способы их устранения 76
2.1.1 Оборудование рабочего места 77
2.1.2 Освещенность рабочего места 79
2.1.3 Электробезопасность 79
2.1.4 Пожарная безопасность 80

2.1.5 Режим труда и отдыха 81
2.2 Меры безопасности при работе с ПЛК ОВЕН ПР200 и панелью оператора ОВЕН СП270..... 83
Заключение 85
Список использованных источников 86
Приложение А – UML-диаграммы..... 88
Приложение А.1 – UML-диаграмма деятельности для рабочего..... 89
Приложение А.2 – UML-диаграмма деятельности для наладчика 90
Приложение А.3 – UML-диаграмма сценариев использования для рабочего 91
Приложение А.4 – UML-диаграмма сценариев использования для наладчика 92
Приложение Б – Схемы программ..... 93
Приложение В – Презентация..... 97

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения

ОВЕН СП270 – панель оператора фирмы ОВЕН модель СП270

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство

ПК – персональный компьютер

ПЛК – программируемый логический контроллер

ПЛК ОВЕН ПР200 – программируемый логический контроллер фирмы ОВЕН модель ПР200

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина

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

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

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

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

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

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

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

Введение

Во многих сферах промышленности, есть необходимость в контроле за временем работы инструмента. Это очень важно для своевременной замены инструмента после превышения периода его стойкости, что в свою очередь может повысить производительность и качество производимых изделий, снизить затраты, а также повысить безопасность на рабочем месте.

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

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

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 контроля времени работы инструмента металлорежущего станка

1.1 Анализ предметной области

В различных сферах промышленности, связанных с обработкой металлических изделий есть необходимость в контроле за временем работы инструмента. Это очень важно для контроля и замены инструмента после превышения периода его стойкости, что в свою очередь может повысить производительность и качество производимых изделий, снизить затраты, а также повысить безопасность на рабочем месте.

Как раз для этих целей требуется программа контроля времени работы инструмента металлорежущего станка. Данная программа предоставляет функционал мониторинга и контроля рабочего времени инструмента. Она может быть использована для оптимизации работы станка, снижения простоев и повышения производительности.

Разрабатываемая система предлагает ряд преимуществ:

– возможность эксплуатации при неблагоприятных условиях работы;

– производительность;

– использование современных технологий реализации;

– возможность расширения и добавления новых модулей.

Данная программа может найти применение в таких сферах как: машиностроение, приборостроение, электротехническая промышленность, строительное производство, мебельная промышленность и т.д.

По сравнению с альтернативными решениями на рынке данная система обеспечивает меньшее количество затрат и высокую надежность.

1.1.1 Обзор аналогов

В области промышленности, имеется необходимость в контроле за различным оборудованием и состоянием рабочего помещения. Это очень

важно для контроля и организации рабочего процесса, что в свою очередь может повысить производительность и качество производимых изделий, снизить затраты, а также повысить безопасность на рабочем месте.

Существует великое множество компании производящих различные системы контроля и мониторинга промышленного оборудования и производственных помещений. Как пример - ООО «ИЦ Станкосервис» города Смоленск, в числе производимых продуктов которой имеются системы мониторинга работы промышленного оборудования на станках с ЧПУ.

Данный продукт позволяет получать на прямую со стойки ЧПУ множество сведений о текущем состоянии станка: текущий режим работы, состояние системы, состояние выполнения, состояние отдельных инструментов, аварийные состояния, причины простоя и т.п.

Несмотря на значительные преимущества также имеется ряд недостатков, таких как сложность монтажа и дорогая стоимость интеграции данной технологии в связи с необходимостью закупки нужного оборудования. Данное решение не всегда подходит из-за наличия ранее закупленного оборудования на предприятии.

Подобными решениями также занимаются следующие компании: ИЦ «ТехноКомМониторинг», ТРОН Системс и другие. Краткий анализ сильных и слабых сторон их продуктов представлен ниже, на таблице 1.

Таблица 1 – Краткий анализ конкурентов

Конкурент	Продукт	Сильные стороны	Слабые стороны
ООО «ИЦ Станкосервис»	Система мониторинга работы промышленного оборудования на станках с ЧПУ с использованием терминала «ТВВ-10»	Возможность подключения к серверу мониторинга, наличие специального ПО для мониторинга, возможность тонкой настройки мониторинга.	Сложность монтажа, высокая стоимость.

Конкурент	Продукт	Сильные стороны	Слабые стороны
ИЦ «ТехноКомМониторинг»	Система контроля температуры и влажности в помещениях «СканЭйр Темп П 201»	Широкий диапазон применения и возможность подключения большого количества дополнительных датчиков, простота монтажа датчиков.	Высокая стоимость
ТРОН Системс	Система управления освещением AWADA	Понятное управление системой с помощью графического интерфейса,	Высокая стоимость, жесткая привязка к ПО производителя

Исходя из приведенного анализа сделан вывод, что в области разработки систем контроля и мониторинга имеется потенциал для создания новых продуктов. В рамках технического задания проекта разрабатываемая система на базе ПЛК ОВЕН ПР200 может быть конкурентноспособной.

1.1.2 Анализ требований к разработке

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

Разработать следующий функционал:

– автоматическое отключение инструмента в случае превышения установленного времени;

– изменение суммарного времени работы для каждого инструмента станка;

– возможность сброса счетчика суммарного времени включения всех инструментов;

– индикация о скором времени отключения инструмента;

– организация взаимодействия панели оператора как master устройства и контроллера как slave;

– взаимодействие управляющей программы с интерфейсом панели оператора.

1.1.3 Выбор архитектуры программы

Требуется организовать взаимодействие между пользователем и управляющей программой ПЛК. Функциональная схема выполнения программы на ПЛК показана на рисунке 1.

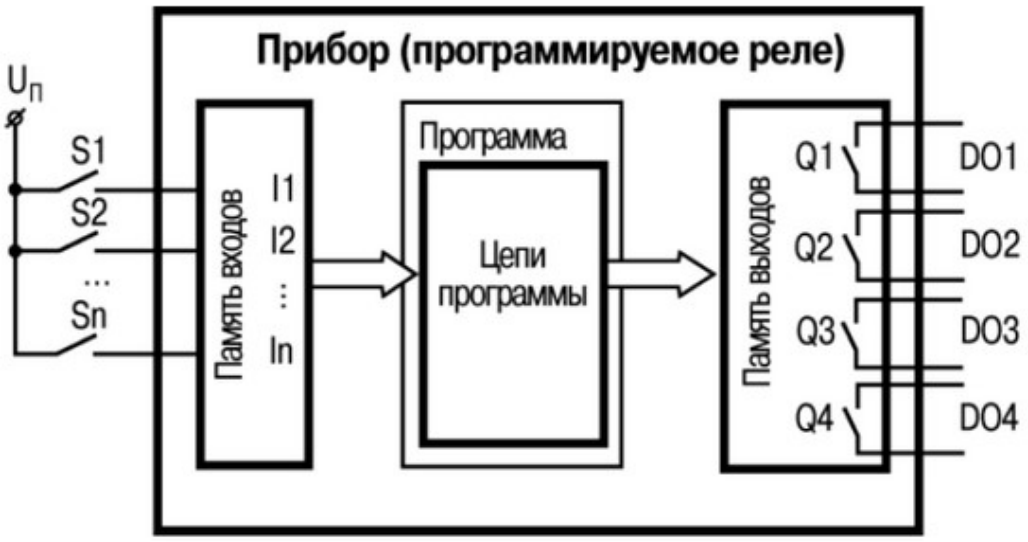


Рисунок 1 – Схема выполнения программы на ПЛК

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

– логическое состояние входов автоматически записывается в ячейки памяти входов (количество ячеек равно числу входов – I1…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…Q4);

– переход к Шагу 1 (после выполнения всех предыдущих шагов обработки программы цикл работы прибора повторяется с первого шага).

Время выполнения всех шагов зависит от сложности алгоритма программы [1].

Взаимодействие с пользователем будет организовано через панель оператора, работающую как master-устройство, к которой подключен контроллер в режиме slave по протоколу Modbus RTU через интерфейс RS-485. RS-485 для обмена данными использует витую пару, где информация передается дифференциальными сигналами. Это обеспечивает высокую устойчивость к помехам. Разница напряжений одной полярности кодирует логическую единицу, а другой – ноль [2].

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

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

1.1.4 Выбор языка программирования

Для разработки был выбран язык FBD.

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

Блок – это подпрограмма, функция или функциональный блок (И, ИЛИ, НЕ, триггеры, таймеры, счётчики, блоки обработки аналогового сигнала, математические операции и др.) [3].

Каждая отдельная цепь представляет собой выражение, составленное графически из отдельных элементов. К выходу блока подключается следующий блок, образуя цепь. Внутри цепи блоки выполняются строго в

порядке их соединения. Результат вычисления цепи записывается во внутреннюю переменную либо подается на выход ПЛК [3].

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

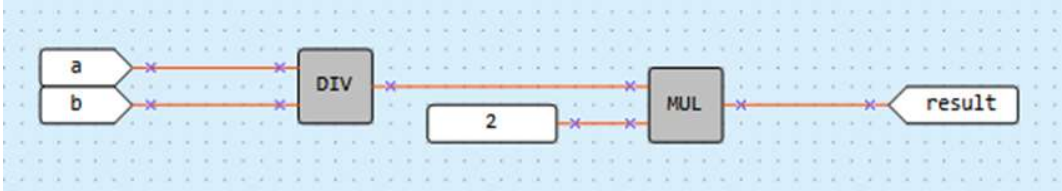


Рисунок 2 – Пример программы на языке FBD

Запись этой же функции на псевдокоде:

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

Язык FBD прост в изучении, нагляден и удобен для прикладных специалистов, не имеющих специальной подготовки в области информатики. Алгоритм программы представляется в виде блок-схемы, где каждый блок выполняет свою функцию. Жесткая последовательность выполнения команд обеспечивает надежность и предсказуемость работы системы, а лаконичная структура кода облегчает его чтение и модификацию [3].

FBD-диаграмма также наглядно отображает взаимосвязи между входами и выходами программы. В сравнении с текстовыми языками программирования, FBD более интуитивно понятен и информативен, что делает его идеальным инструментом для разработки надежных и понятных управляющих алгоритмов [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 [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.

Перечень приборов, для программирования которых может использоваться OWEN Logic, представлен на сайте компании ОВЕН.

Данная среда программирования бесплатна, распространяется через сайт производителя, что показано на рисунке 3.

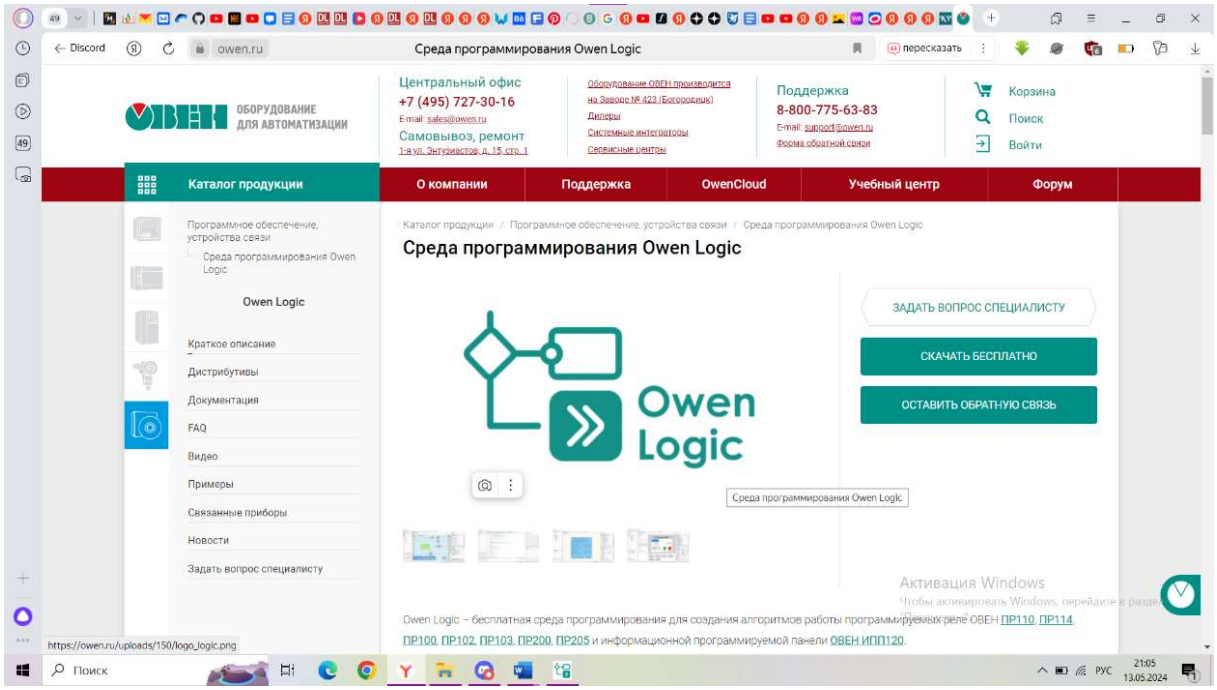


Рисунок 3 – Сайт OWEN

Чтобы загрузить на свой компьютер среду программирования OWEN Logic на странице загрузки нужно нажать на «Скачать бесплатно», что показано на рисунке 4.

При нажатии на «Скачать бесплатно» появляется окно которое требует подтверждение об ознакомлении и принятии лицензионного соглашения, котрое можно увидеть на рисунке 5. С текстом соглашения можно

ознакомиться на официальном сайте OWEN. После подтверждения нужно нажать «Скачать».

Рисунок 4 – Начало скачивания OWEN Logic

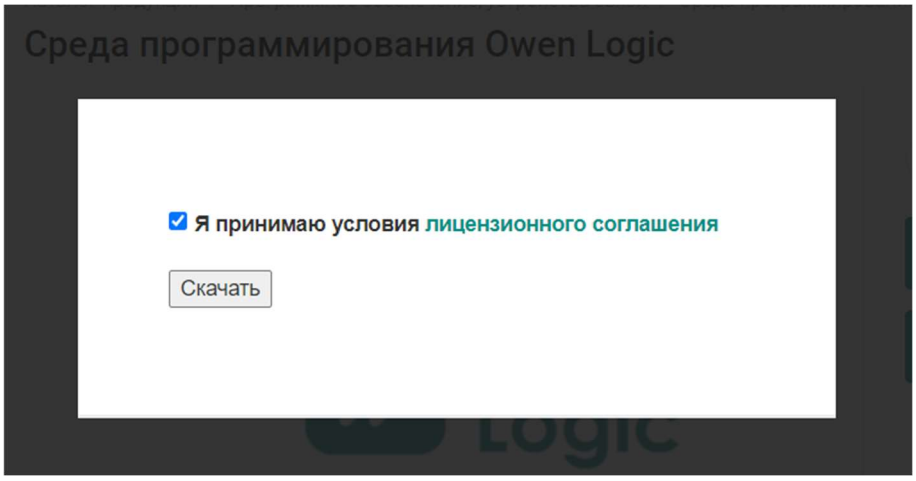


Рисунок 5 – Уведомление о необходимости ознакомиться и принять лицензионное соглашение

После нажатии на кнопку «Скачать» начнется загрузка архива с установочным файлом среды программирования OWEN Logic. Процесс загрузки показан на рисунке 6.

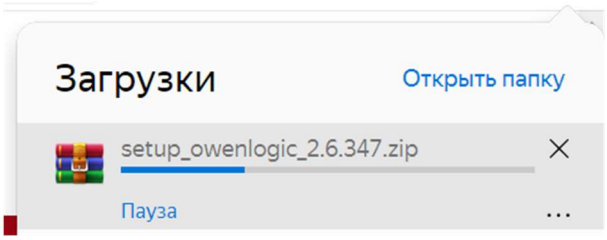


Рисунок 6 – Процесс загрузки OWEN Logic

Для начала установки нужно извлечь из скачанного архива установочный файл, что показано на рисунке 7, после чего файл был запущен.

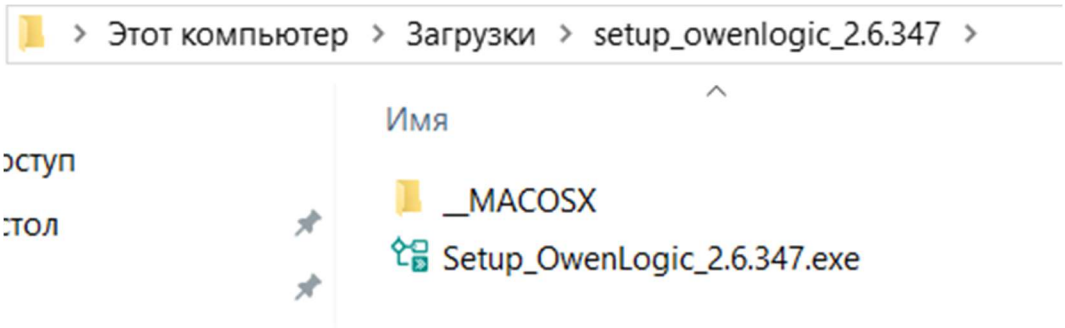


Рисунок 7 – Распакованный архив с установочным файлом

Процесс установки среды программирования OWEN Logic представлен на рисунках 8-13.

После запуска установочного файла открывается окно Мастера установки среды OWEN Logic. Для продолжения установки требуется нажать «Далее».

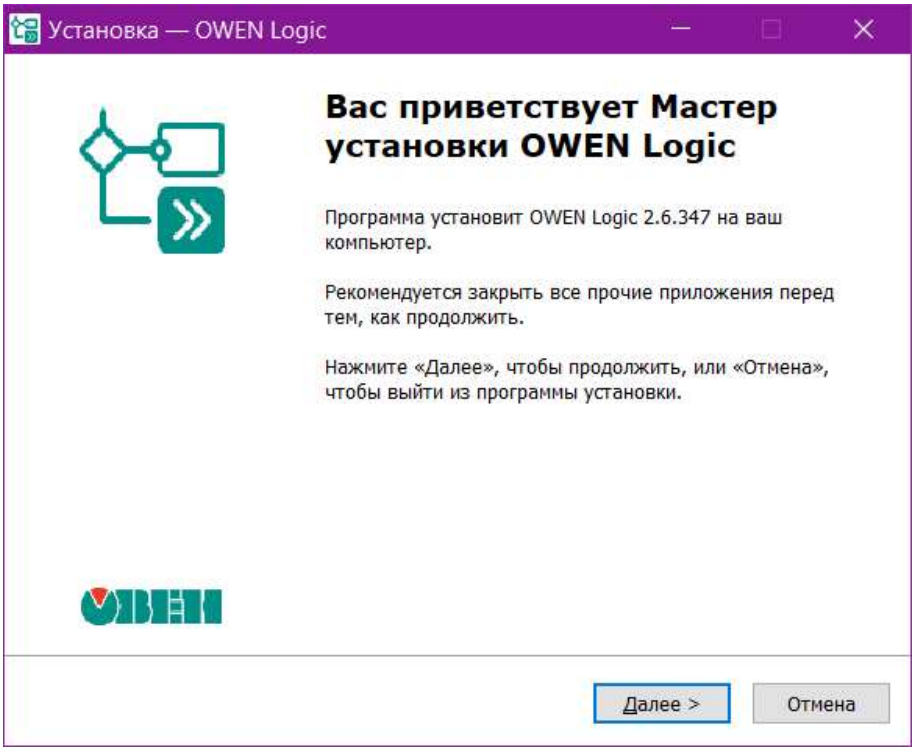


Рисунок 8 – Мастер установки OWEN Logic

На рисунке 9 показано окно в котором требуется ознакомиться и принять лицензионное соглашение. После ознакомления с текстом лицензионного соглашения нужно поставить отметку в пункте «Я принимаю условия соглашения» и нажать «Далее».

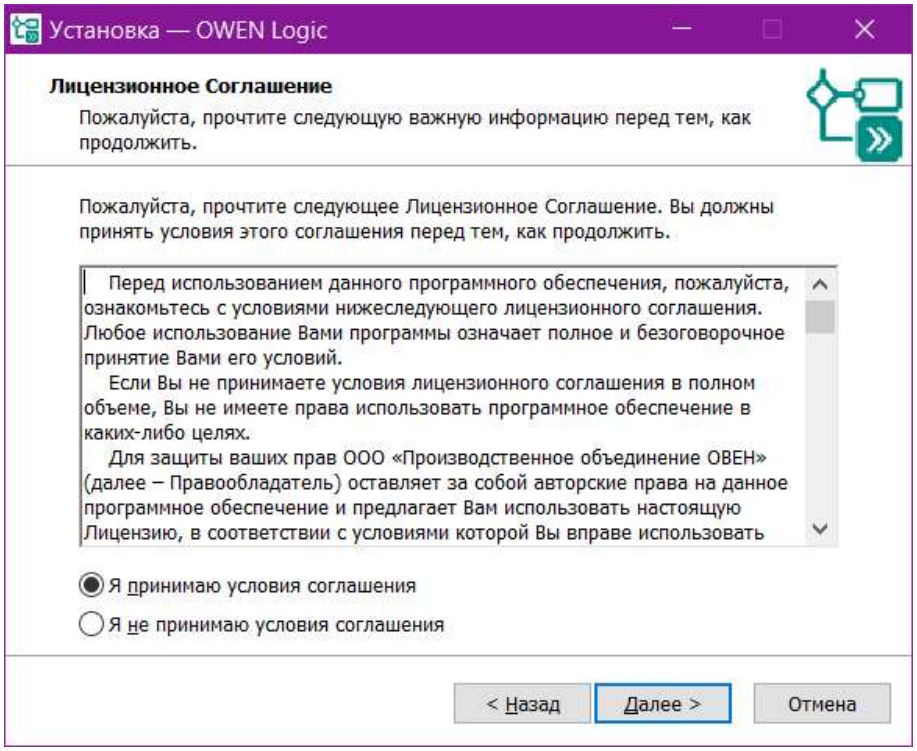


Рисунок 9 – Лицензионное соглашение

Далее, на рисунке 10, требуется выбрать папку для уставновки среды OWEN Logic. Для этого нужно нажать на «Обзор», в открывшемся окне указать нужное расположение. В случае если изменять расположение не требуется оставить это поле со значением по умолчанию. Для продолжения нажать «Далее».

В следующем окне, на рисунке 11, можно выбрать расположение в меню «Пуск». Чтобы продолжить нужно нажать на «Далее», а чтобы выбрать другую папку нажать на «Обзор».

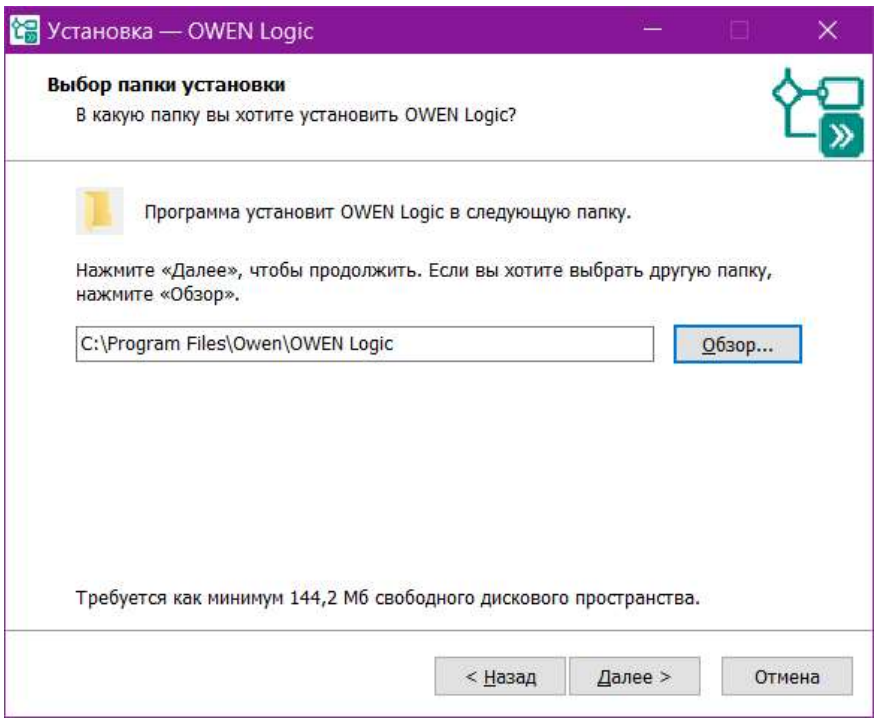


Рисунок 10 – Выбор дериктории установки

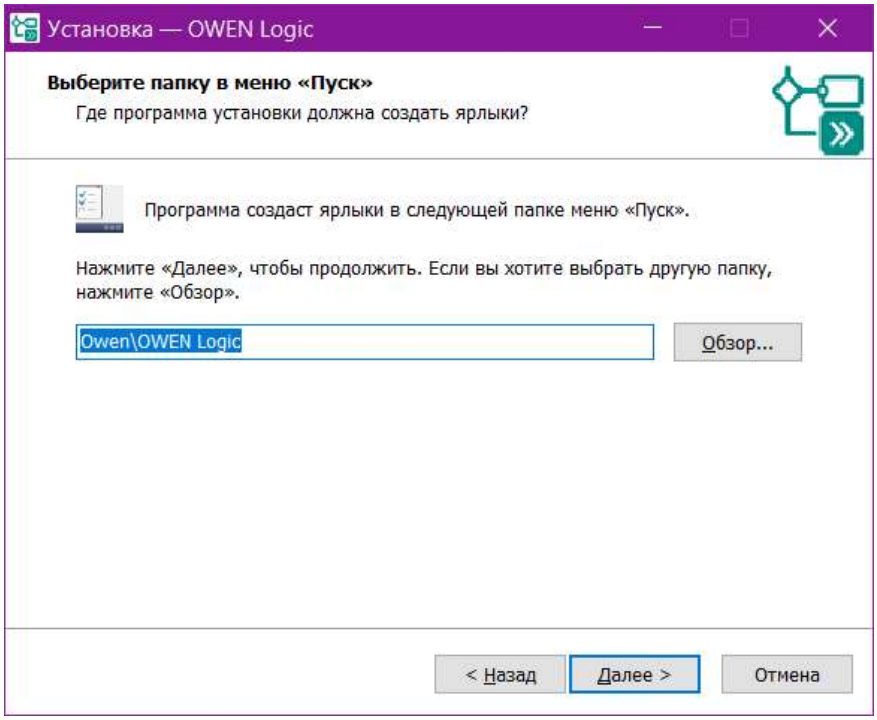


Рисунок 11 – Выбор расположения в меню «Пуск»

На рисунке 12 предлагается выбрать дополнительные настройки, такие как создание значка на рабочем столе и в панели быстрого доступа, а также привязку файлов с расширением owl и owle к среде OWEN Logic.

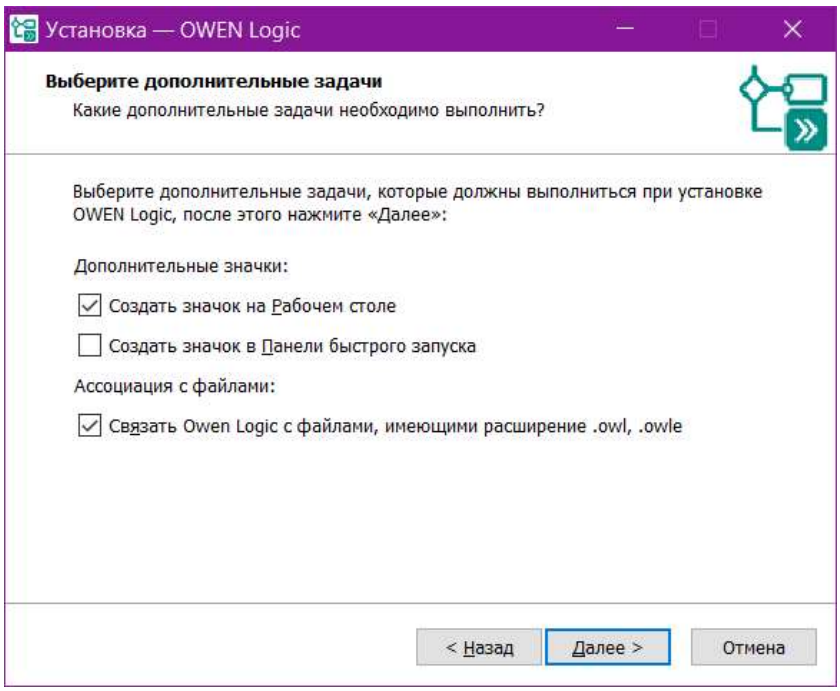


Рисунок 12 – Дополнительные настройки

В окне показаном на рисунке 13 предлагается перепроверить все опции установки и нажать кнопку «Установить».

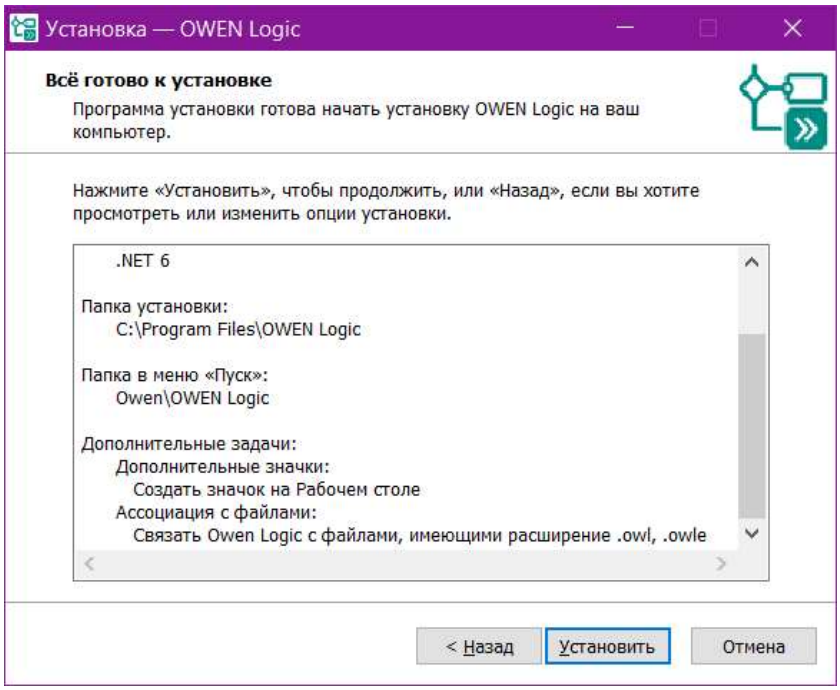


Рисунок 13– Установка OWEN Logic

На рисунке 14 показано Главное окно, открывающееся на мониторе ПК после запуска OWEN Logic.

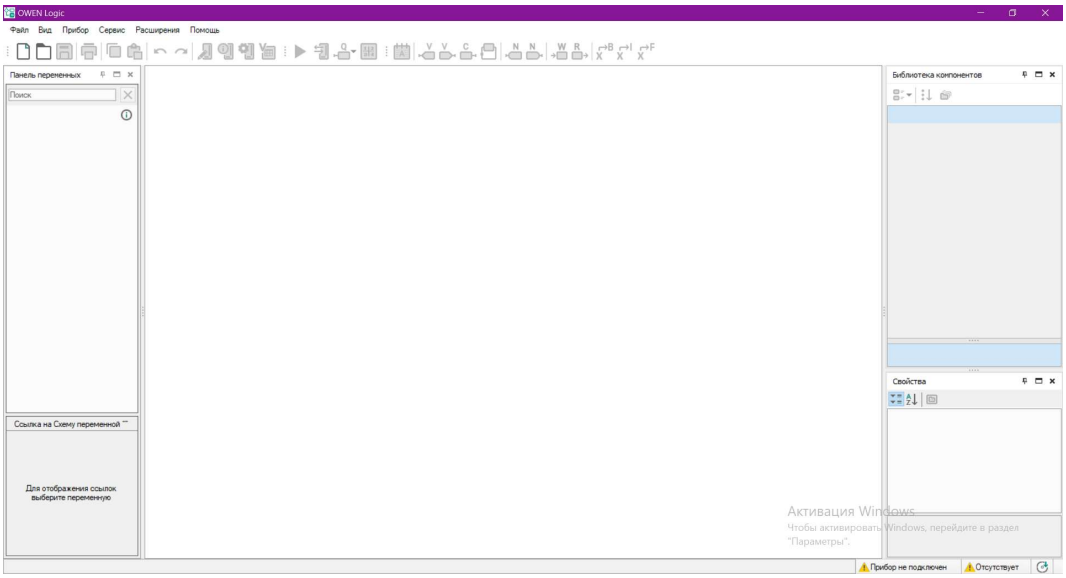


Рисунок 14 – Главный экран OWEN Logic

Для настройки среды программирования OWEN Logic требуется создать новый проект через меню «Файл», как это показан на рисунке 15. В противном случае многие функции будут недоступны.

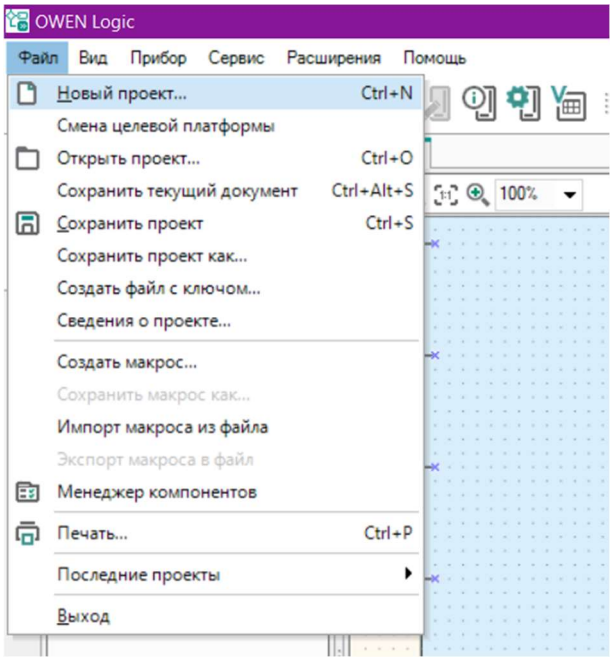


Рисунок 15 – Начало создания нового проекта в меню «Файл»

На рисунке 16 показана панель инструментов среды программирования OWEN Logic.

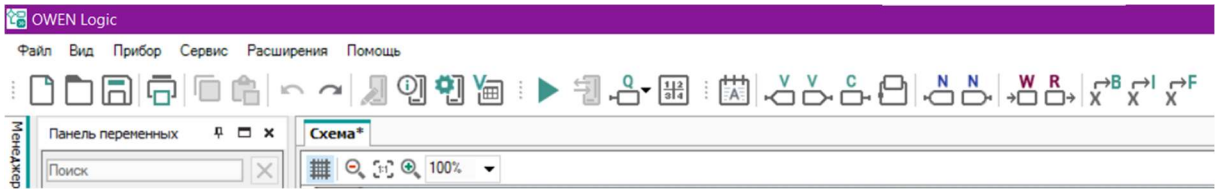


Рисунок 16 – Панель инструментов OWEN Logic

Панель инструментов, как и многие элементы интерфейса, поддается настройки. Имеется возможность переместить, либо вынести в окно отдельные элементы интерфейса. Для удобства можно изменить положение части элементов панели инструментов, как это показано на рисунке 17, где панель элементов добавляемых на рабочий холст была перенесана ниже.

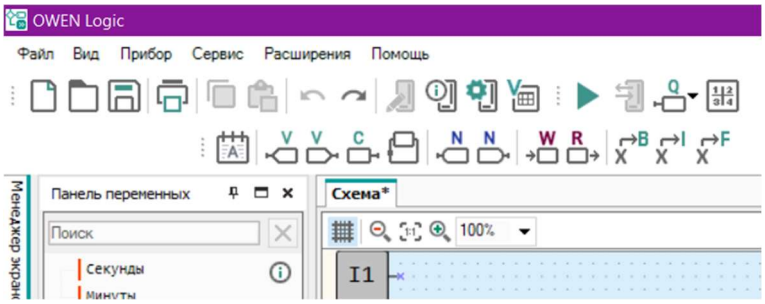


Рисунок 17 – Панель инструментов после настройки

Панель инструментов в режиме эмуляции дополняется новыми элементами и также поддается настройке, как это показано на рисунках 18-19.

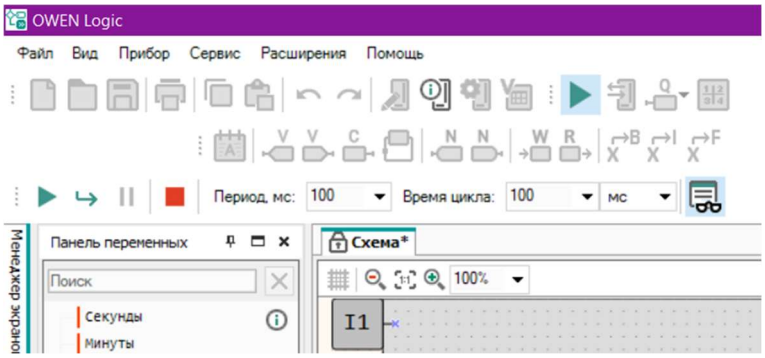


Рисунок 18 – Панель инструментов в режиме эмуляции

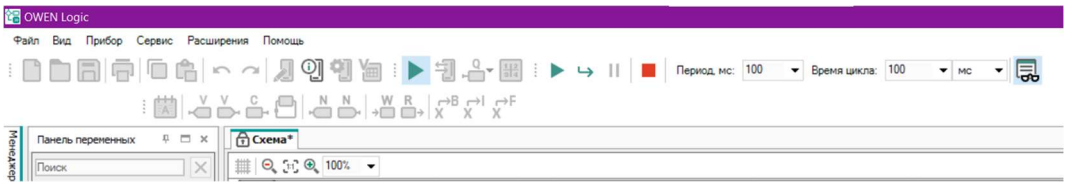


Рисунок 19 – Панель инструментов в режиме эмуляции после настройки

У рабочего холста проекта есть возможность изменить размер через Свойства. Это может понадобиться по мере разработки управляющей программы. Свойства рабочего холста показаны на рисунке 20.

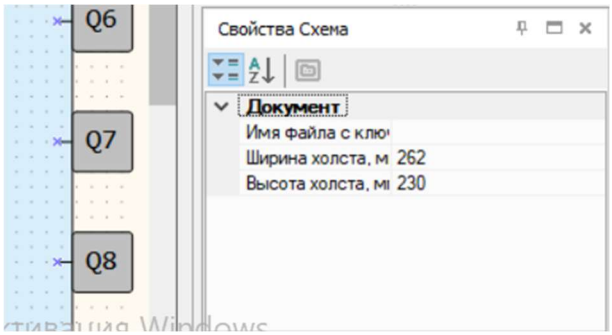


Рисунок 20 – Свойства рабочего холста проекта

На рисунке 21 представлен рабочий холст проекта после изменения его размера.

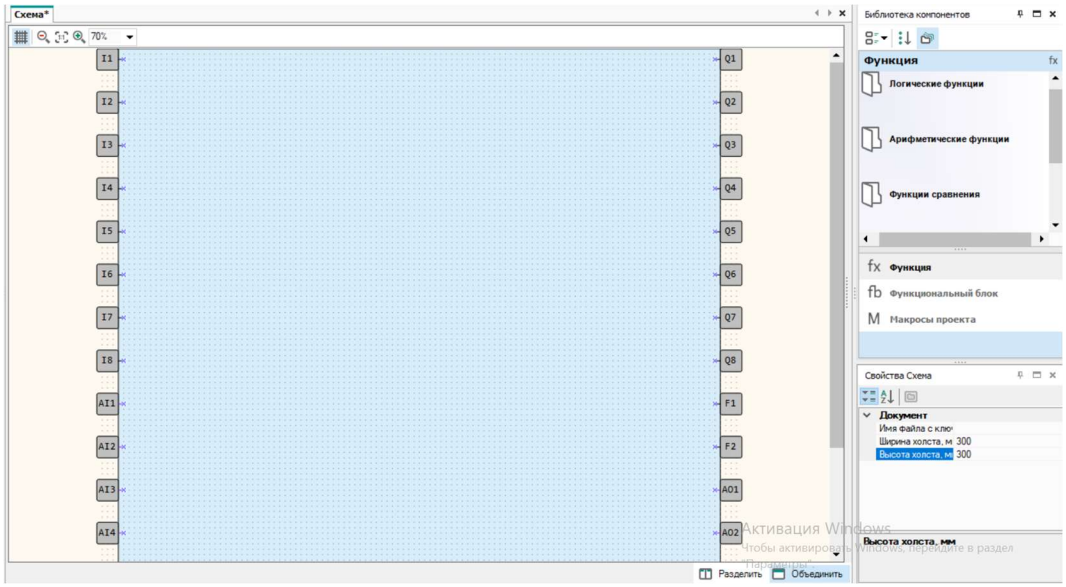


Рисунок 21 – Холст после настройки

Также на Главном экране среды OWEN Logic имеется Библиотека компонентов, показанная на рисунке 22, которая содержит функциональные блоки языка FBD, а также макросы проекта и панель переменных, показанная на рисунке 23, содержащая переменные проекты.

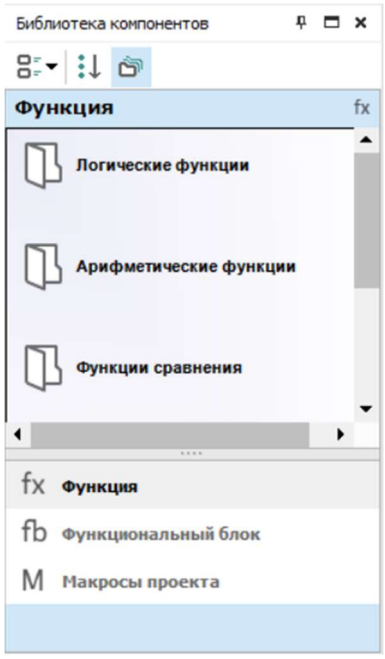


Рисунок 22 – Библиотека компонентов среды OWEN Logic

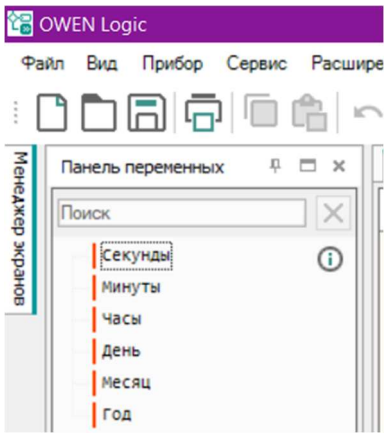


Рисунок 23 – Панель переменных OWEN Logic

Для конфигурирования символьного индикатора ПЛК в среде программирования OWEN Logic имеется Менджер экранов. Меню данного раздела показана на рисунке 24. Менеджер экранов позволяет настроить вывод

на символьный индикатор определенные значения используемые в управляющей программе, либо текстовые сообщения [3].

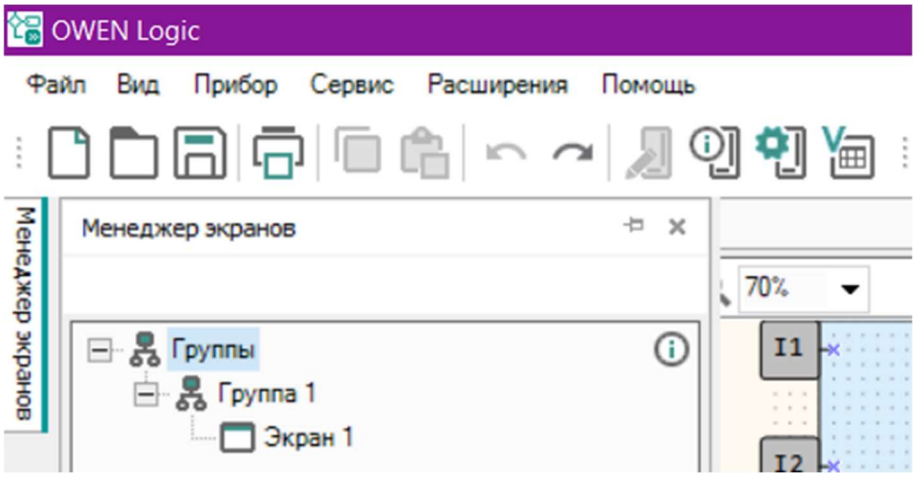


Рисунок 24 – Менеджер экранов

Для дальнейшего подключения ПЛК к ПК через USB порт требуется изменить настройки подключения прибора, показанные на рисунке 25. После установки требуемых драйверов в графе «Порт» определился порт, подключеннный к ПЛК.

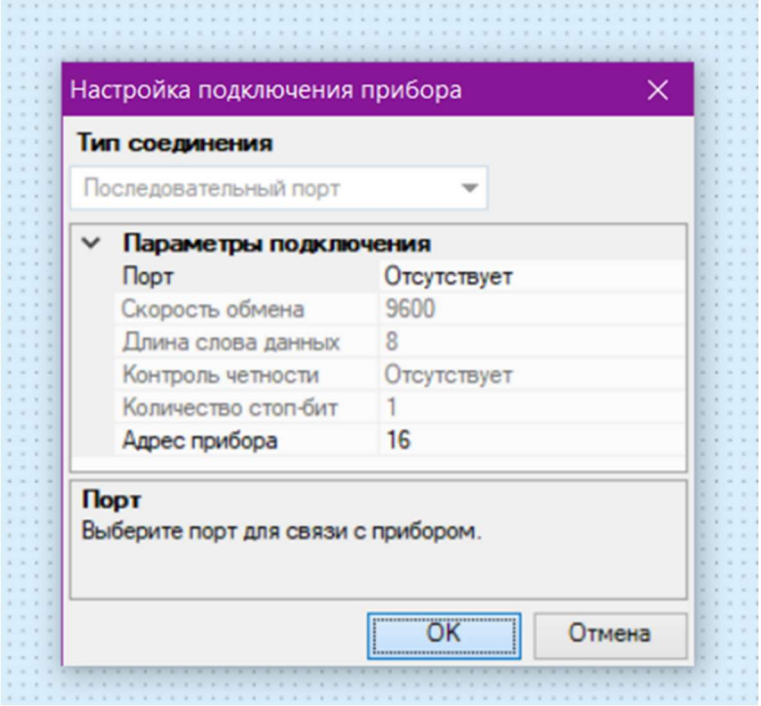


Рисунок 25 – Настройки подключения прибора

Для упрошения настройки и дальнейшего взаимодействия со средой программирования OWEN Logic рекомендуется использовать встроенный справочник показанный на рисунке 26.

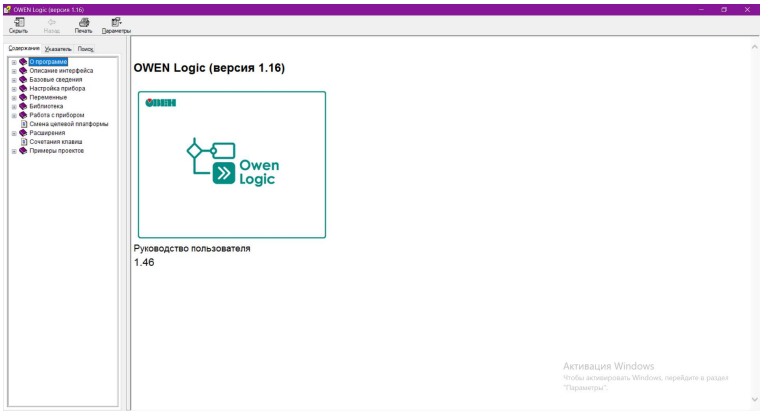


Рисунок 26 – Окно «О программе»

Для создания графического интерфейса была установлена программа Конфигуратор СП200. Конфигуратор, как и среда OWEN Logic, скачивается с официального сайта ОВЕН.

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

Программа-конфигуратор – это инструмент для создания графического интерфейса панели оператора. В файле проекта можно описать любую необходимую функциональность, от отображения параметров до управления оборудованием. Сконфигурированный интерфейс загружается в панель, и она начинает работать согласно заданным настройкам. Таким образом, программа-конфигуратор позволяет полностью адаптировать панель оператора к конкретным задачам пользователя [4].

Процесс установки программы Конфигуратор СП200 показан на рисунках 27-32. На рисунке 27 показан мастер установки Конфигуратора СП200. Для продолжения установки требуется нажать «Далее».

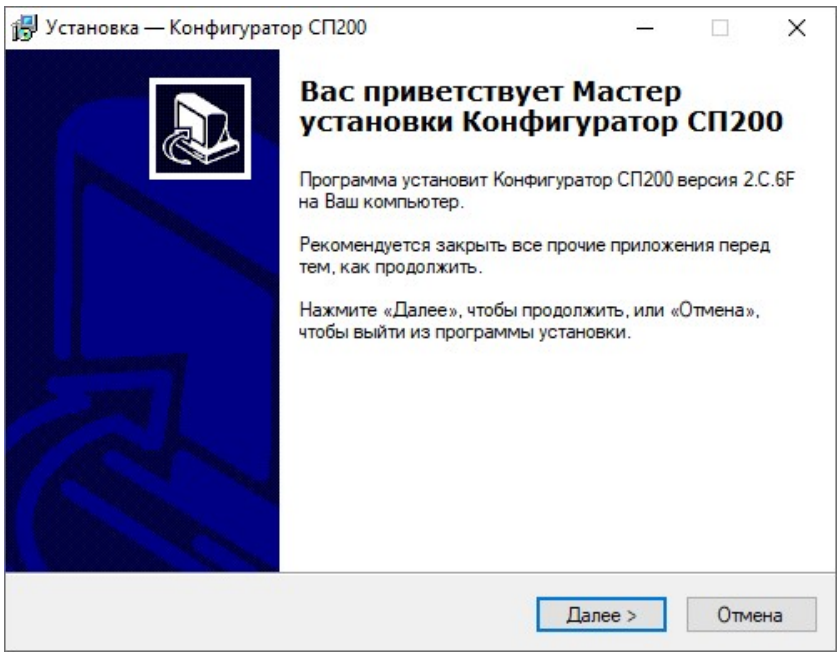


Рисунок 27 – Начало установки Конфигуратор СП200

Далее, на рисунке 28, требуется выбрать папку для уставновки Конфигуратора СП200. Для этого нужно нажать на «Обзор», в открывшемся окне указать нужное расположение. В случае если изменять расположение не требуется оставить это поле со значением по умолчанию. Для продолжения нажать «Далее».

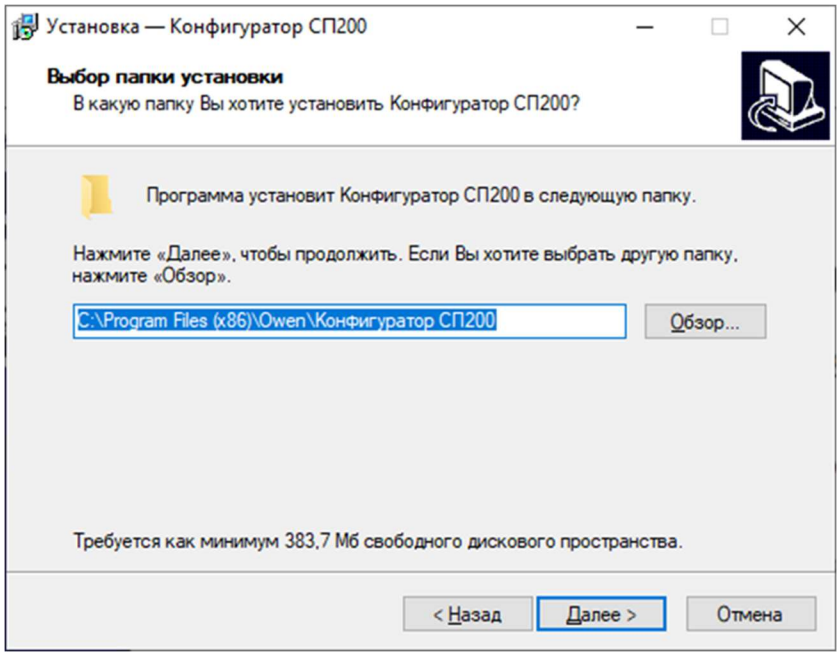


Рисунок 28– Выбор дериктории для установки Конфигуратора СП200

В следующем окне предлагается создать значок на рабочем столе. Для того чтобы создать значок требуется поставить флажок рядом с соответствующим пунктом, как на рисунке 29.

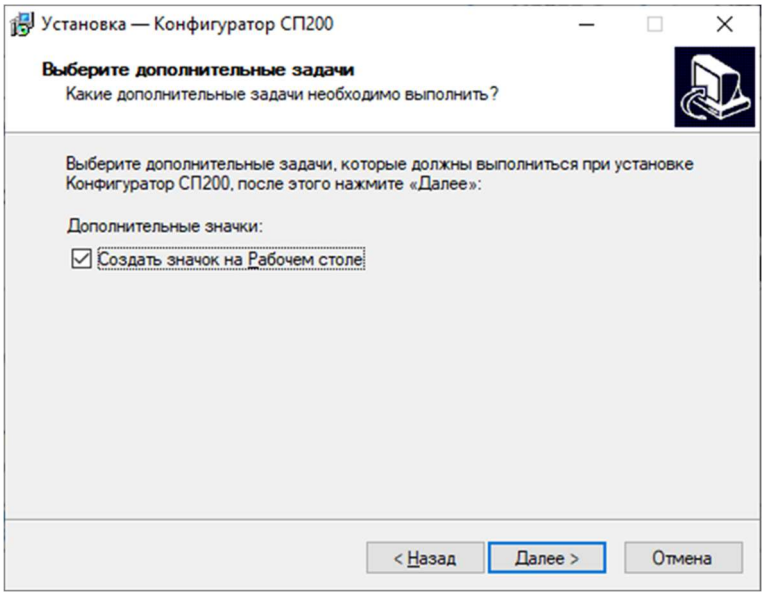


Рисунок 29 – Дополнительные настройки

В представленном на рисунке 30 окне показаны все выбранные опции установки Конфигуратора СП200. Для продолжения установки требуется нажать соответствующую кнопку.

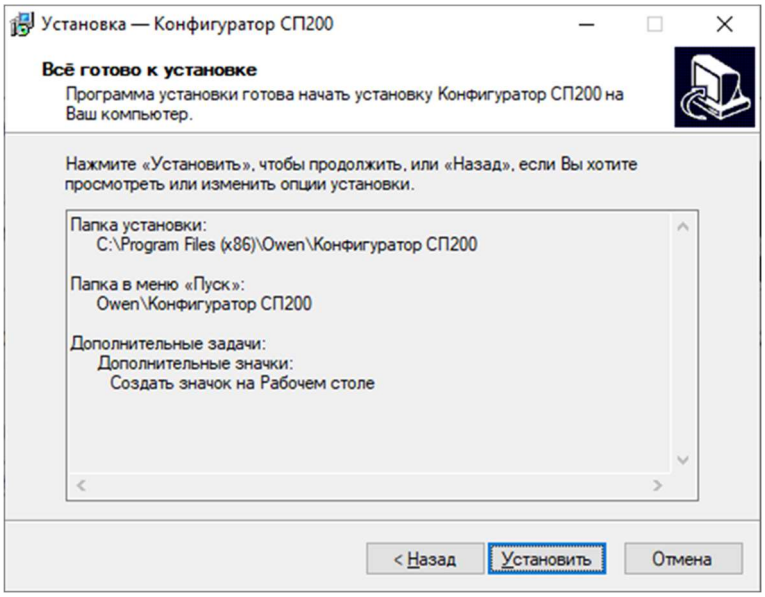


Рисунок 30 – Установка Конфигуратора СП200

После этого был начат процесс установки, что можно увидеть на рисунке 31.

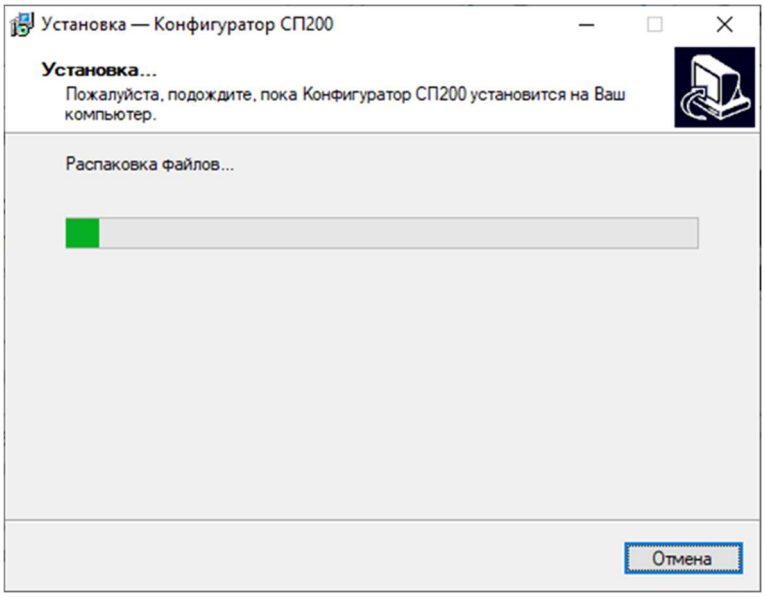


Рисунок 31 – Процесс установки Конфигуратора СП200

На рисунке 32 показано окно завершения Мастера установки Конфигуратора СП200. Если после завершения установки необходимо сразу запустить Конфигуратор СП200 нужно оставить флажок рядом соответствующим пунктом.

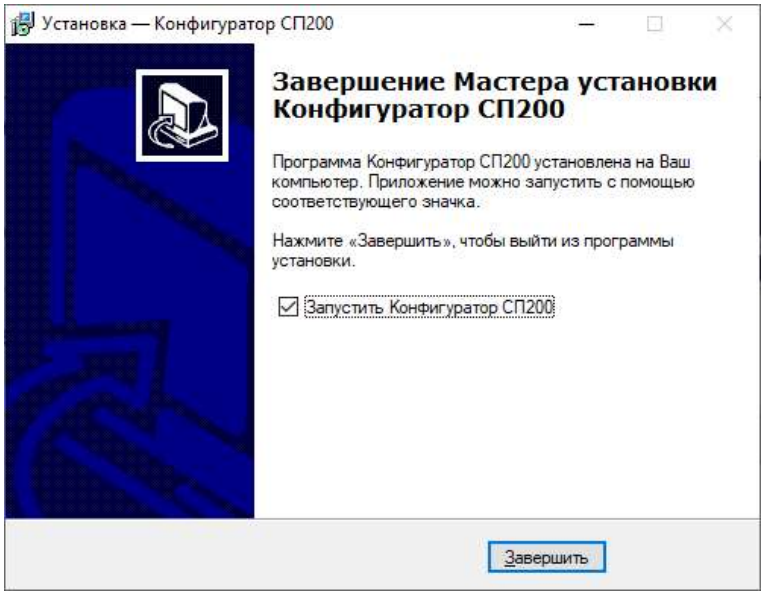


Рисунок 32 – Завершение установки Конфигуратора СП200

На рисунке 33 показано окно, открывающееся после запуска Конфигуратор СП200. Для взаимодействия с данным ПО также необходимо создать новый проект.

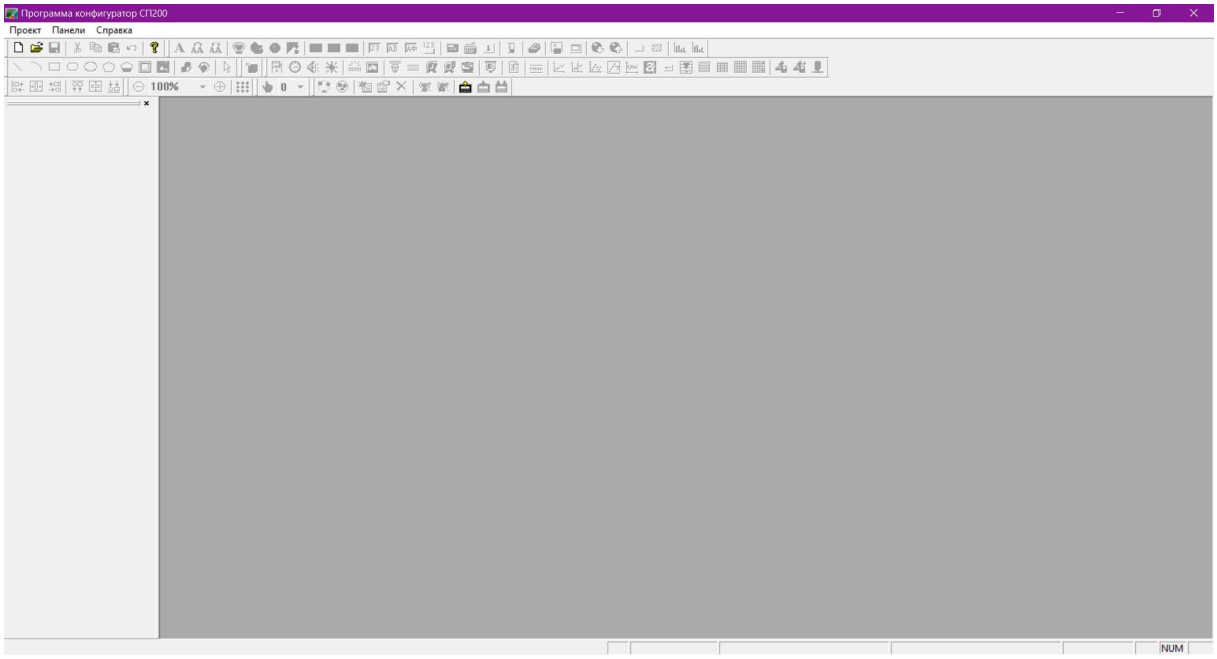


Рисунок 33 – Конфигуратор СП200 после запуска

На рисунке 34 представлена панель инструментов Конфигуратора СП200. Данная панель также может натсроена для удобства эксплуатации.

Рисунок 34 – Панель инструментов Конфигуратора СП200

В открывшемся окне имеется древо элементов для удобства навигации по проекту.

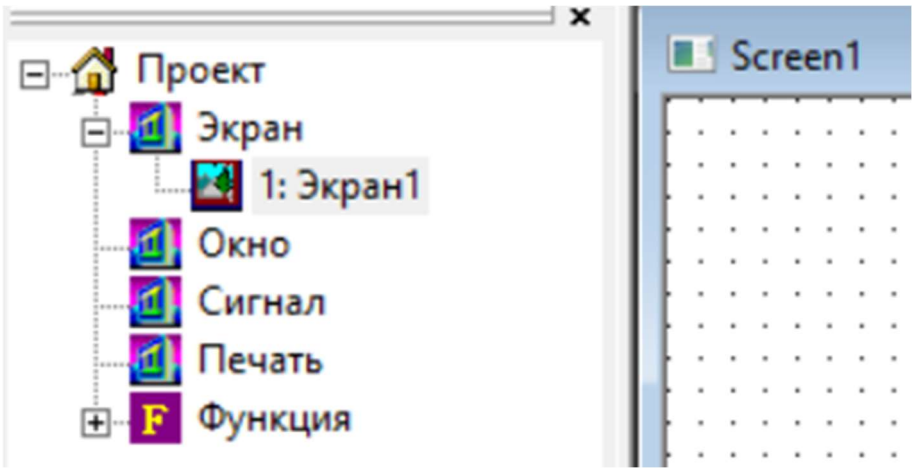


Рисунок 35 – Элементы проекта

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.

Пользователь может установить время работы инструмента перед его включением. В случае если установленное время работы превышено контроллер автоматически отключает инструмента.

1.2.1 Конфигурирование контроллера ОВЕН ПР200 в редакторе OWEN Logic

ОВЕН ПР200 – программируемое реле с дисплеем. 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 осуществляется пользователем на языке FBD с помощью бесплатной среды программирования Owen Logic. Загрузка

алгоритма производится с помощью кабеля miniUSB. На лицевой панели прибора расположены элементы индикации и управления, можно увидеть на рисунке 36.

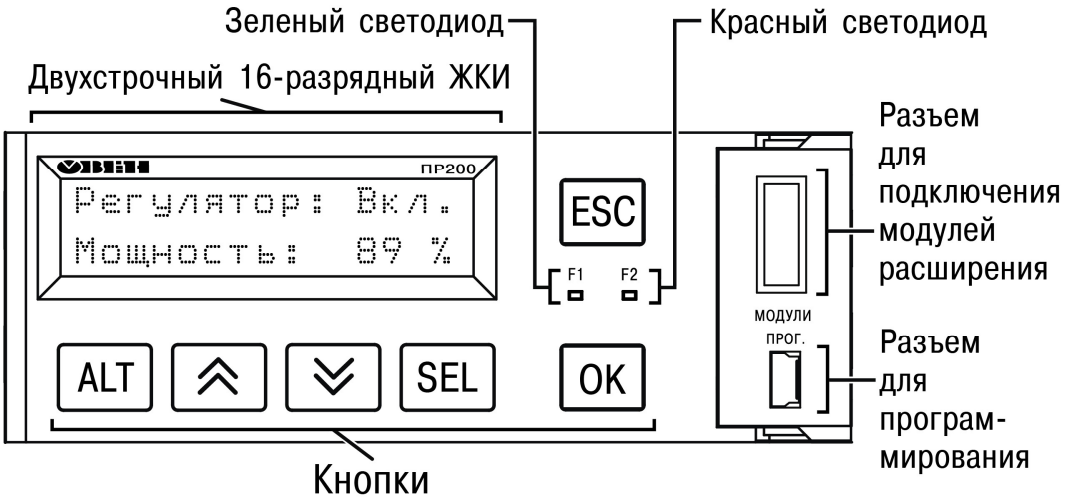


Рисунок 36 – Лицевая панель прибора

Типовая схема подключения элементов системы к ПЛК представлен на рисунке 37. Программируемые логические контроллеры принимают данные с датчиков и контрольно-измерительных приборов, обрабатывают полученную информацию, а затем выдают управляющие команды оборудованию.

Устройство контроллера предполагает наличие центральной микросхемы, куда записывается программа действий, памяти с аккумуляторной батареей, часов реального времени, интерфейсов ввода/вывода и системы защиты для преобразования напряжения на входах и выходах [3].

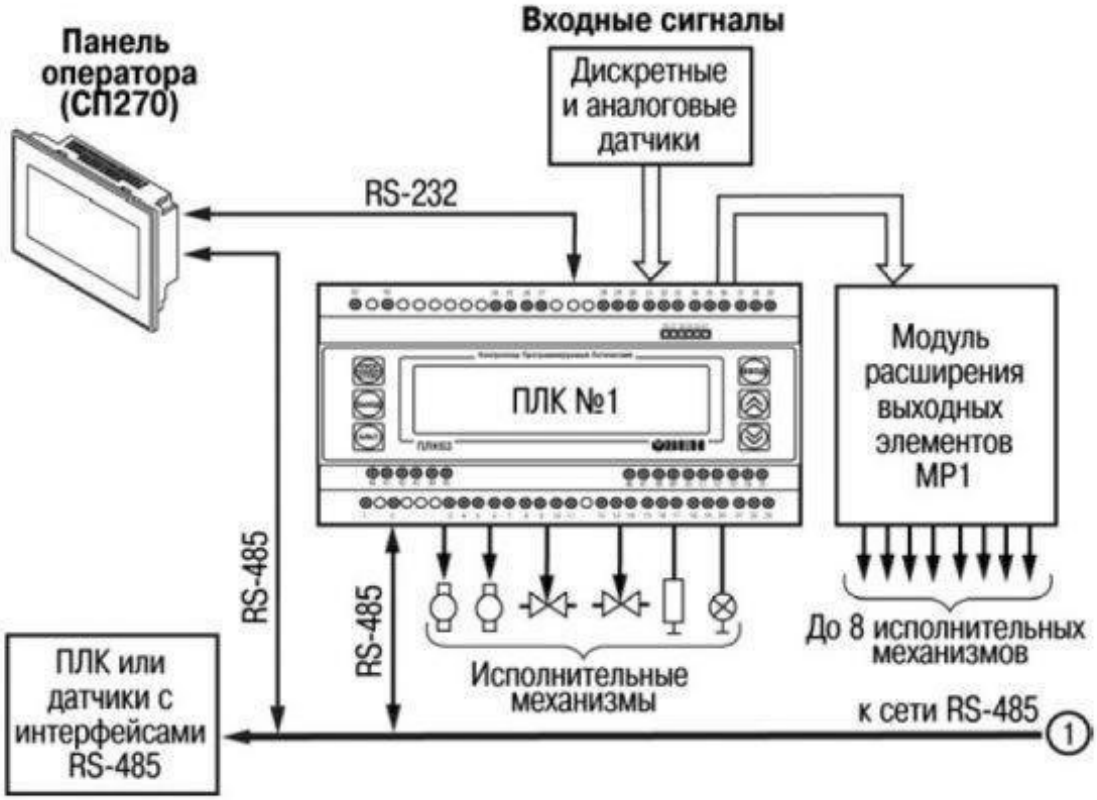


Рисунок 37 – Типовая схема подключения элементов системы к ПЛК

Был создан новый проект в редакторе OWEN Logic. В окне «Выбор модели» рисунке 38 выбран тип устройства ПР200-24.2(4).X.

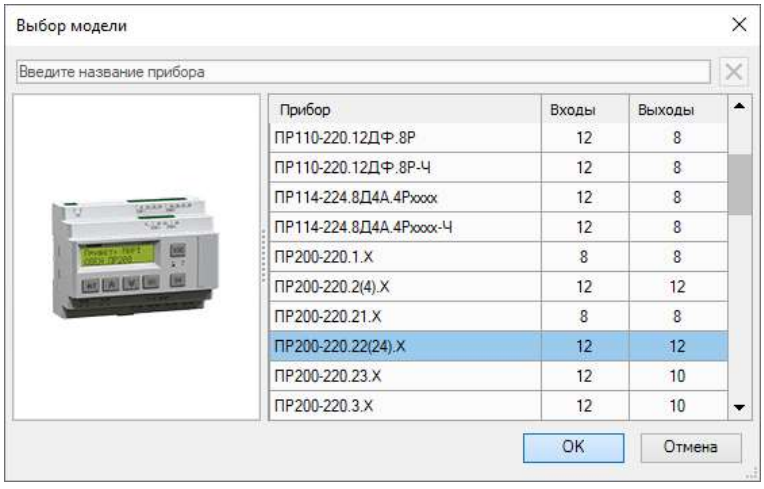


Рисунок 38 – Окно выбора модели

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

изменены адрес на 1 и добавлены необходимые сетевые переменные как показано на рисунке 39.

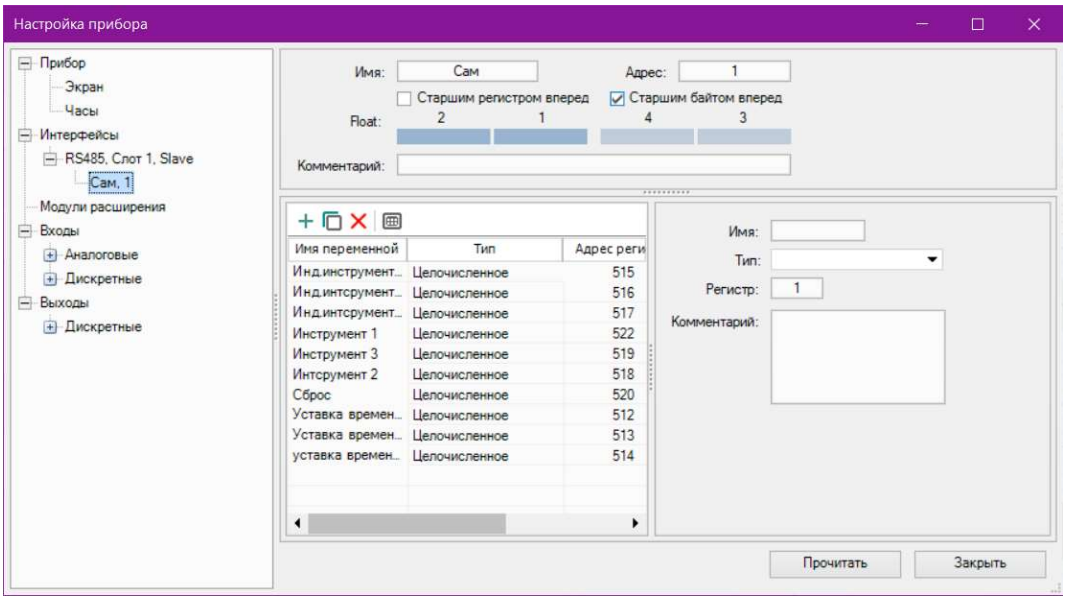


Рисунок 39 – Настройка таблицы сетевых переменных

Ниже представлена таблица 2, в которой указаны сетевые переменные программы с адресами регистров. Добавление сетевых переменных необходимо для организации взаимодействия панели оператора и ПЛК по протоколу Modbus RTU через интерфейс RS-485 в режиме slave, как показано на рисунке 40.

Таблица 2 – Таблица сетевых переменных с адресами регистров

Имя переменной	Тип	Адрес регистра
Уставка времени 1	Целочисленное	512
Уставка времени 2	Целочисленное	513
Уставка времени 3	Целочисленное	514
Инд. инструмент 1	Целочисленное	515
Инд. инструмент 2	Целочисленное	516
Инд. инструмент 3	Целочисленное	517
Инструмент 2	Целочисленное	518
Инструмент 3	Целочисленное	519

Имя переменной	Тип	Адрес регистра
Сброс	Целочисленное	520
Вывод вр.1	Целочисленное	521
Инструмент 1	Целочисленное	522
Вывод вр.2	Целочисленное	523
Вывод вр.3	Целочисленное	524
Установка индикации 1	Целочисленное	525
Установка индикации 2	Целочисленное	526
Установка индикации 3	Целочисленное	227
Запись 1	Целочисленное	228
Запись 2	Целочисленное	229
Запись 3	Целочисленное	230

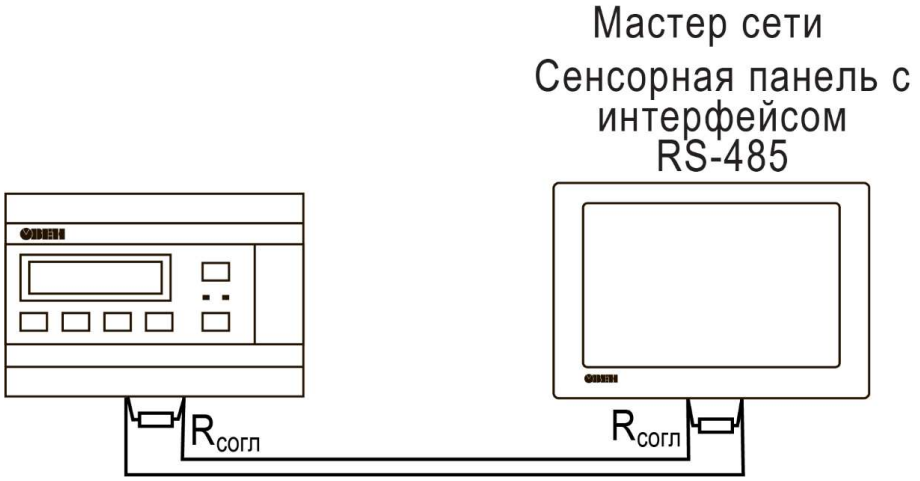


Рисунок 40 – Типовая схема подключения для ПР200 в режиме slave

После завершения создания проекта открылось Главное окно, показанное на рисунке 41. Далее были добавлены локальные переменные проекты, как показано на рисунке 42 и в таблице 3.

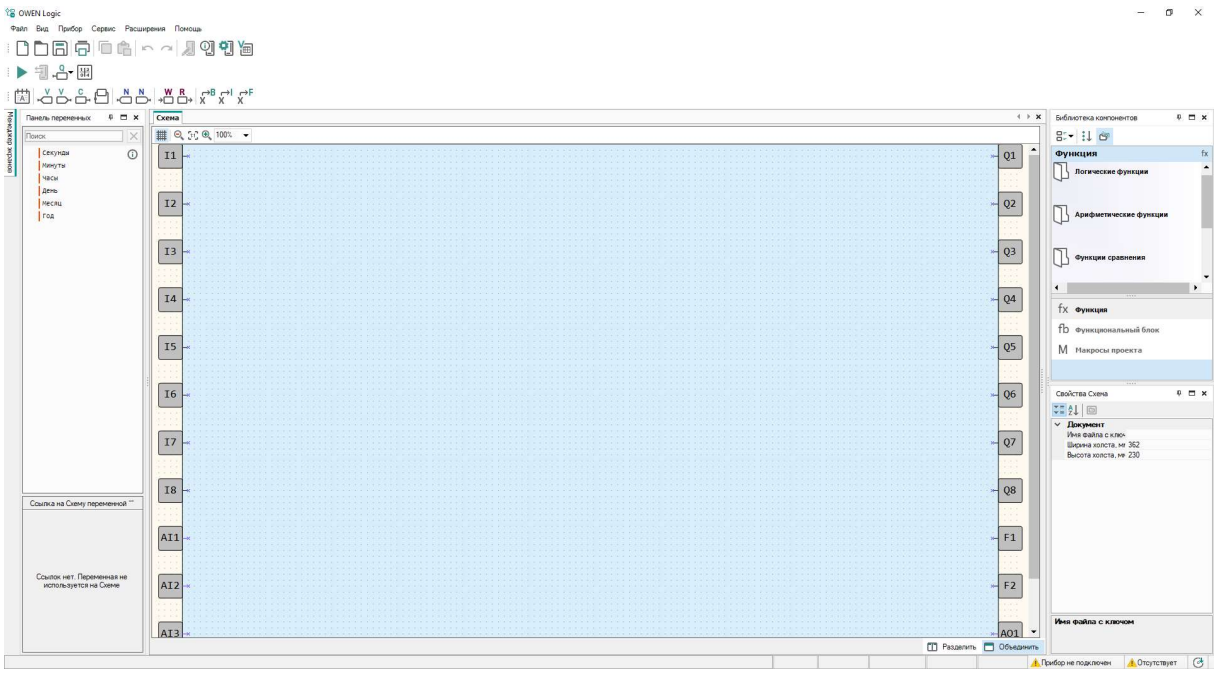


Рисунок 41 – Главное окно среды программирования OWEN Logic

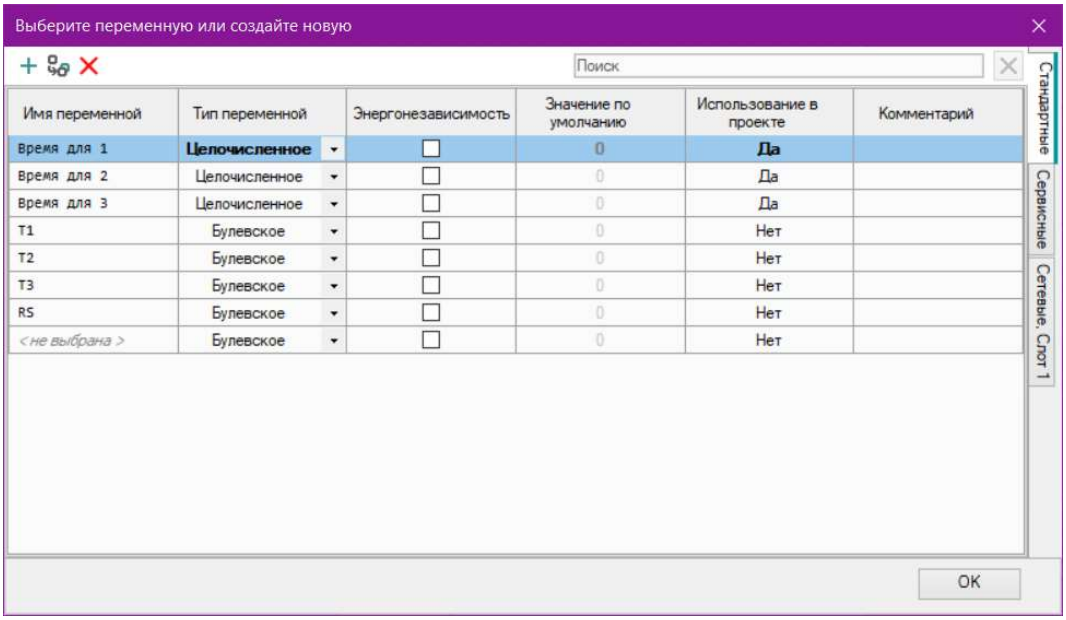


Рисунок 42 – Таблица локальных переменных

Таблица 3 – Таблица локальных переменных

Имя переменной	Тип переменной
Время для 1	Целочисленное
Время для 2	Целочисленное

Имя переменной	Тип переменной
Время для 3	Целочисленное
tool1	Булевское
tool2	Булевское
tool3	Булевское
reset	Булевское

1.2.2 Разработка управляющей программы

После завершения конфигурирования ПЛК начинается разработка управляющей программы. Исходя из цели проекта была построена схема алгоритма работы управляющей программы, представленная на рисунке 43.

Управление осуществляется тумблерами «Инструмент 1», «Инструмент 2» и «Инструмент 3». Для этого на физические дискретные входы I1, I2 и I3, показанные на рисунке 44 были присоединены блоки сетевых переменных «Инструмент 1», «Инструмент 2» и «Инструмент 3» из таблицы с рисунка 39. Данная модель ПЛК имеет 8 дискретных и 4 аналоговых входа. Аналоговые входы при необходимости могут быть переведены в дискретный режим [5].

К физическому входу I4 была присоединена переменная «Сброс» для организации функции сброса установленного времени для всех инструментов, что продемонстрировано на рисунке 45.

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

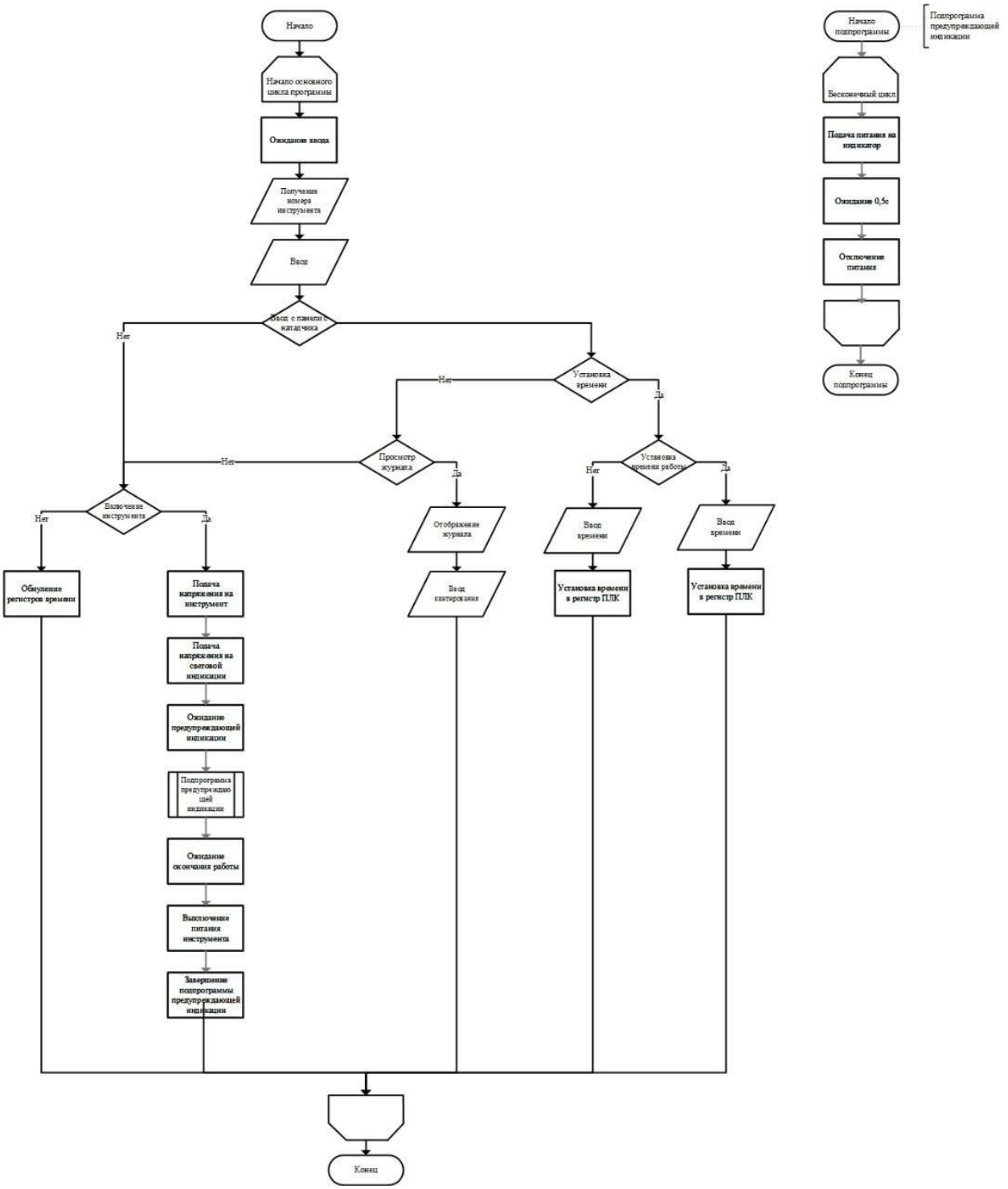


Рисунок 43 – Схема алгоритма программы

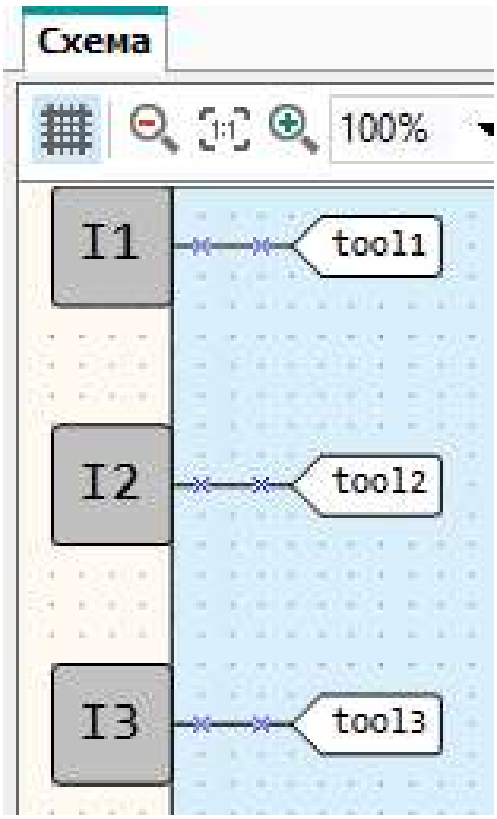


Рисунок 44 – Результат добавления «Инструмент 1»,
«Инструмент 2» и «Инструмент 3»

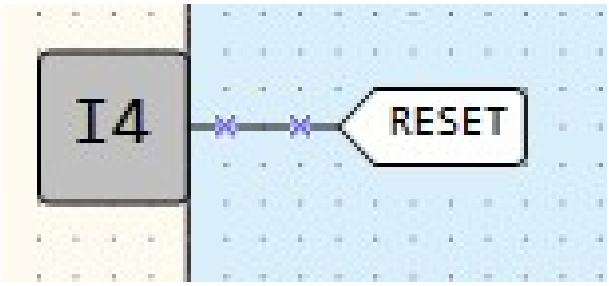


Рисунок 45 – Результат добавления переменных

В программу управления были введены функции сравнения GT и SEL.

GT – функция для сравнения числа на «больше», представлен на рисунке 46. Если значение поддаваемая на первый вход блока больше, чем на второй, то на выходе получаем 1, в противном случае 0 [4].

SEL – функция выборки между двумя входными значениями. В зависимости от получаемого на первый вход значения на выход передается

значение со второго, либо третьего входа [4]. Пример использования функции показан на рисунке 47.

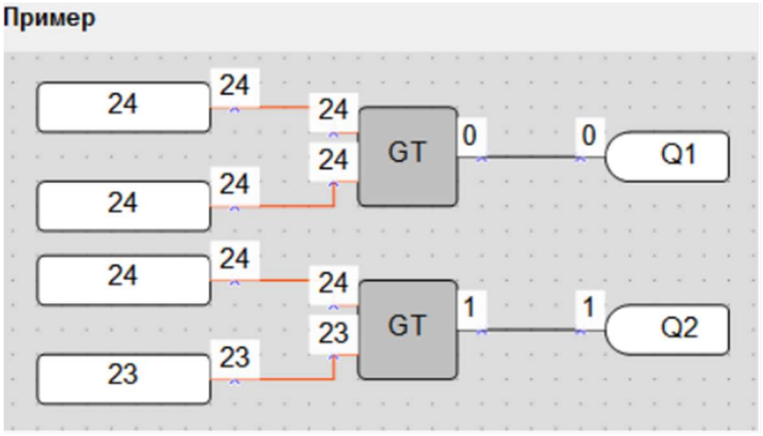


Рисунок 46 – Пример использования функции сравнения GT

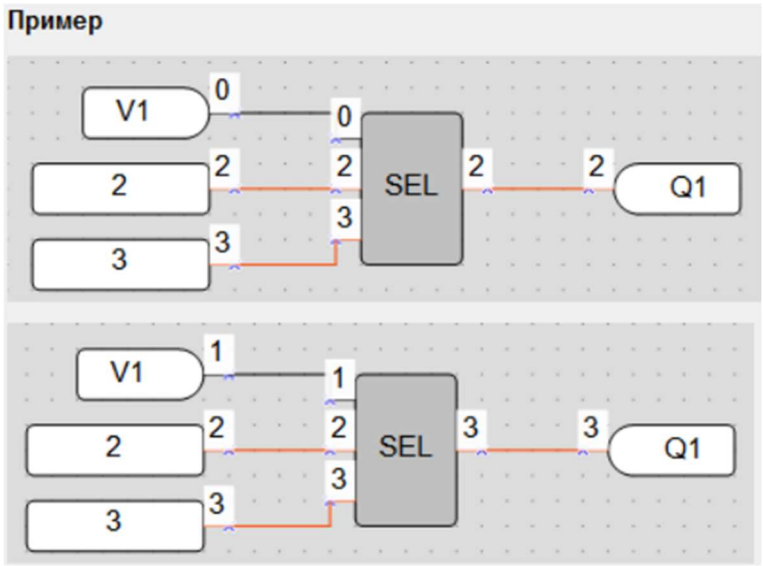


Рисунок 47 – Пример использования функции SEL

Также функциональные блоки BLINK1 и CTN1. BLINK – генератор прямоугольных импульсов. При подаче единицы на вход этого функционального блока на выходе получаем чередование логического нуля (Тоткл) и единицы (Твкл) с заданной периодичностью, диаграмма работы функционального блока BLINK продемонстрирована на рисунке 48 [4].

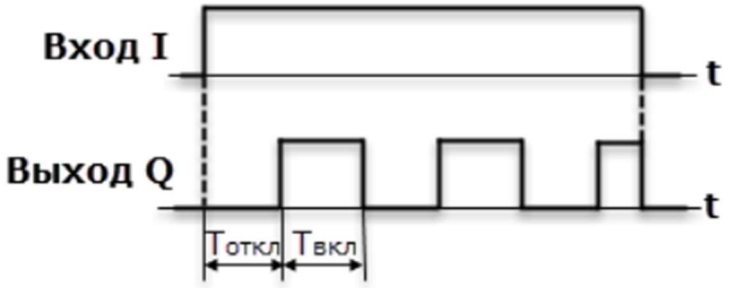


Рисунок 48 – Диаграмма работы генератора BLINK

Универсальный счетчик (CTN) используется для прямого и обратного счета. В данном случае будет реализован прямой счет. Для сброса счетчика будет использована переменная «Сброс». Диаграмма работы универсального счетчика представлено на рисунке 49 [4].

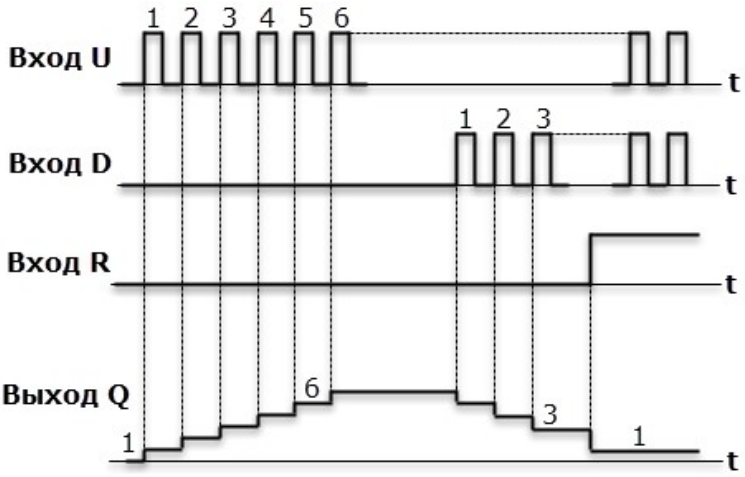


Рисунок 49 – Диаграмма работы счетчика CTN

При подаче единицы на «Инструмент 1» срабатывает условие сравнения времени работы инструмента, которое получается из связки генератора BLINK1, счетчика CTN1 и уставки времени работы инструмента, которое показано на рисунке 50. Этот сигнал подается на выход Q1 для включения «Инструмента 1».

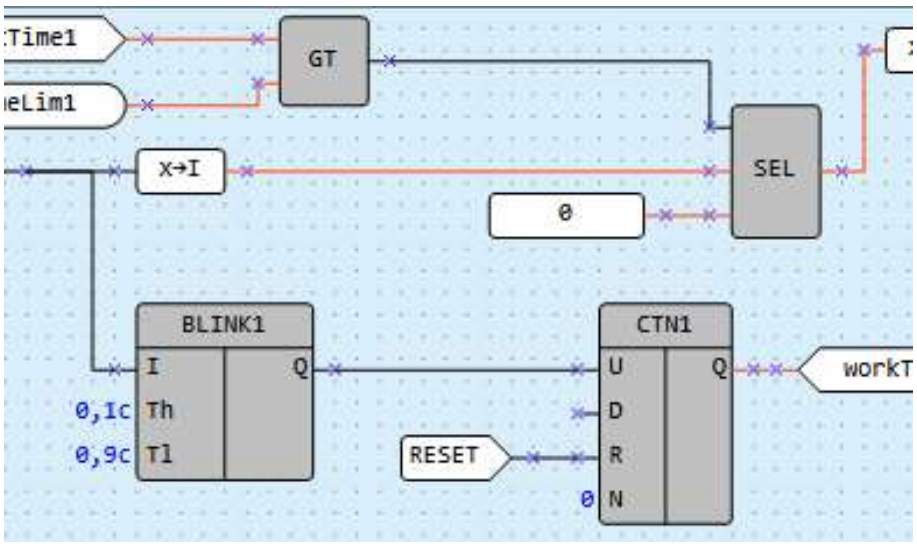


Рисунок 50 – Результат добавления функций и функциональных блоков

Для включения «Инструмента 2» и «Инструмента 3» необходимо продублировать эту же логику, что показано на рисунке 51.

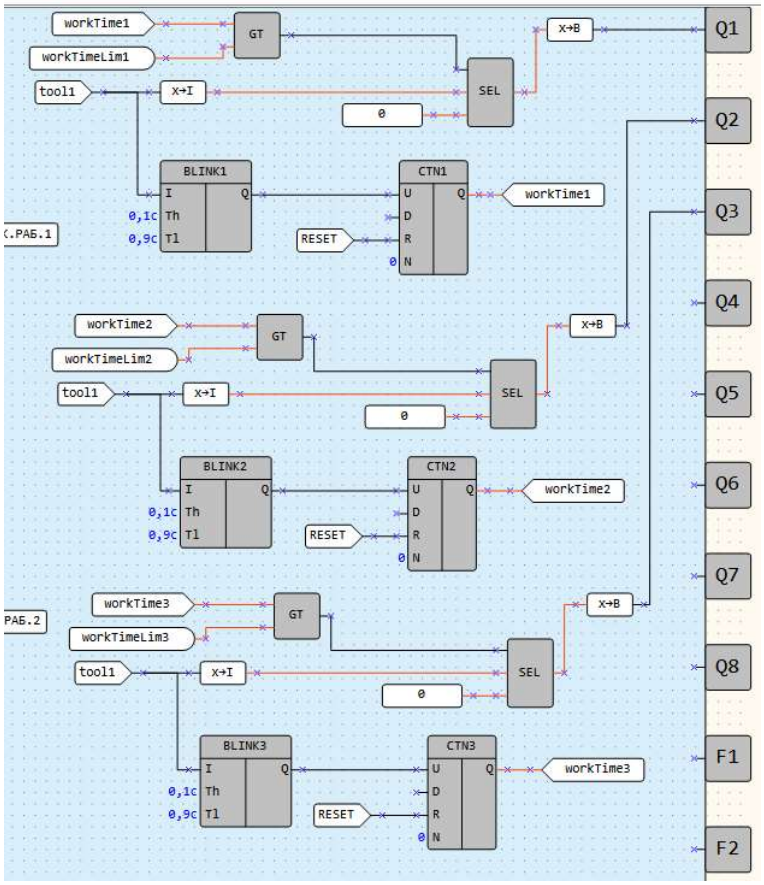


Рисунок 51 – Фрагмент программы, содержащий логику работы инструментов, подсоединенных к выходам контроллера Q1-Q3

Для организации индикации работы инструмента с условием, что за определенный интервал времени до ее окончания индикатор начнет мигать, требуется добавить следующие элементы, показанные на рисунке 56, связав их с переменными проекта.

Для блока «И» («AND») принцип работы, представленный на рисунке 52, выглядит следующим образом – если на оба входа блока функции поступают сигналы логической единицы (все входы включены – контакты замкнуты), то на выходе появляется сигнал логической единицы (выход включен) [4].

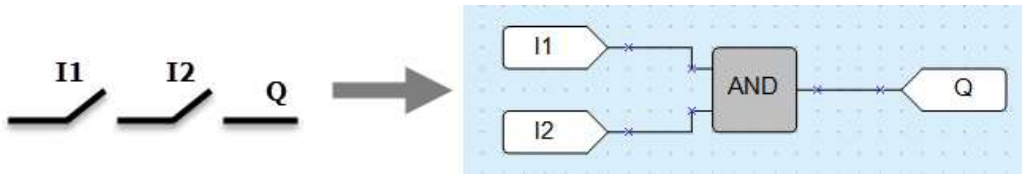


Рисунок 52 – Принцип работы блока функции «И»

Принцип действия блока функции «ИЛИ» («OR»), представленного на рисунке 53, следующий – если на один из входов блока функции поступает сигнал логической единицы (контакты замкнуты), то на выходе элемента появляется логическая единица (выход включен) [4].

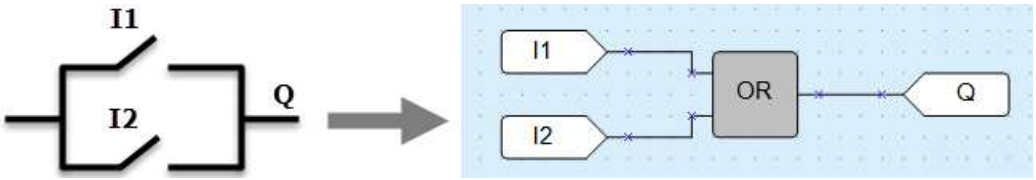


Рисунок 53 – Принцип работы блока «ИЛИ»

Принцип действия блока функции «НЕ» («NOT»), который можно увидеть на рисунке 54 состоит в том, что если на вход блока функции поступает сигнал логического нуля (контакты разомкнуты), то на выходе элемента появляется логическая единица (выход включен), и наоборот: сигнал инвертируется [4].

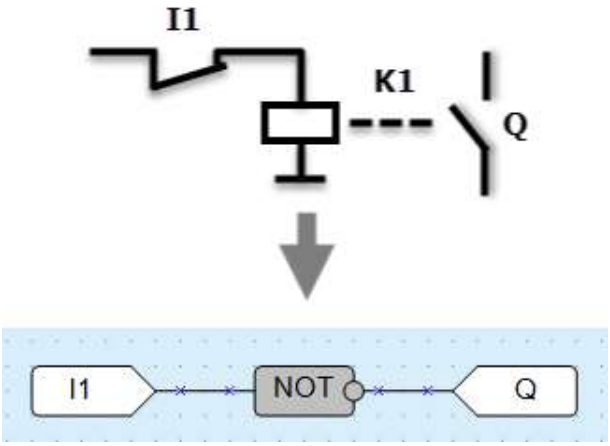


Рисунок 54 – Принцип работы блока «НЕ»

Пример работы функции вычитания («SUB») представлен на рисунке 55. Число, поступающее на второй вход, вычитается из числа поступающего на первый вход, результат вычитания поступает на выход [4].

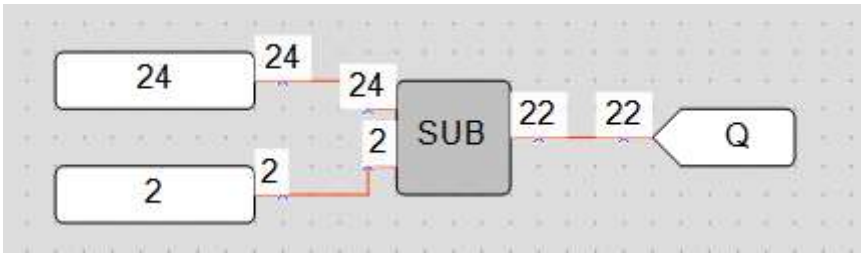


Рисунок 55 – Пример работы блока «SUB»

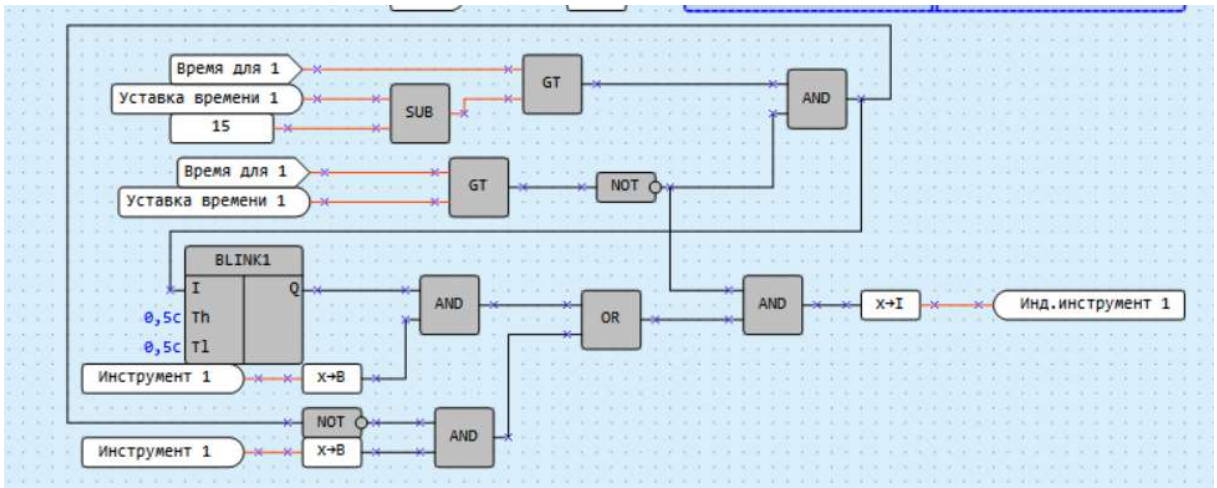


Рисунок 56 – Организации логики индикации работы инструмента

Для упрощения работы с индикации отдельных инструментов в дальнейшем был создан макрос «Условие индикации», продемонстрированный на рисунках 57-58. При создании макроса используемые блоки заключаются в один, что позволяет экономить пространство рабочего холста при создании управляющей программы [1].

Макрос считывает текущее время работы инструмента, установленное время работы, установленное время начала предупреждающей индикации и текущее состояние инструмента (включен или выключен). Время предупреждающей индикации вычитается из установленного времени, когда время работы становится больше этого значения начинает работать блок «BLINK», посылающий на выход макроса сигнал, обеспечивающий «мигание» индикации.

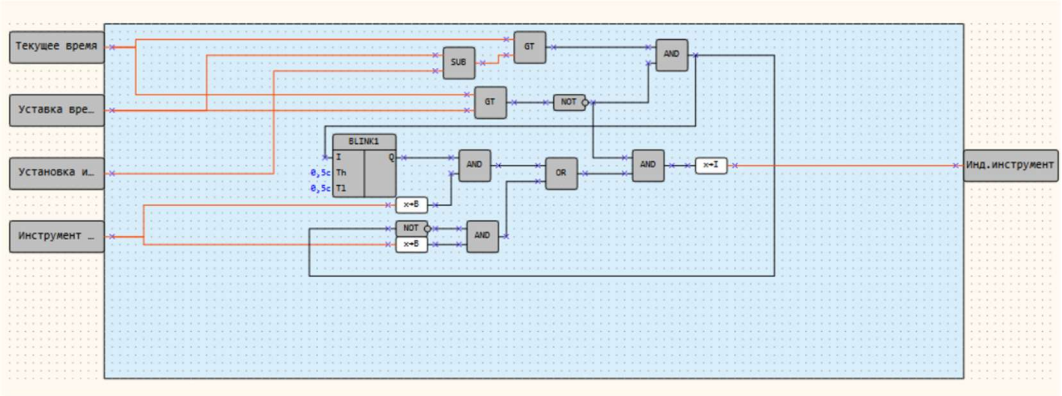


Рисунок 57 – Макрос «Инд.инстр.»

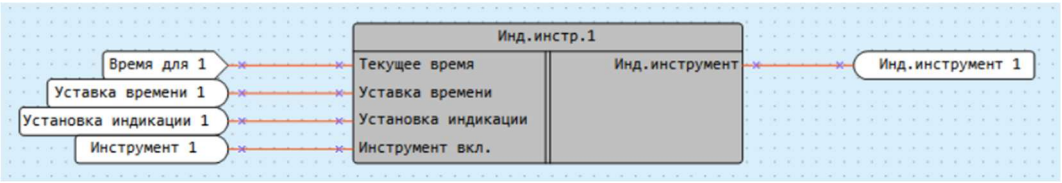


Рисунок 58 – Расположение макроса на рабочем холсте

Этот же макрос был скопирован для «Инструмента 2» и «Инструмента 3», что представлено на рисунке 59.

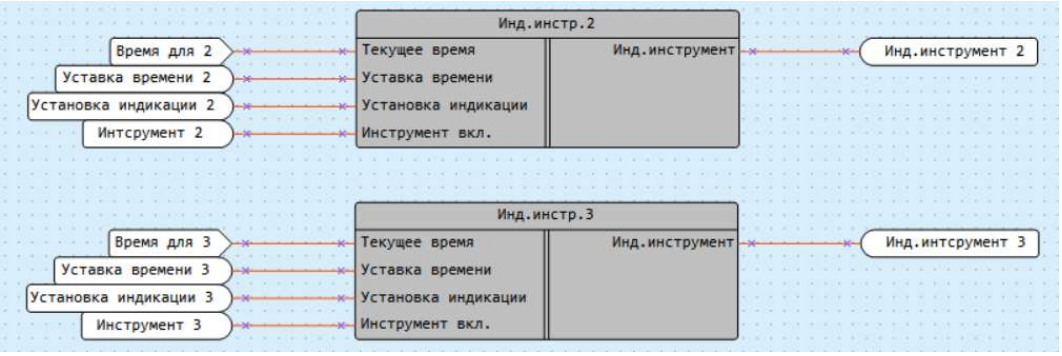


Рисунок 59 – Расположение макросов для «Инструмента 2» и «Инструмента 3»

Был создан макрос «Инстр.1», как это показано на рисунке 60. Данный макрос содержит ранее разработанную логику работы инструмента. Дальнейшее использование макроса позволило повысить визуальную понятность управляющей программы и обеспечить более грамотное расположение элементов на рабочем холсте проекта [1].

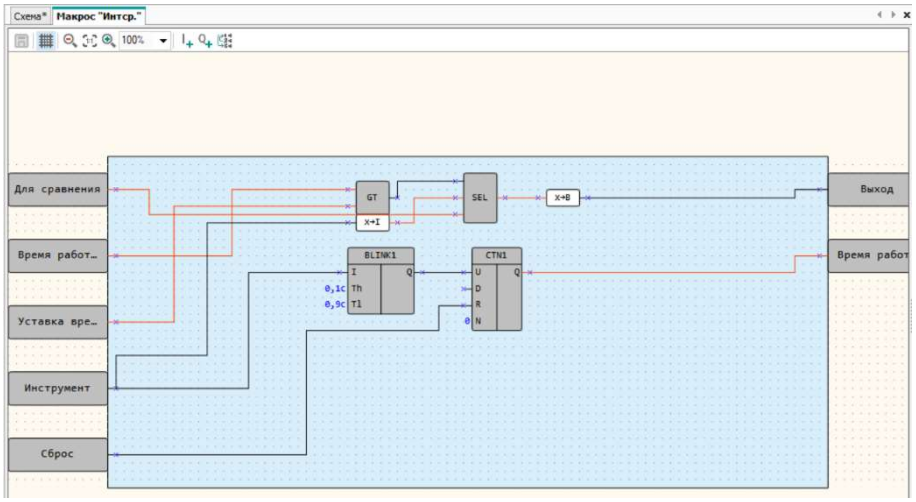


Рисунок 60 – Макрос «Инстр.»

Данный макрос также был использован для «Инструмента 2» и «Инструмента 3». Результат применения макросов «Инстр.» представлен на рисунке 61.

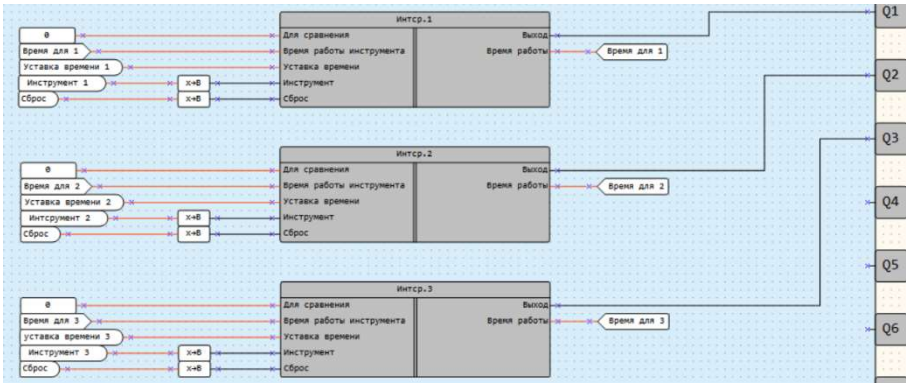


Рисунок 61 – Добавление макросов «Инстр.» на рабочий холст

Для вывода значений текущего времени работы инструментов локальные переменные «Время для 1», «Время для 2» и «Время для 3» были связаны с соответствующими сетевыми переменными, что показано на рисунке 62.

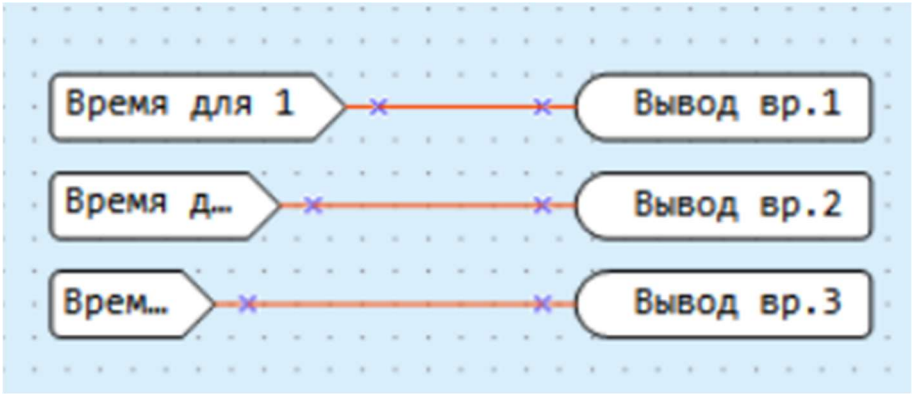


Рисунок 62 – Результат добавления переменных вывода времени работы

Для организации получении отметок об окончании установленного времени работы инструмента на панели оператора на рабочий холст программы была добавлена следующая логика, представленная на рисунке 63. В случае если установленное время и время работы инструмента совпадают и неравны нулю на сетевую переменную «Запись 1» подается единица.

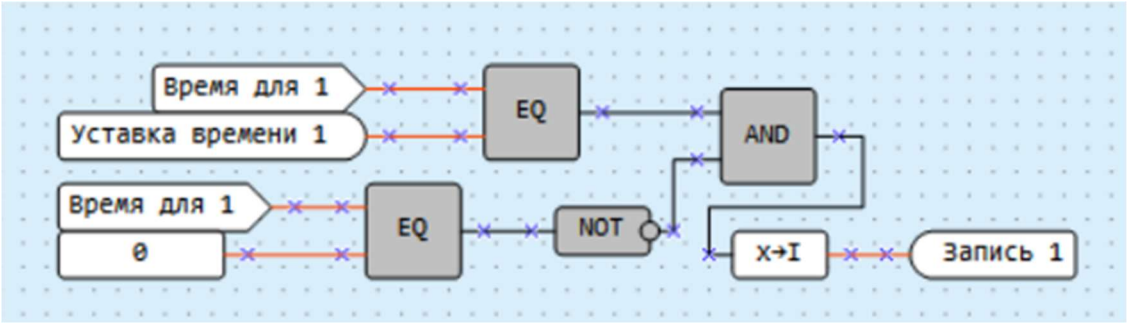


Рисунок 63 – Логика работы записи событий для инструмента

Аналогичный алгоритм был продублирован для фиксации остановки работы остальных инструментов, что можно увидеть на рисунке 64.

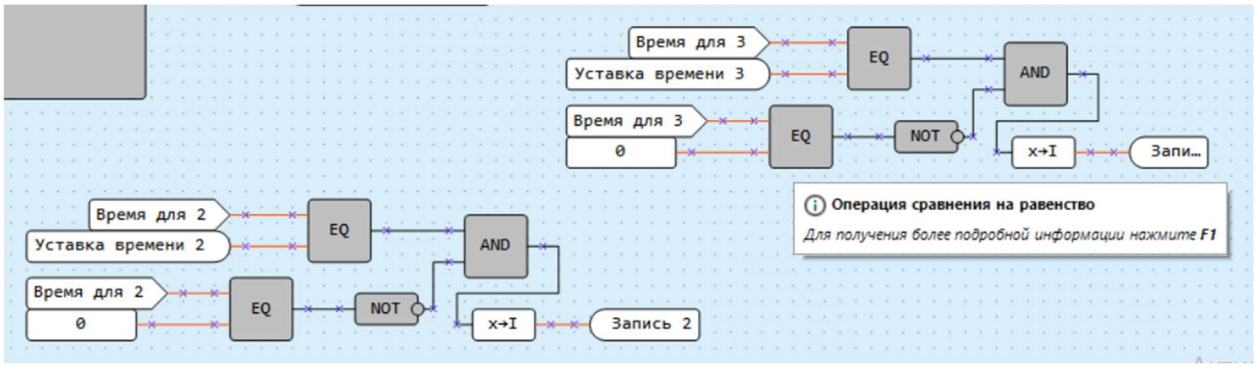


Рисунок 64 – Логика работы записи событий для оставшихся инструментов

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

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

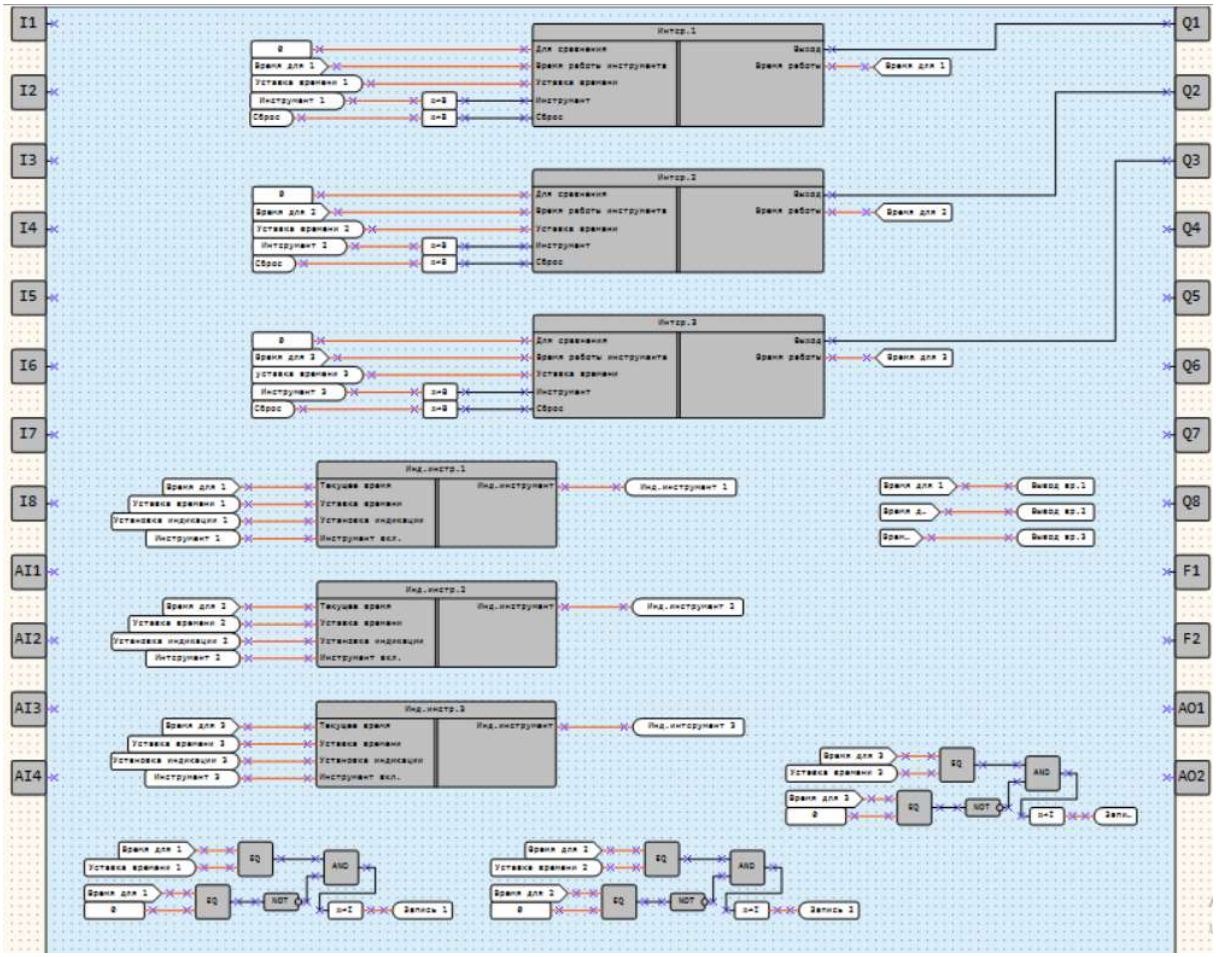


Рисунок 65 – Итоговый вид управляющей программы.

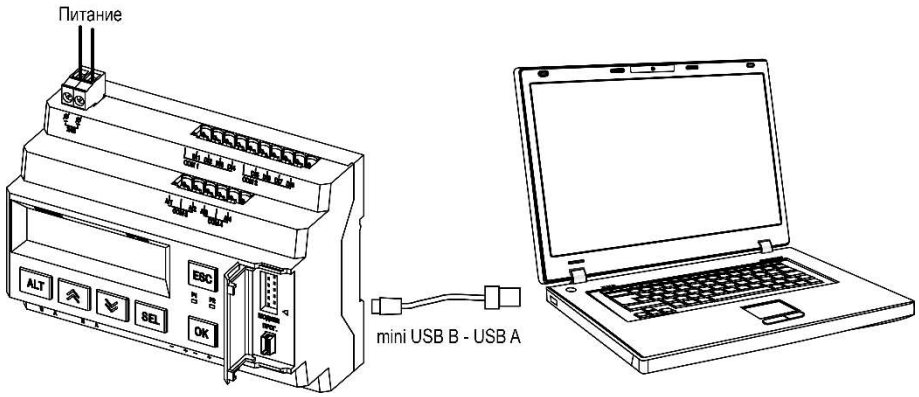


Рисунок 66 – Схема подключения ПЛК к ПК

1.2.3 Конфигурирование панели оператора ОВЕН СП270

Исходя из заложенного в управляющую программу функционала были описаны UML-диаграммы деятельности и сценариев использования, в

которых описаны шаблоны взаимодействия пользователя и разрабатываемой системы.

Изначально проект предполагает наличие панелей оператора для рабочего-специалиста и наладчика станка, но в рамках представленного лабораторного стенда в наличии имеется только одна панель оператора. В связи с этим функционал панели наладчика был перенесен на отдельный экран графического интерфейса.

На рисунке 67 представлена UML-диаграмма деятельности, описывающая взаимодействия рабочего, соответствующей панели оператора и ПЛК.

Аналогичная UML-диаграмма с функционалом панели оператора наладчика представлена на рисунке 68. Исходя из данной диаграммы смена установленного времени работы инструмента и просмотр журнала доступны на экране панели наладчика.

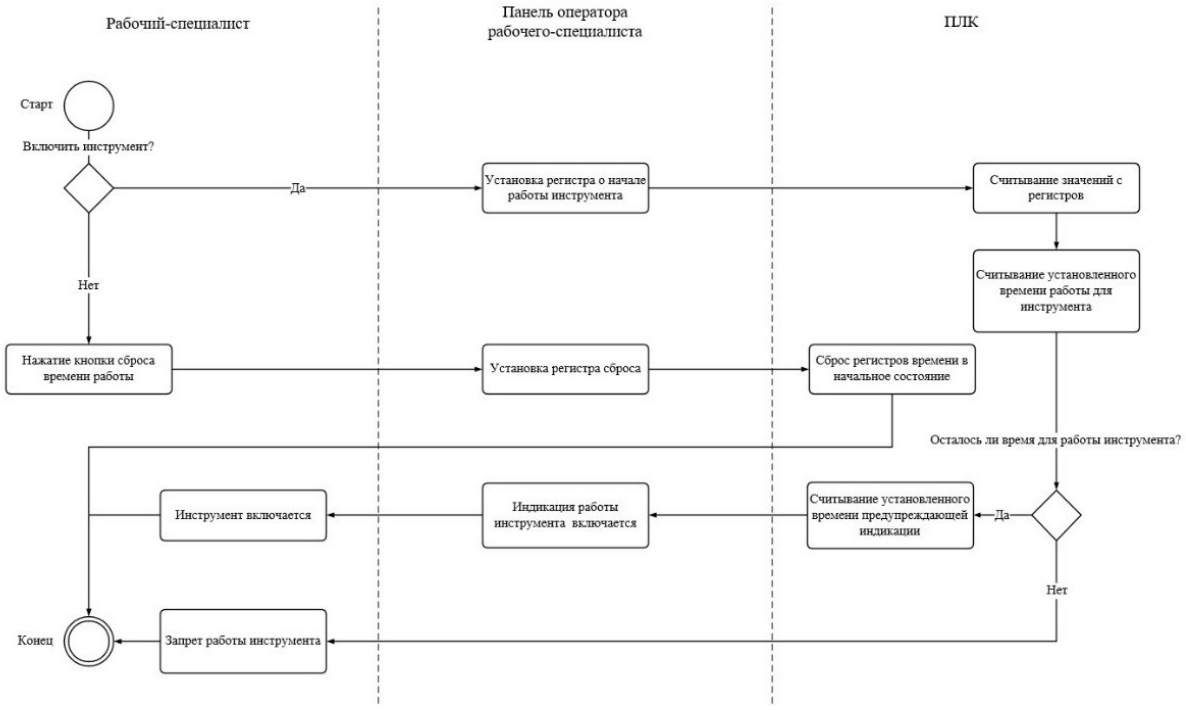


Рисунок 67 – UML-диаграмма деятельности для рабочего

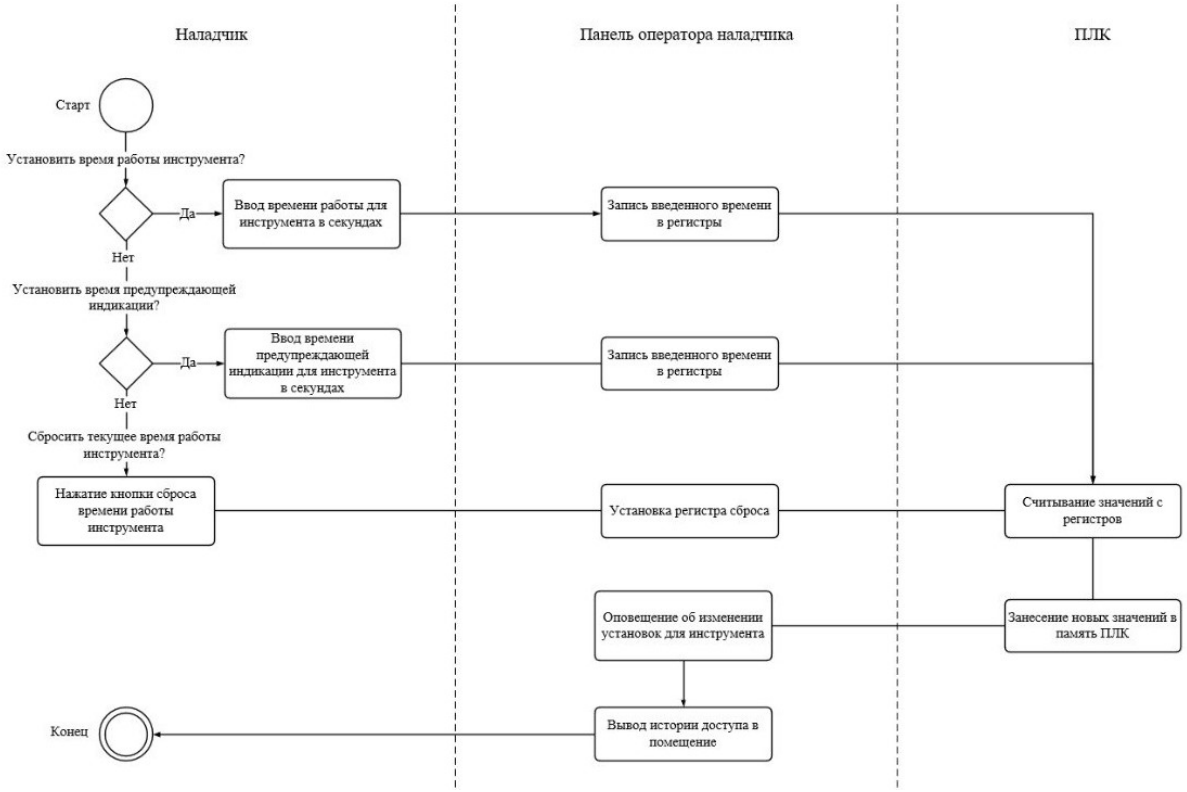


Рисунок 68 – UML-диаграмма деятельности для наладчика

На рисунках 69 и 70 можно увидеть UML-диаграммы сценариев использования, описывающие шаблоны использования системы. Так пользователю доступно только введение кода доступа и ожидание реакции. Сценарий использования для администратора шире, он был взят за основу создания пользовательского интерфейса панели оператора в рамках имеющегося лабораторных стенда.

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

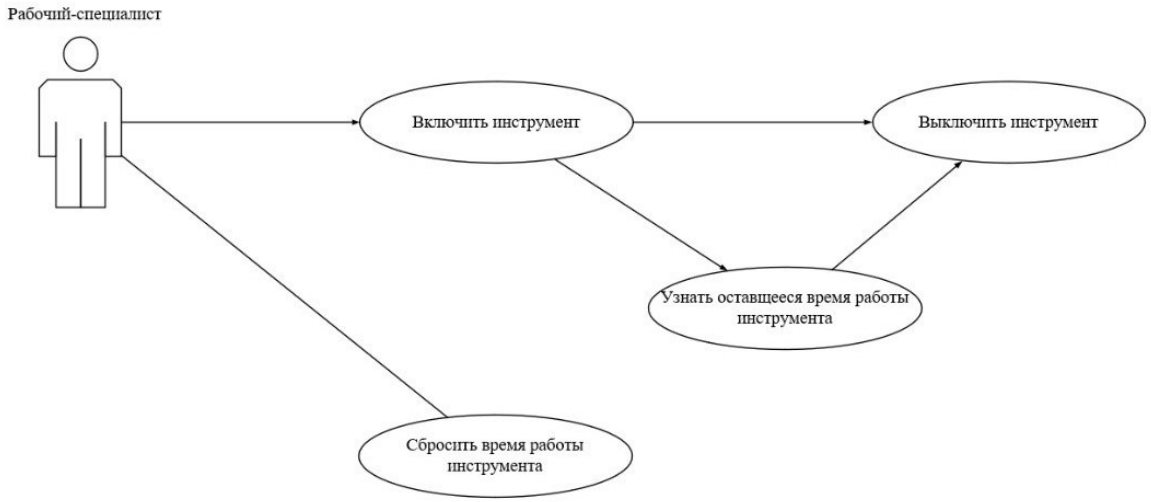


Рисунок 69 – UML-диаграмма сценариев использования для рабочего

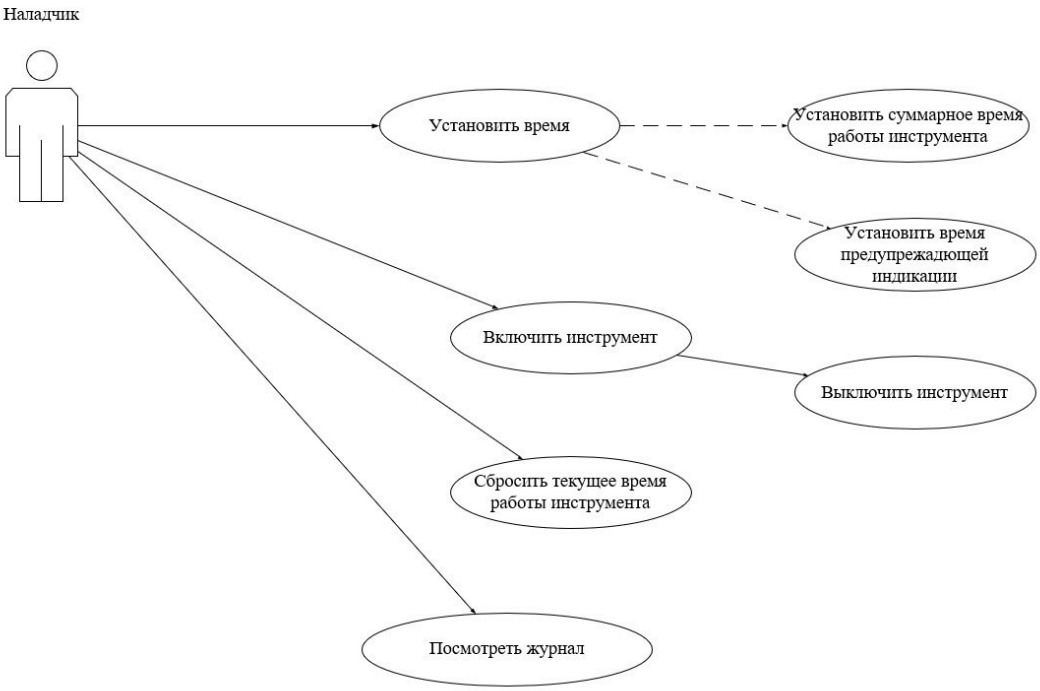


Рисунок 70 – UML-диаграмма сценариев использования для наладчика

Был создан новый проект в «Конфигураторе СП200». При создании проекта указала протокол связи Modbus RTU (Панель мастер) для порта PLC, как показано на рисунке 71. В окне «Настройки параметров соединения»

требуется указать следующие сетевые параметры показаны на рисунке 72, совпадающие с настройками подключения контроллера. Для продолжения настройки проекта требуется нажать «Далее».

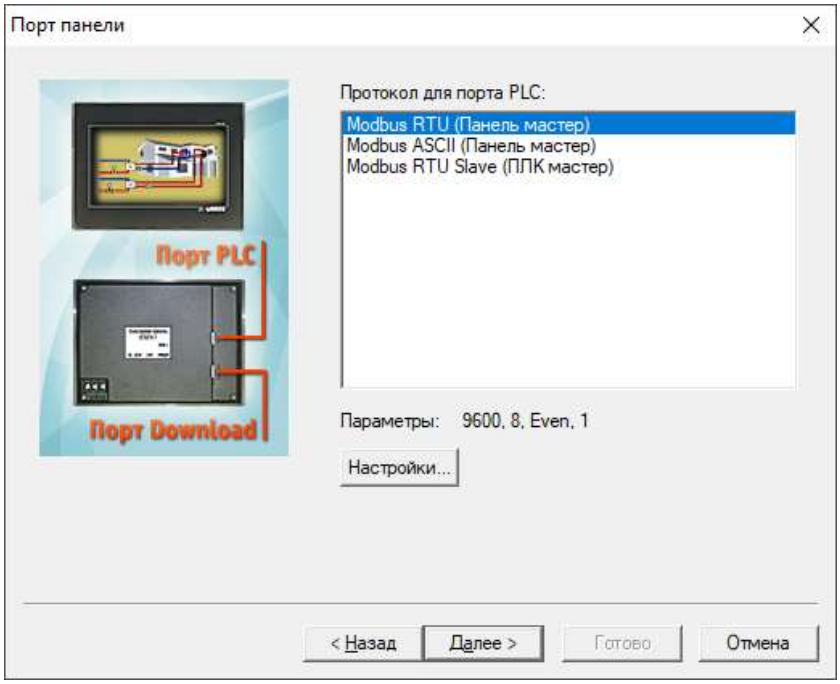


Рисунок 71 – Окно «Порт панели»

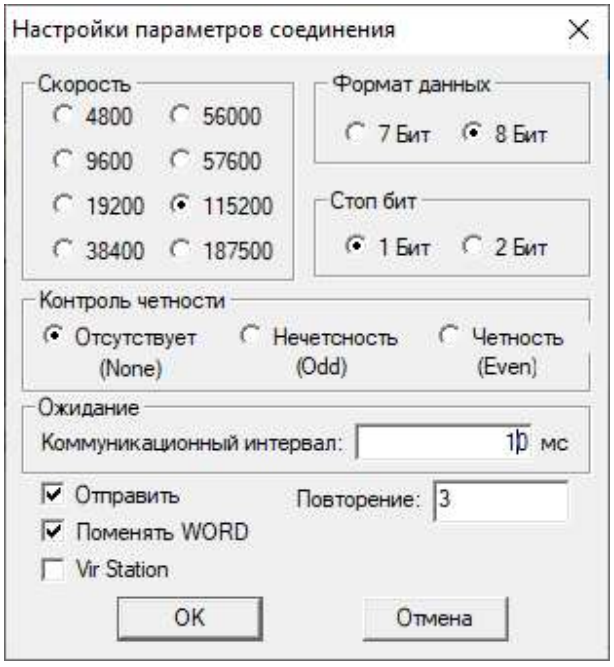


Рисунок 72 – Настройки параметров соединения панели оператора

При выборе протокола для порта Download на рисунке 73 следует указать, что «Порт загрузки не используется» Для перехода на следующий этап настройки используется кнопка «Далее».

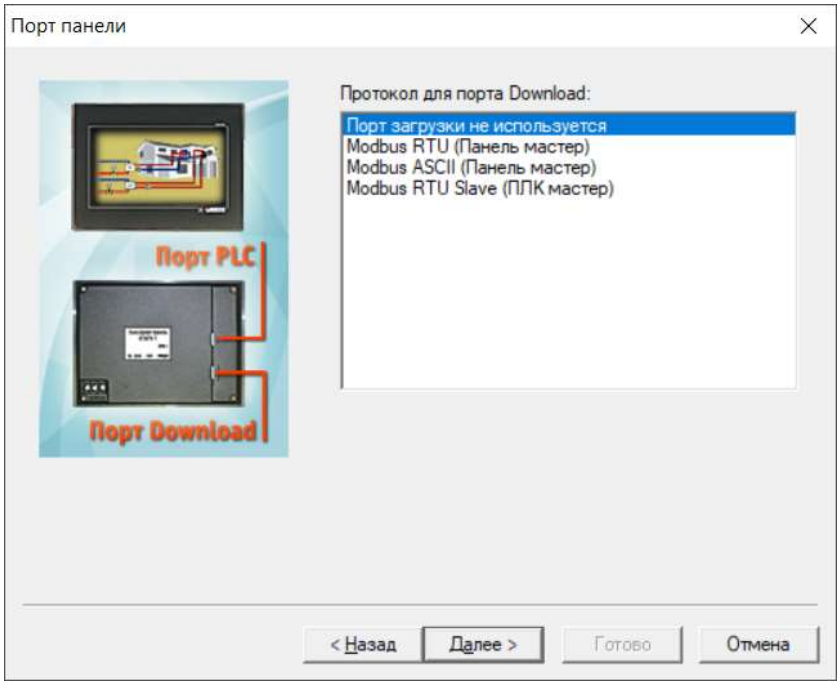


Рисунок 73 – Выбор протокола для порта Download

Главное окно нового проекта, которое открывается после его создания, продемонстрировано на рисунке 74.

Начало разработки интерфейса панели оператора следует производить с сопоставления используемых элементов с сетевыми переменными управляющей программы. Переменные с сопоставленными элементами интерфейса представлены в таблице 4.

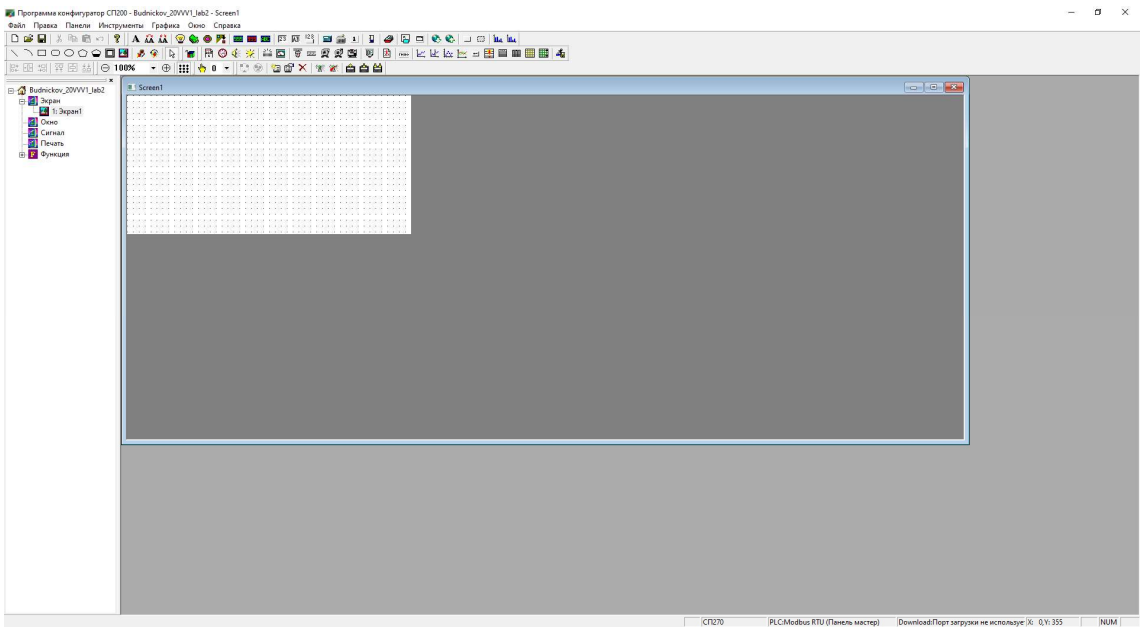


Рисунок 74 –Главное окно программы-конфигуратора

Таблица 4 –Сопоставление элементов интерфейса с сетевыми переменными

Имя переменной	Адрес регистра	Тип элемента интерфейса
Уставка времени 1	512	Ввод данных
Уставка времени 2	513	Ввод данных
Уставка времени 3	514	Ввод данных
Инд. инструмент 1	515	Лампа
Инд. инструмент 2	516	Лампа
Инд. инструмент 3	517	Лампа
Инструмент 2	518	Переключатель с индикацией
Инструмент 3	519	Переключатель с индикацией
Сброс	520	Кнопка управления битом
Вывод вр.1	521	Цифровой дисплей
Инструмент 1	522	Переключатель с индикацией
Вывод вр.2	523	Цифровой дисплей
Вывод вр.3	524	Цифровой дисплей
Уставка индикации 1	525	Ввод данных
Уставка индикации 2	526	Ввод данных

Имя переменной	Адрес регистра	Тип элемента интерфейса
Уставка индикации 3	527	Ввод данных
Запись 1	528	Хронологическое событие
Запись 2	529	Хронологическое событие
Запись 3	530	Хронологическое событие

На рисунке 75 представлен элемент «Лампа», на рисунке 76 – результат добавления данного элемента на экран «Screen1».

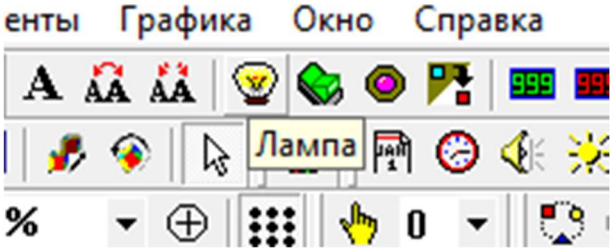


Рисунок 75 – Добавление элемента «Лампа»

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

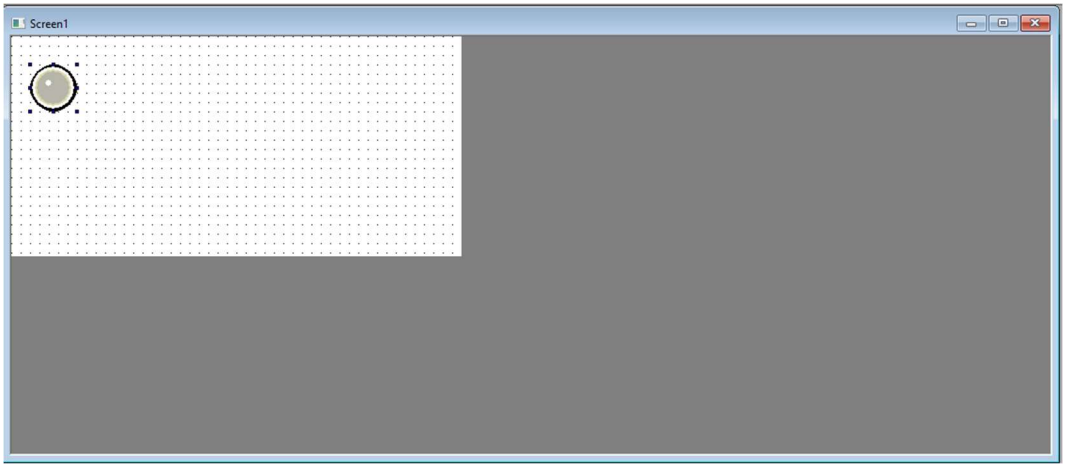


Рисунок 76 – Элемент «Лампа» на экране «Screen1»

Для взаимодействия управляющей программы с интерфейсом панели оператора элемент «Лампа» был связан с регистром 515 «Инд. инструмент 1»

в разделе «Управление» свойств элемента, что продемонстрировано на рисунке 77.

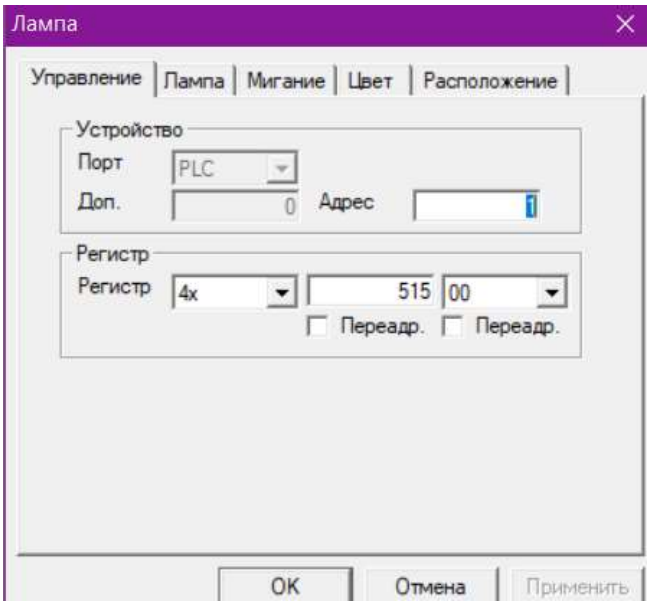


Рисунок 77 – Настройка связи с регистром элемента «Лампа»

Для более наглядной индикации был изменен цвет элемента в состоянии «Выключить» на более яркий относительно состояния по умолчанию, как показано на рисунке 78.

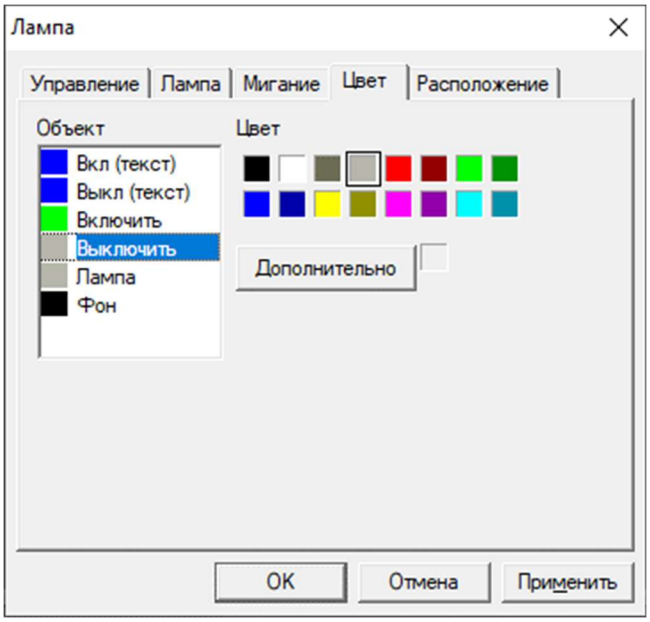


Рисунок 78 – Настройка цвета элемента «Лампа»

Расположение в интерфейсе панели оператора по осям и размеры элемента «Лампа» указывается в разделе «Расположение», что продемонстрировано на рисунке 79.

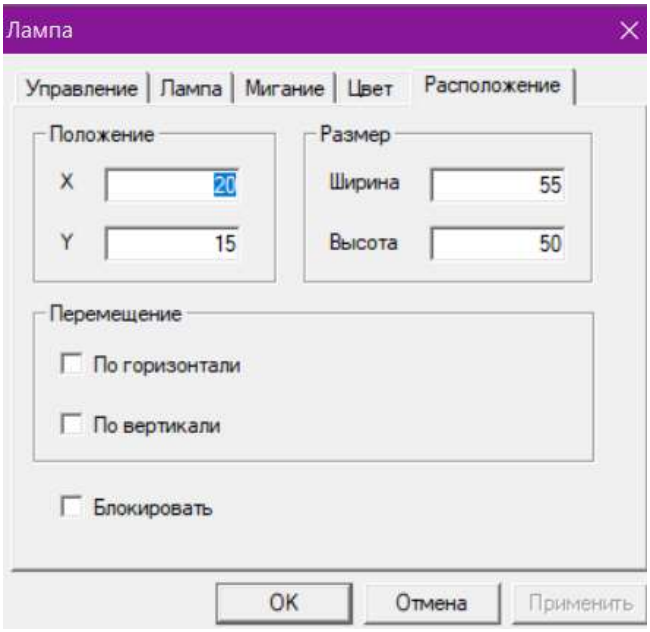


Рисунок 79 – Настройка расположения и размера элемента «Лампа»

Для индикации работы второго инструмента металлорежущего станка на экран был добавлен второй элемент «Лампа» и привязан к регистру 516 «Инд. Инструмент 2», что показано на рисунках 80-81.

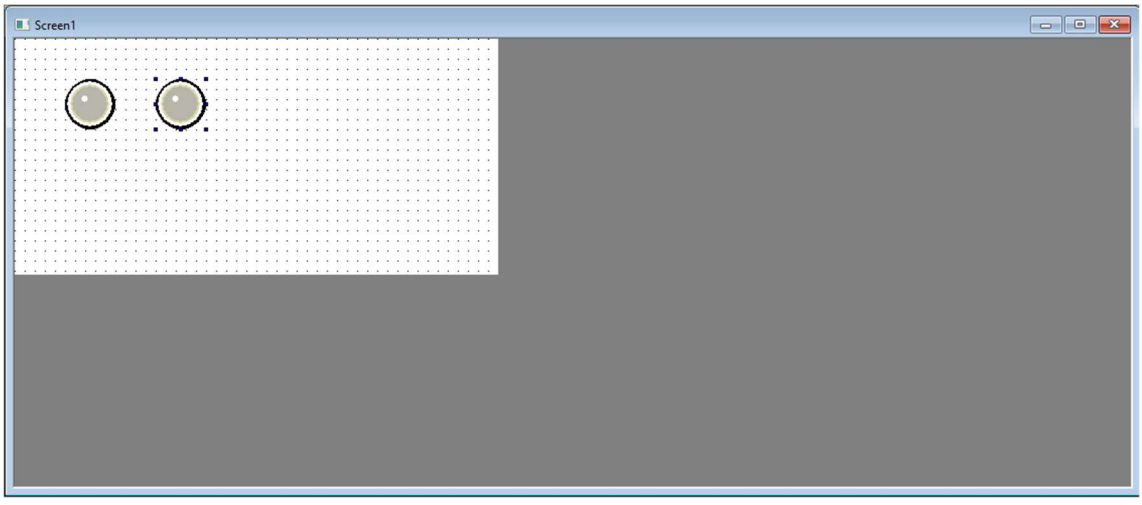


Рисунок 80 – Два элемента «Лампа» на экране «Screen1»

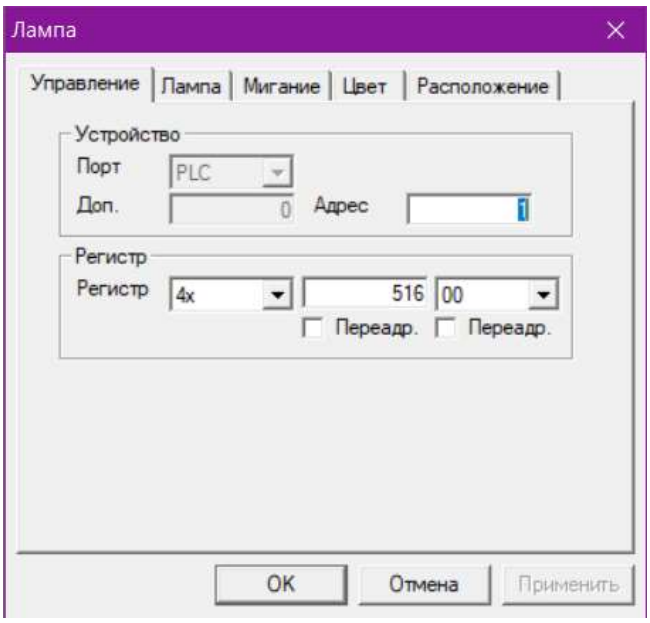


Рисунок 81 – Настройка связи с регистром 516 для второго элемента «Лампа»

Аналогичная последовательность действий также была проделана для добавления индикации на панели оператора третьего инструмента станка. Также на «Screen1» были добавлены текстовые поля для более наглядного отображения индикации, что показано на рисунке 82.

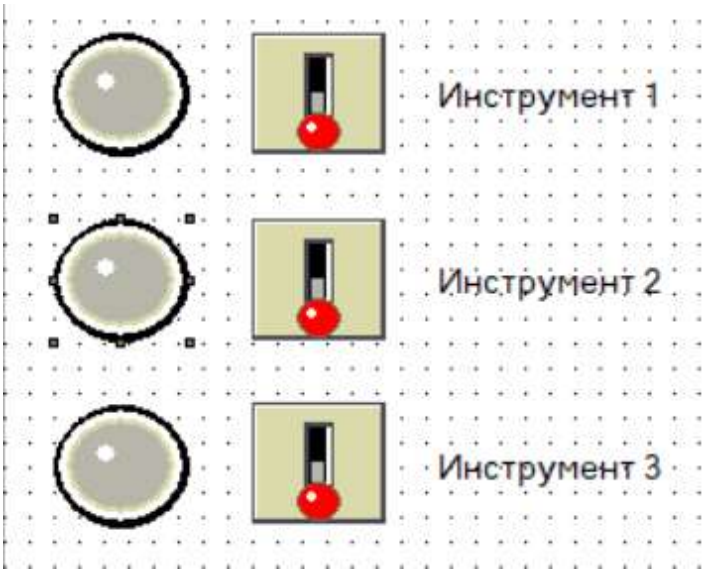


Рисунок 82 – Добавление текста на «Screen1»

Для имитации работы тумблера «Инструмент 1» был добавлен элемент «Переключатель с индикацией», связанный с регистром 522 «Инструмент 1»

также изменен его внешний вид для большего соответствия с физическим тумблером. На рисунках 82-84 представлен полученный результат.

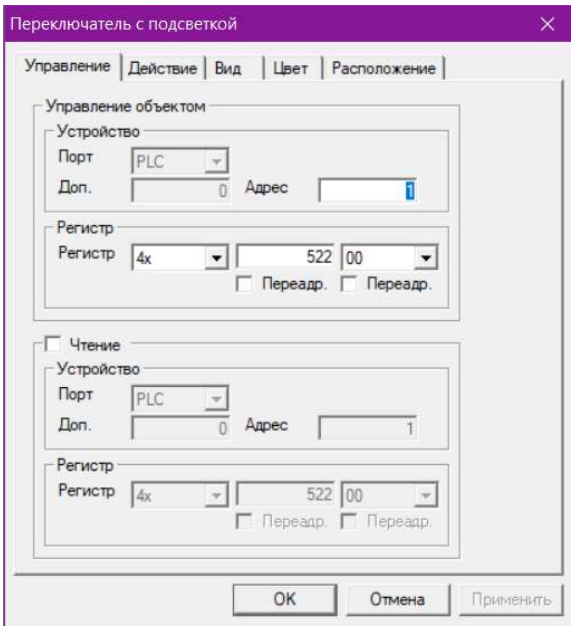


Рисунок 83 – Настройка связи с регистром 522 элемента «Переключатель с индикацией»

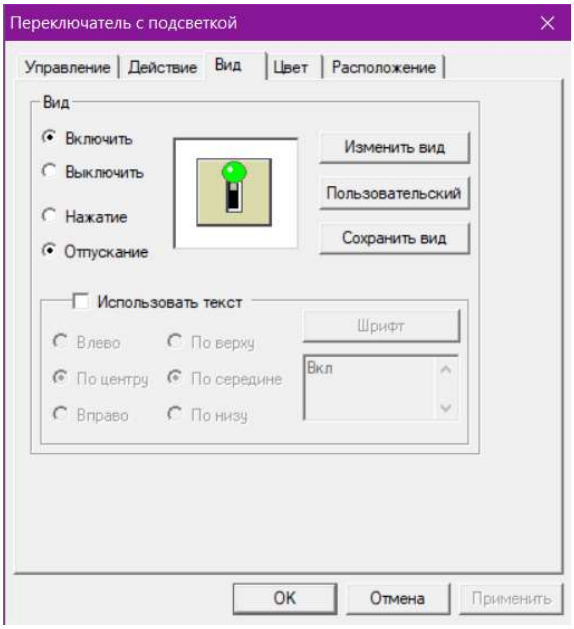


Рисунок 84 – Настройка вида для элемента «Переключатель с индикацией»

Для имитации работы остальных инструментов были также добавлены элементы «Переключатель с индикацией» для переменных «Инструмент 2» с

адресом регистра 518 и «Инструмент 3», с адресом 519. Итоговый результат добавления в интерфейс панели оператора новых элементов представлен на рисунке 85.

Рисунок 85 – Результат добавления элементов
«Переключатель с индикацией»

Далее в проект был добавлен экран «Screen2». Для изменения значения переменной «Уставка времени 1» на раннее созданный экран был добавлен элемент «Ввод данных», который привязан к регистру 512. Настройки показанный на рисунке 86. Для правильной работы требуется указать тип данных «Word».

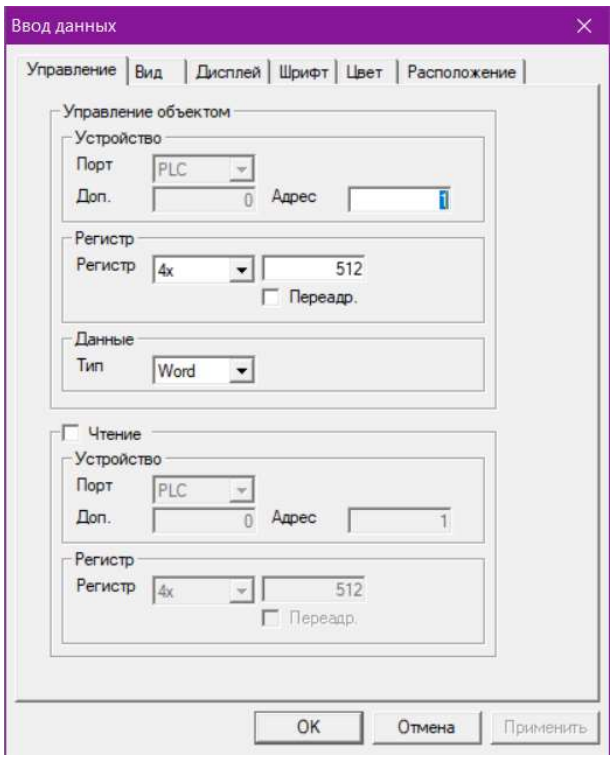


Рисунок 86 – Настройка связи с регистром для элемента «Ввод данных»

Часть интерфейса панели оператора отвечающее за изменение времени работы первого инструмента станка представлена на рисунке 87. Для наглядности было добавлено текстовое поле с соответствующим обозначением.

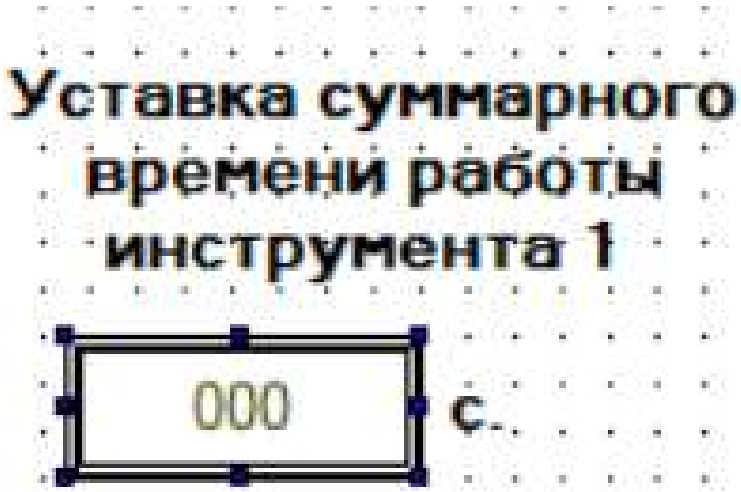


Рисунок 87 – Результат добавления элементов «Ввод данных» и «Текст»

Для имитации кнопки сброса суммарного времени работы инструментов металлорежущего станка был использован элемент «Кнопка управления битом», результат добавления которого показан на рисунке 88. Для корректной работы элемент связан с регистром 520 переменной «Сброс» через окно параметров на рисунке 89.

Рисунок 88 – Элемента «Кнопка управления битом»

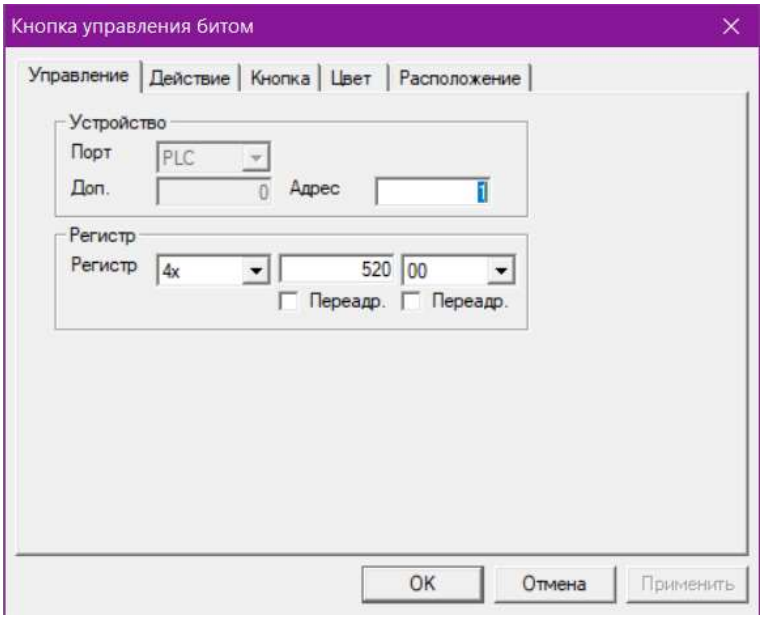


Рисунок 89 – Настройки элемента «Кнопка управления битом»

Для фиксации событий отключения инструментов при истечении установленного времени работы на «Экране 3» был добавлен элемент «Хронологическое событие», что продемонстрировано на рисунке 90.

Рисунок 90 – Результат добавления элемента «Хронологическое событие»

Во вкладке «Вид» свойств элемента было изменено количество и высота строк таблицы, что можно увидеть на рисунке 91.

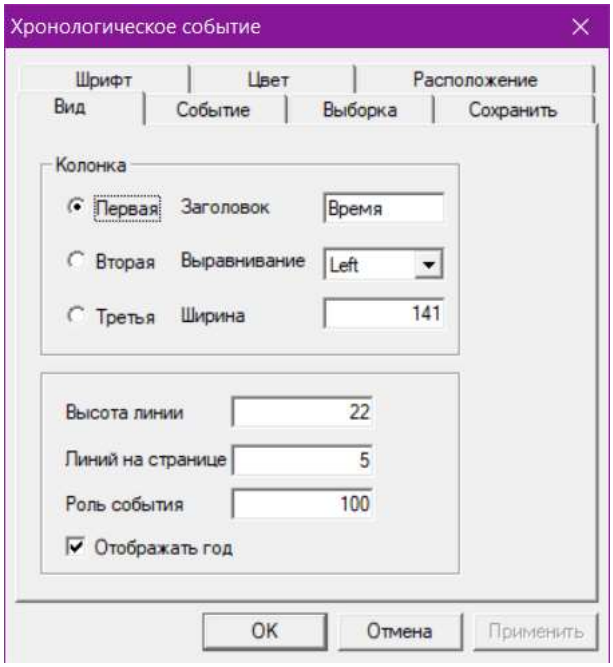


Рисунок 91 – Настройки вида элемента «Хронологическое событие»

Во вкладке «Событие» свойств элемента был добавлен перечень событий, которые должны отображаться в таблице. Для этого были указаны адреса регистров переменных «Запись 1», «Запись 2» и «Запись 3». Так же были добавлены соответствующие сообщения для каждого инструмента. Окно свойств изменения элемента представлено на рисунке 92.

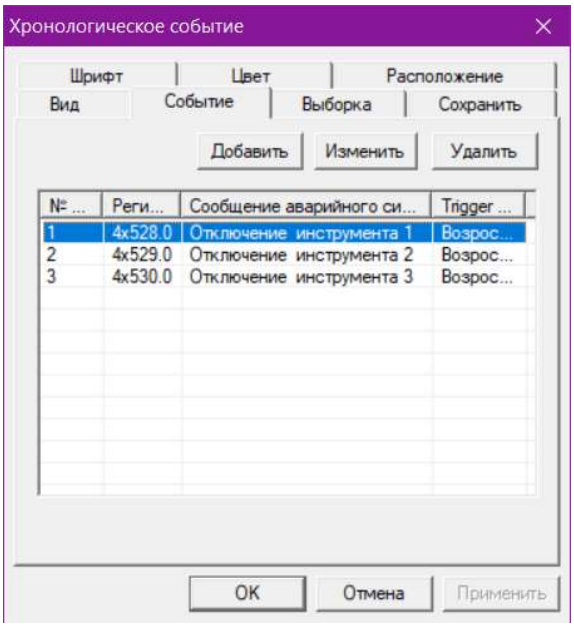


Рисунок 92 – Добавление событий для элемента

Была так же добавлена кнопка для перехода на главный экран панели. Итоговый вид экрана журнала событий представлен на рисунке 93.

Рисунок 93 – Результат добавления элементов в графический интерфейс панели оператора

Результаты конфигурирования панели оператора представлены на рисунках 94-96. Первый экран содержит индикацию работы отдельных инструментов, элементы их активации, а также кнопку сброса суммарного времени их работы. На экране 2 находится элементы позволяющие задать время работы для каждого инструмента и время предупреждающей индикации. На экране 3 была добавлена таблица для фиксации отключения инструмента по времени.

Рисунок 94 – Экран «Screen1» после добавления всех элементов

Рисунок 95 – Экран «Screen2» после добавления всех элементов

Рисунок 96 – Экран «Screen3» после добавления всех элементов

1.3 Анализ результатов

1.3.1 Тестирование и отладка программы в редакторе OWEN Logic

Для проверки корректности работы созданной управляющей программы в соответствии с исходным заданием с помощью режима симулятора среды программирования OWEN Logic было проведено тестирование. Его результаты представлены на рисунках 97-100.

Результат работы программы при «Инструмент 1» = 1, «Уставка времени 1» = 40 продемонстрирован на рисунках 97-98. «Инд. Инструмент 1» держит значение 1 на протяжении 25 секунд, после чего на протяжении 15 секунд меняет значение с 0 на 1 с частотой 0,5 секунд. По истечению этих 15 секунд переводит значение на выходе Q1 в 0.

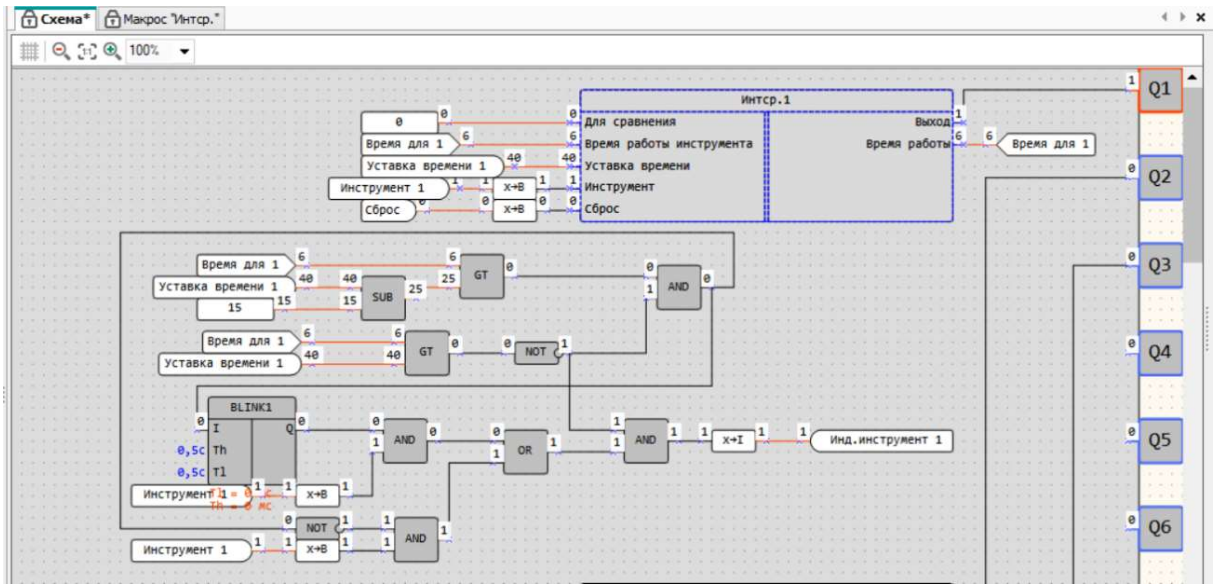


Рисунок 97 – Результат тестирования программы

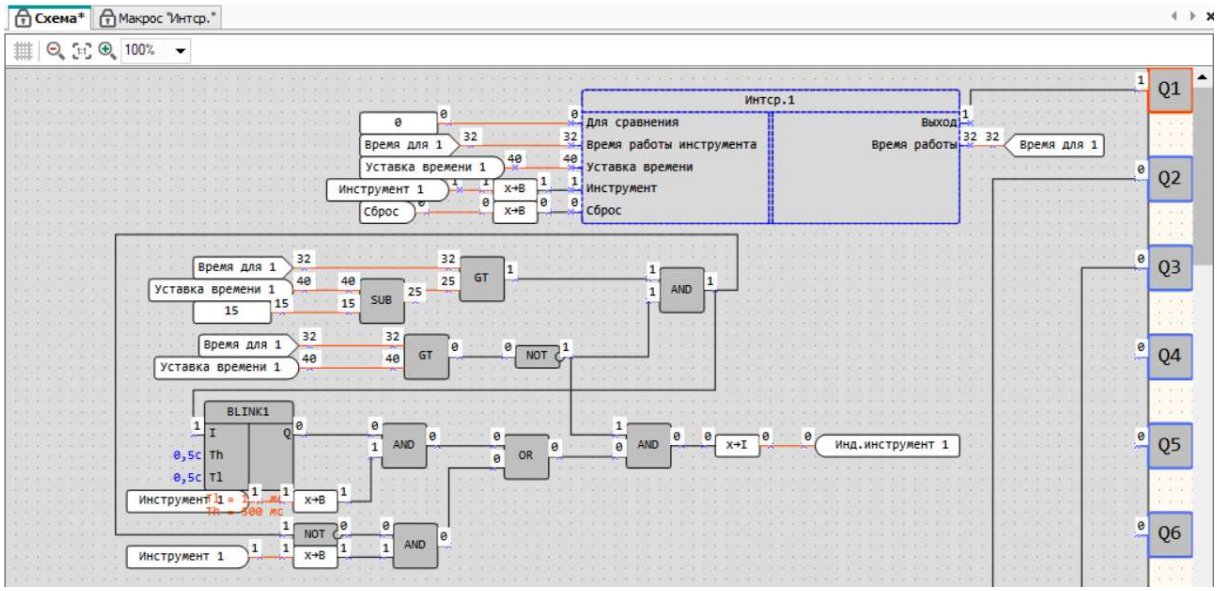


Рисунок 98 – Результат тестирования программы

Результат работы программы при «Инструмент 2» = 1, «Уставка времени 2» = 50 продемонстрирован на рисунке 99. «Инд. Инструмент 2» держит значение 1 на протяжении 35 секунд, после чего на протяжении 15 секунд меняет значение с 0 на 1 с частотой 0,5 секунд. По истечению этих 15 секунд переводит значение на выходе в 0.

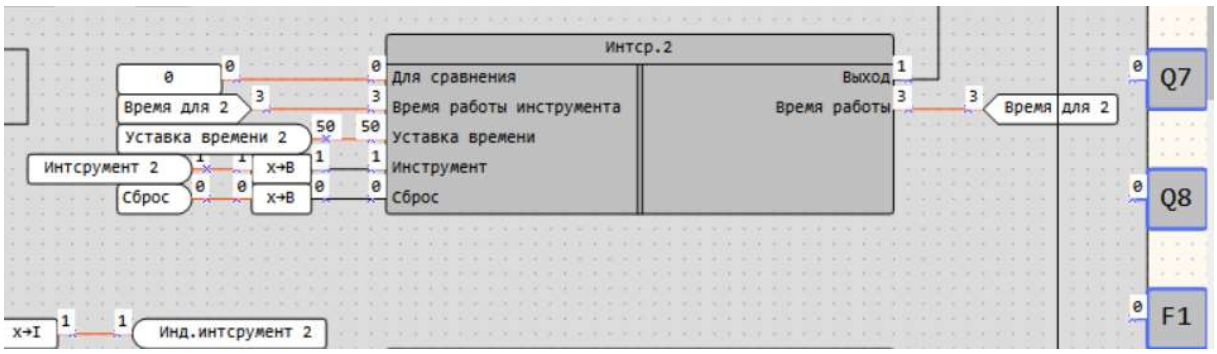


Рисунок 99 – Результат тестирования программы

Результат работы программы при «Инструмент 3» = 1, «Уставка времени 3» = 50 и «Сброс» = 1 продемонстрирован на рисунке 100. «Время для 3» не изменяет своего значения до тех пор, пока на «Сброс» не будет подан 0.

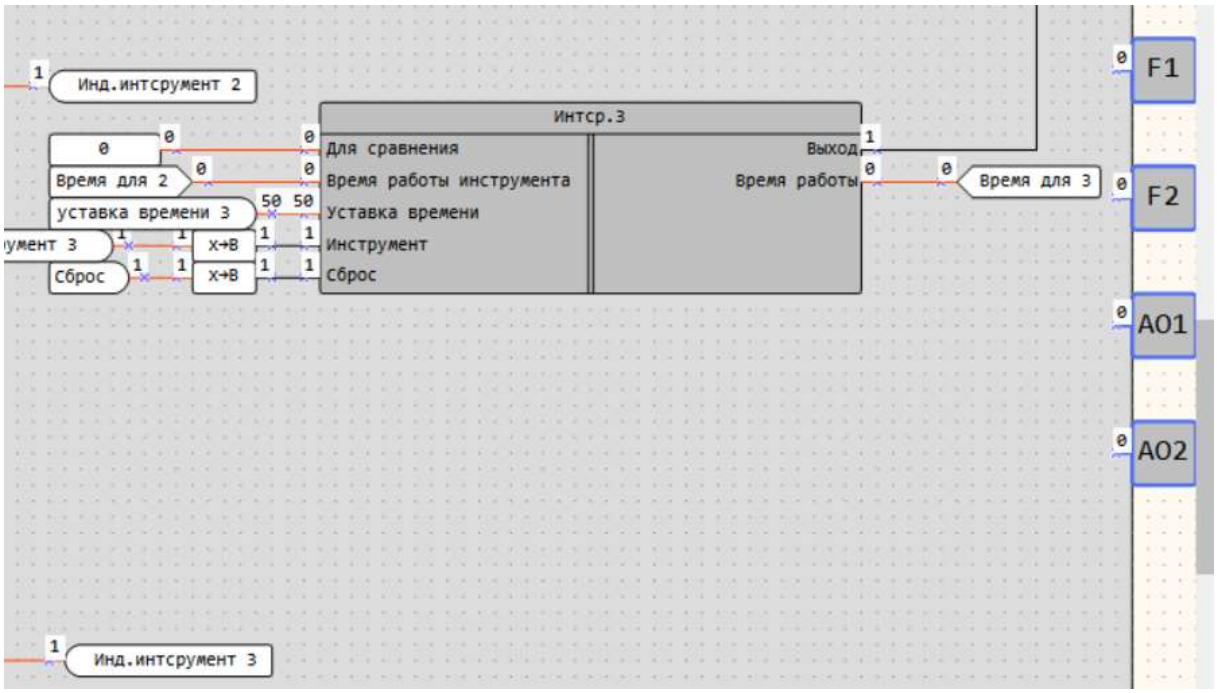


Рисунок 100 – Результат тестирования программы

1.3.2 Тестирование и отладка интерфейса панели оператора ОВЕН СП270

После окончания конфигурирования была проведена проверка корректности работы панели оператора, связей между элементами проекта и адекватность их размещения на экране. Проект был запущен в режиме

эмуляции работы панели, выбрав в главном меню в закладке «Файл» пункт «Пуск OffLine (M)», после чего открылось окно эмуляции проекта, представленное на рисунке 101.

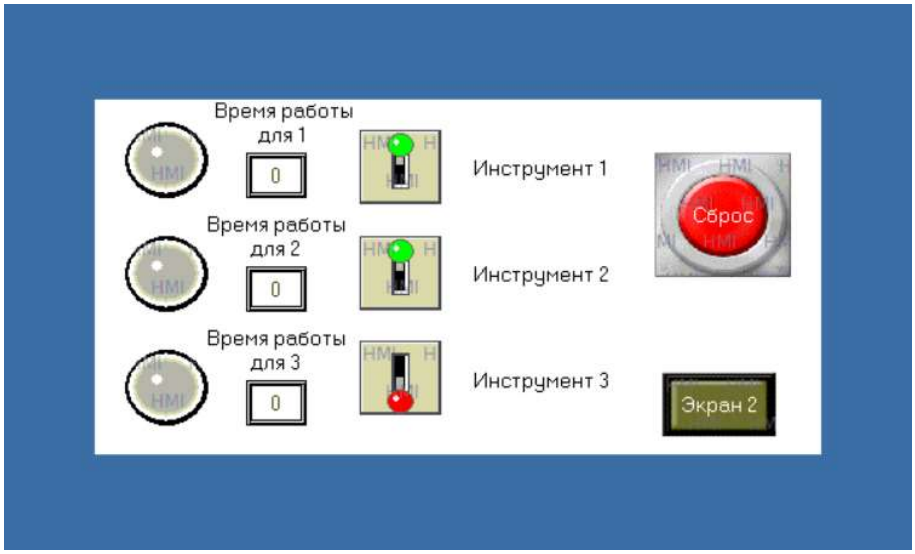


Рисунок 101 – Окно режима эмуляции проекта

На экране «Screen2», представленном на рисунке 102, при нажатии на элемент «Цифровой ввод» на экране появляется клавиатура для ввода значения уставки времени работы инструмента.

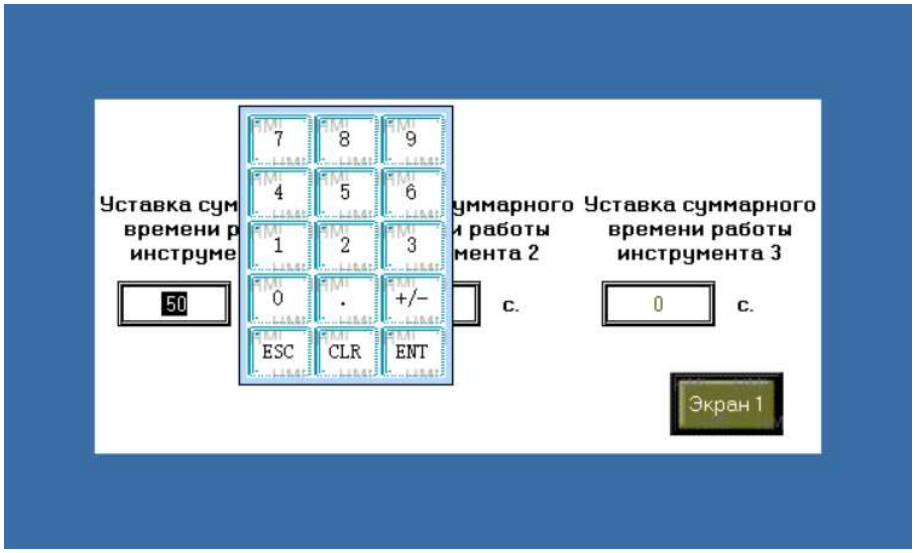


Рисунок 102 – Окно режима эмуляции проекта

На экране «Screen3» показана таблица фиксации событий реального времени, что можно увидеть на рисунке 103.

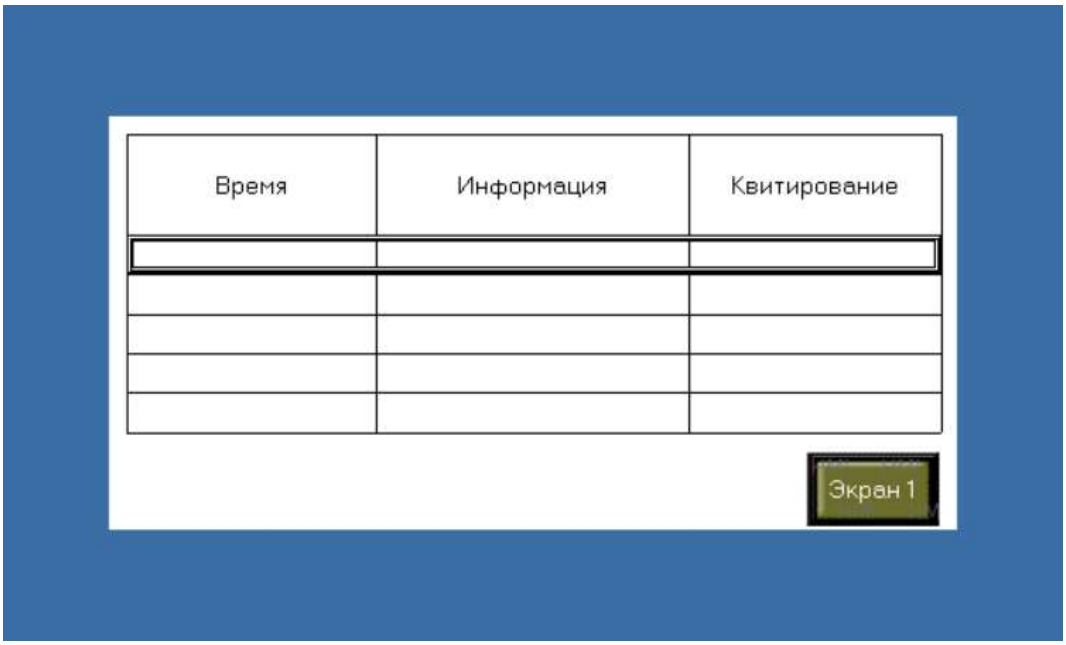


Рисунок 103 – Окно журнала событий

1.3.3 Тестирование и отладка на стенде целевой платформы

На рисунке 104 представлен лабораторный стенд целевой платформы в виде панели оператора ОВЕН СП270 с подключенным ПЛК ОВЕН ПР200. На этапе отладки на устройства стенда были загружены разработанная управляющая программа и сконфигурированный интерфейс панели оператора.

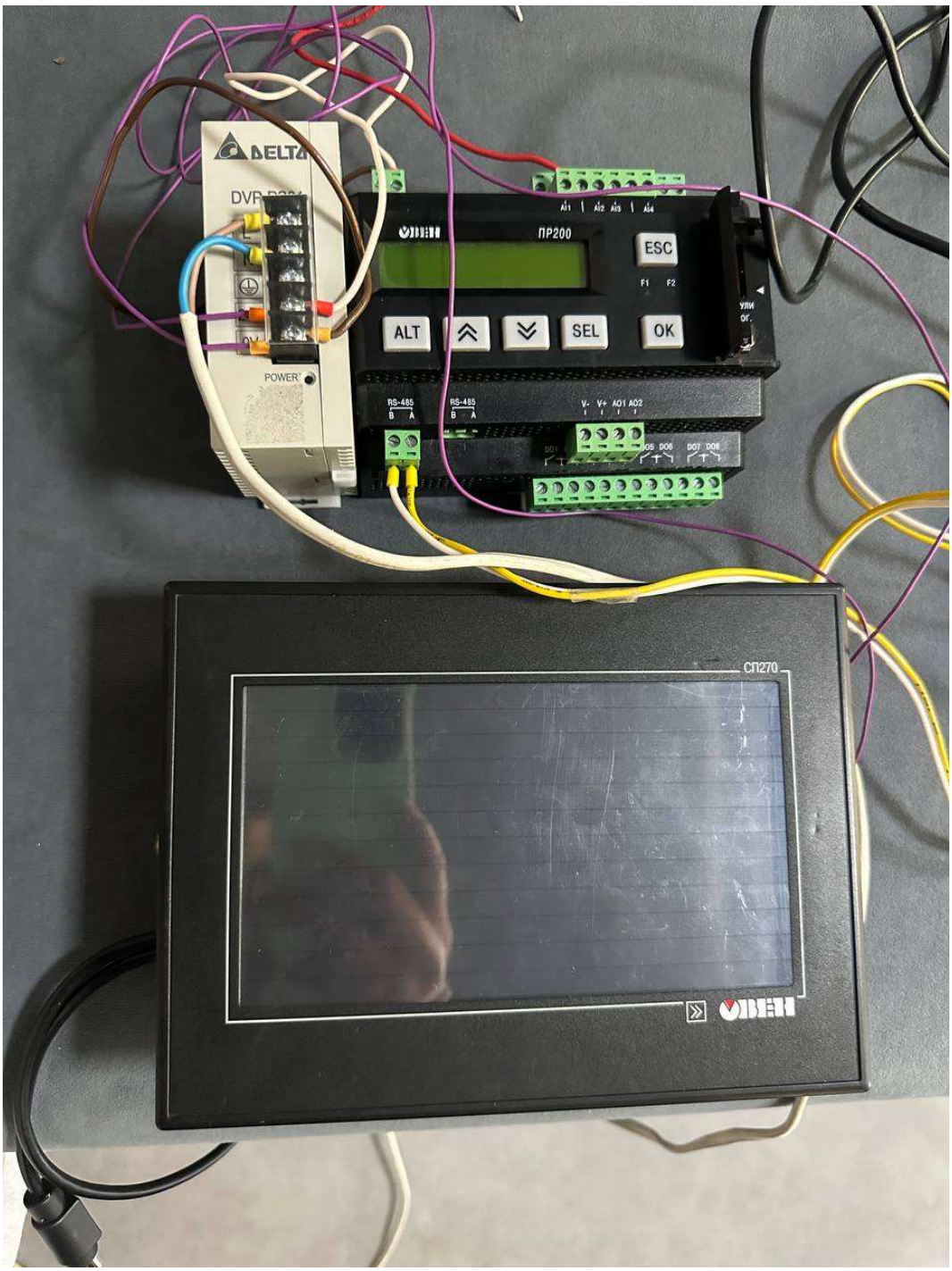


Рисунок 104 – Лабораторный стенд целевой платформы

Для загрузки программы ПЛК был подключен к компьютеру через кабель mini USB B – USB A, что, как и подключенную к ПК панель оператора можно увидеть на рисунке 105.

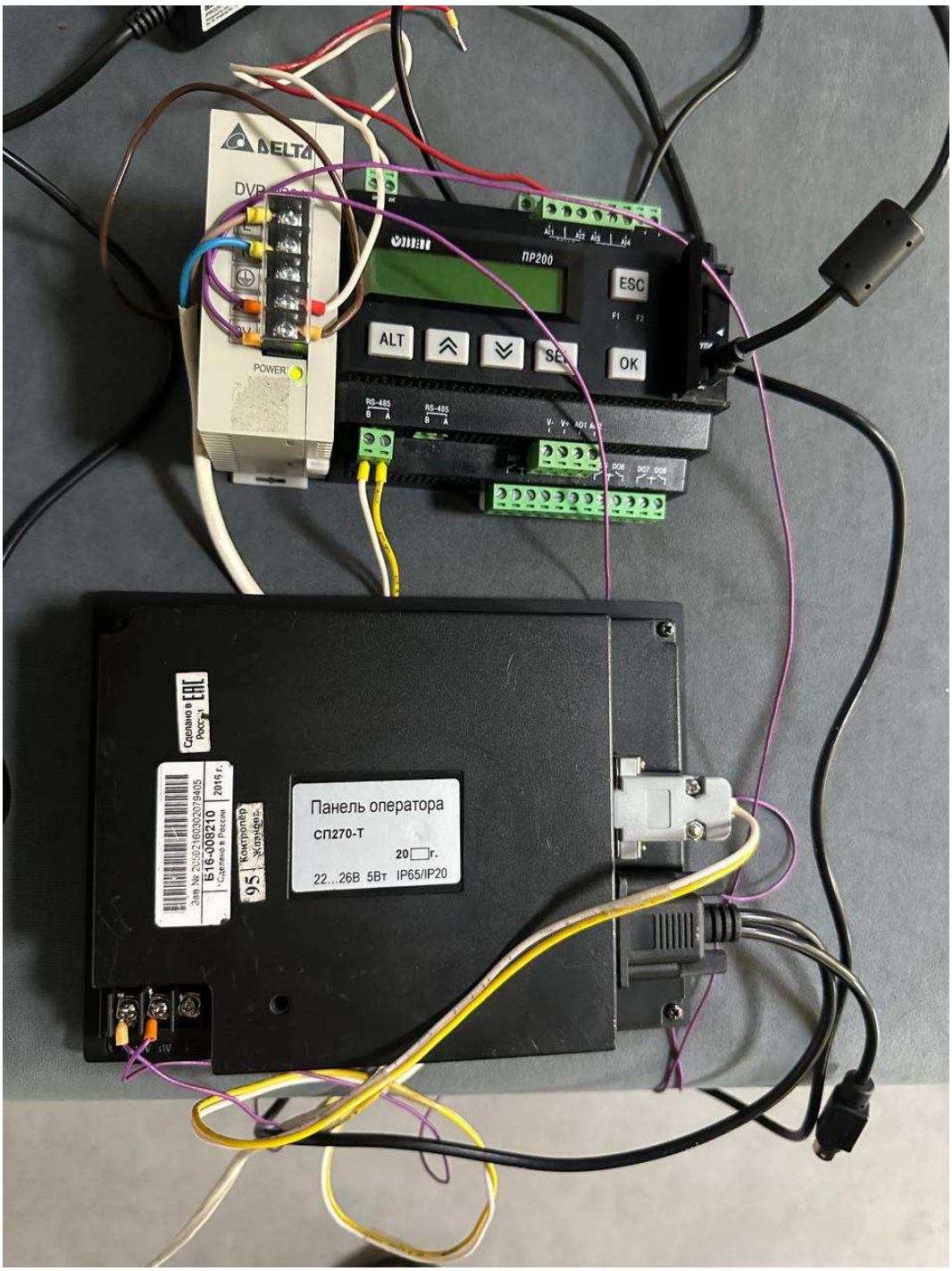


Рисунок 105 – Подключение устройств стенда к ПК

На рисунке 106 показан стенд после загрузки элементов проекта с последующей перезагрузкой.

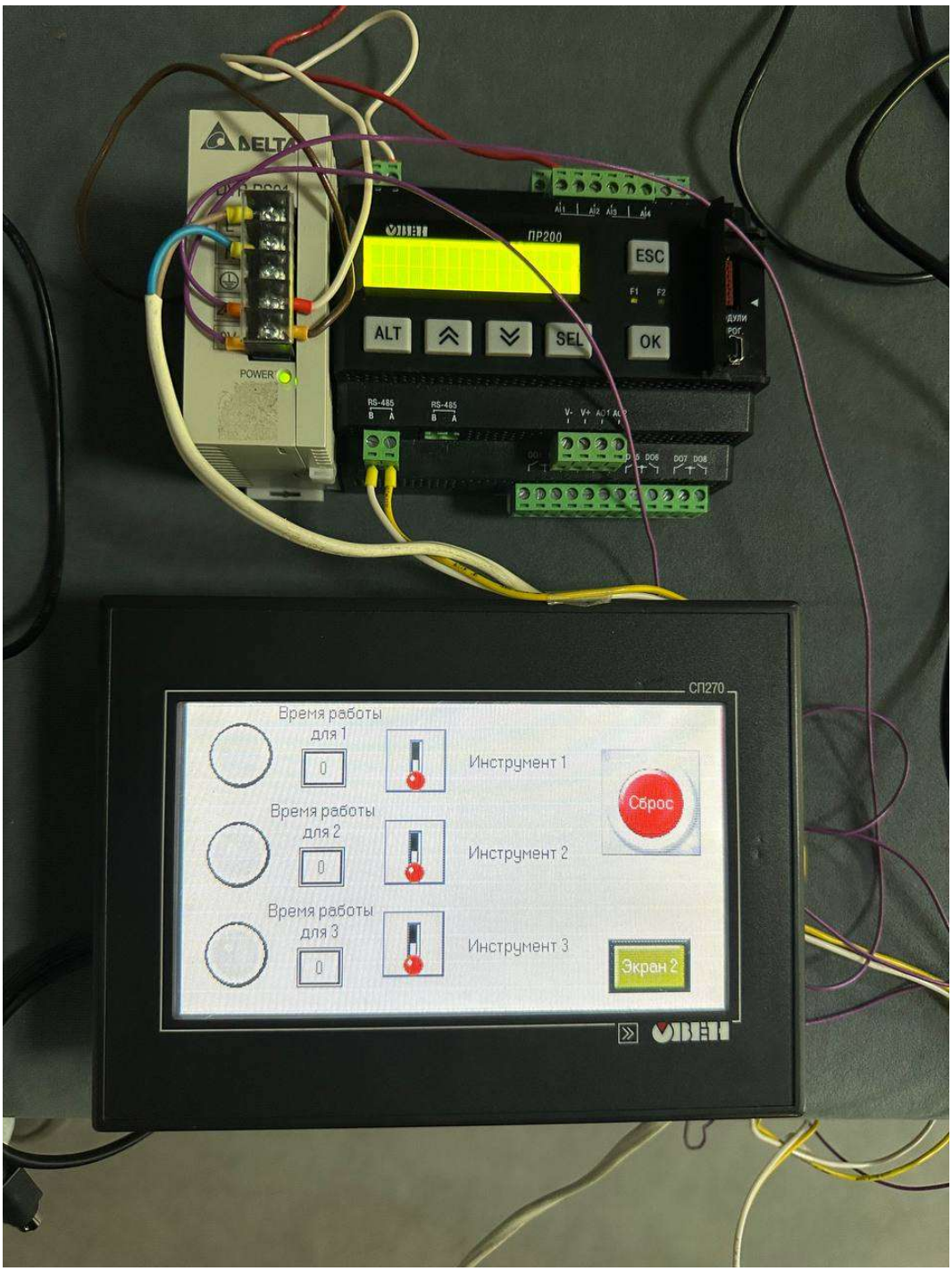


Рисунок 106 – Стенд после загрузки элементов проекта

На рисунках 107-109 показан процесс тестирования экрана установки времени работы инструмента.

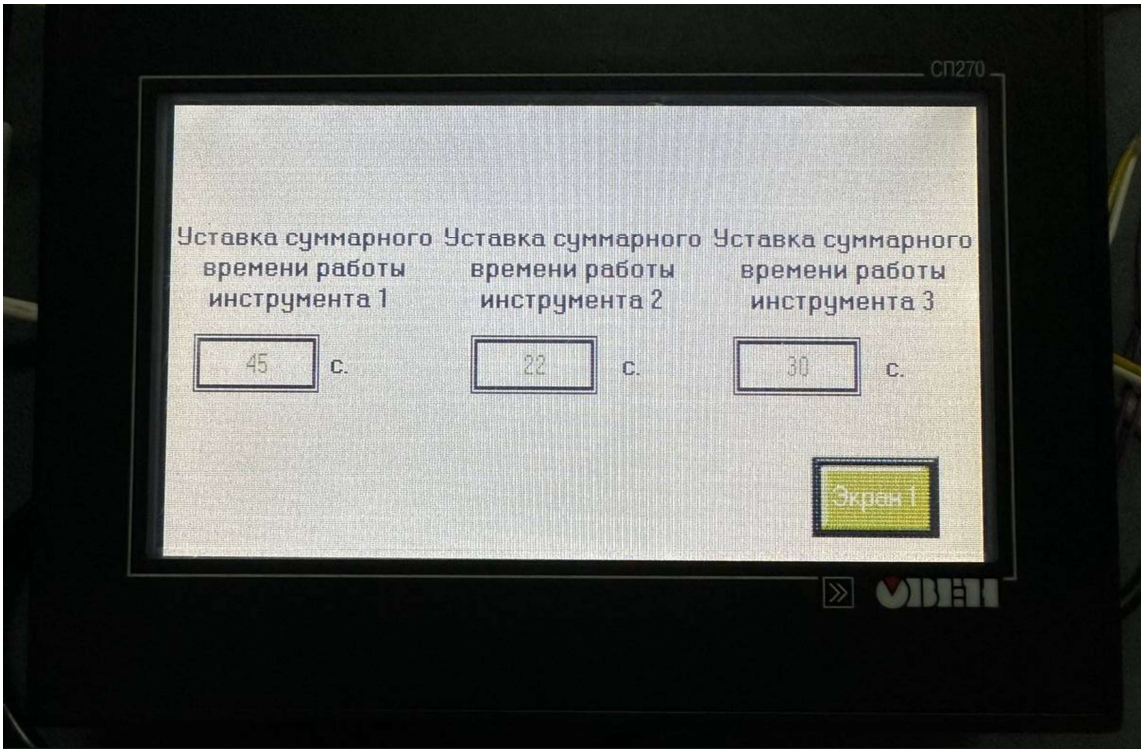


Рисунок 107 – Экран установки времени работы инструмента

На рисунке 108 продемонстрирована матричная клавиатура, с помощью которой происходит установка значений времени.

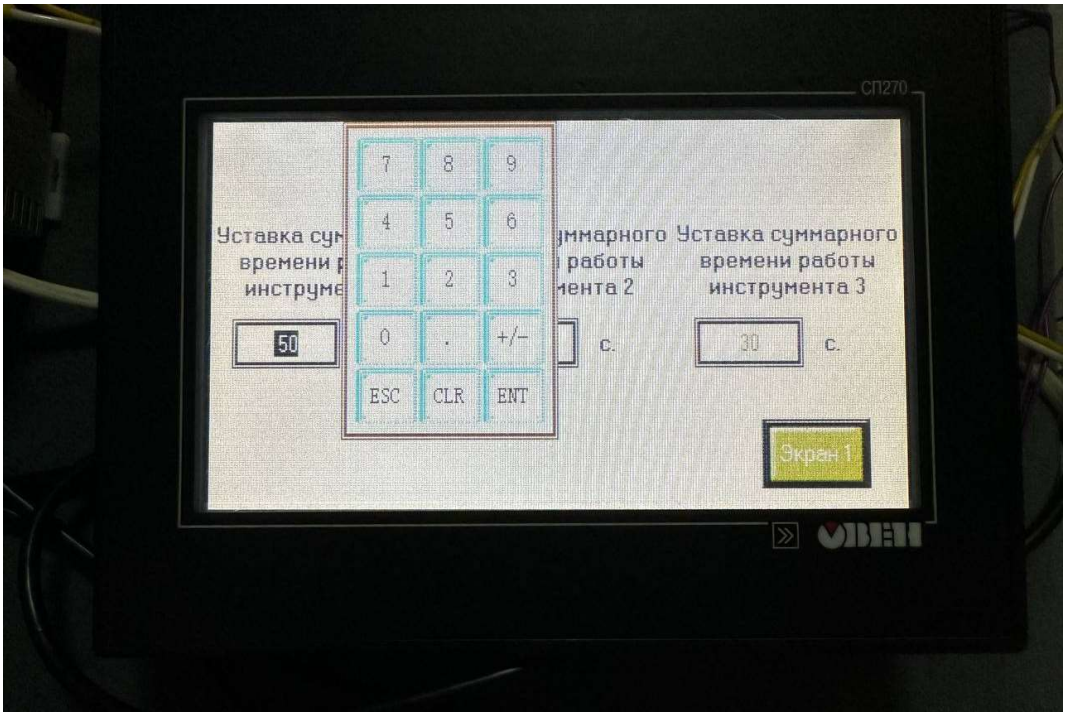


Рисунок 108 – Установка времени работы инструмента

После включения Инструмента 1, что можно увидеть на рисунке 109, начался подсчет времени его работы и включилась лампа индикации. За 15 секунд до истечения времени работы лампа начала мигать, сигнализируя о скором выключении инструмента.

Рисунок 109 – Тестирование главного экрана

Тестирование на лабораторном стенде целевой платформы показало работоспособность разработанного проекта.

2 Охрана труда

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

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

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 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 114 изображена организация рабочего места, которая отвечает указанным требованиям.

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

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

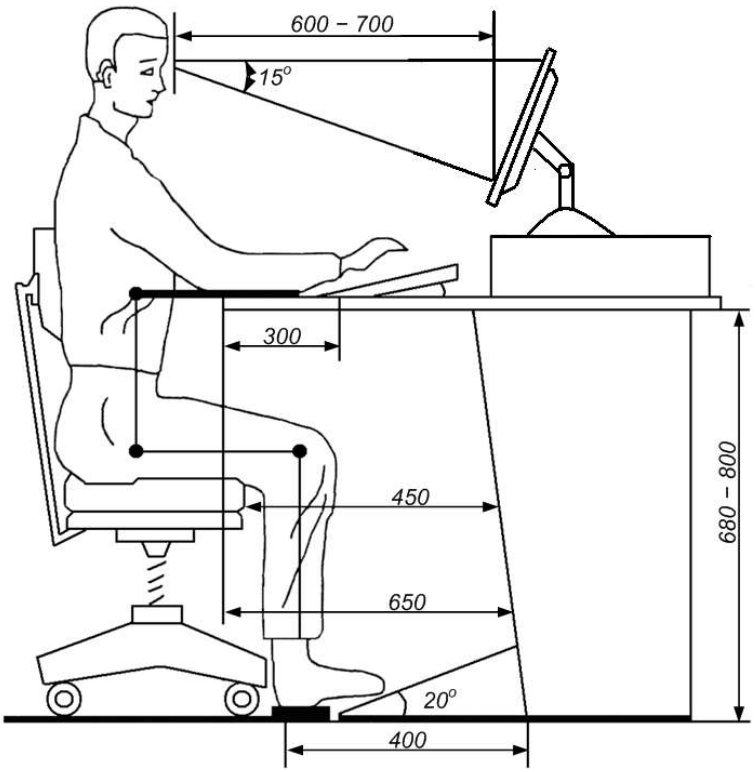


Рисунок 110 – Организация рабочего места

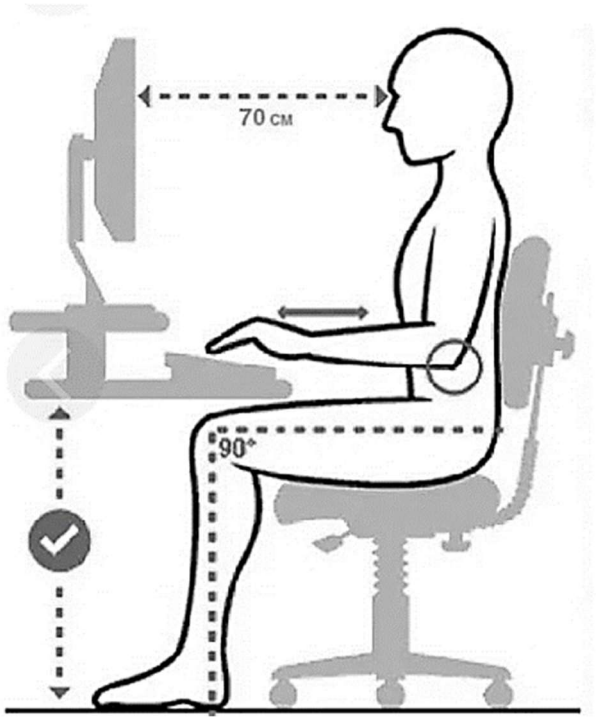


Рисунок 111 – Правильная посадка за ПК

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.

2.1.5 Режим труда и отдыха

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

Существуют следующие виды трудовой деятельности, связанные с персональным компьютером:

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

– группа Б – работа по вводу информации;

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

При выполнении работ, связанных с использованием компьютеров в рамках различных видов трудовой деятельности, за основную работу с

компьютером следует считать вид деятельности, который занимает не менее 50% времени в течение всей рабочей смены или рабочего дня.

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

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

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

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

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

Таблица 5 – Время перерывов

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

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

По способу защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током прибор относится к классу II ГОСТ IEC 61131-2-2012 [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» [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 разъема и внутренние электроэлементы 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 и панели оператора ОВЕН СП270, поиска и анализа существующих методов разработки программ под микроконтроллеры, анализа документации, сравнения существующих методов разработки SCADA-систем.

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

Во время выполнения данной работы были разработаны управляющая программа для контроля времени работы инструмента металлорежущего станка, сконфигурированный пользовательский интерфейс панели оператора, обеспечена взаимосвязь ПЛК и панели оператора через интерфейс RS-485. Также в логике управляющей возможность подключения физических переключателей для включения и выключения инструмента и сброса текущего времени работы.

В дальнейшем проект может быть расширен путем добавления панели оператора для наладчика станка, подключением дополнительных датчиков и вводом в промышленную сеть.

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: 1.05.2024).

3. OWEN Logic. Руководство пользователя. ООО «Производственное Объединение ОВЕН». [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://docs.owen.ru/product/programmnoe_obespechenie_owen_logic/986/83304#topic-83304 свободный. (дата обращения: 30.04.2024).

4. Панель оператора СП270. Паспорт и руководство по эксплуатации КУВФ.421449.003 РЭ. ООО «Производственное Объединение ОВЕН». [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.owen.ru/uploads/re_sp270_1312.pdf свободный. (дата обращения: 30.04.2024).

5. ПР200. Устройство управляющее многофункциональное. Руководство по эксплуатации. ООО «Производственное Объединение ОВЕН». [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://docs.owen.ru/product/pr200/80/79940#topic-79940 свободный (дата обращения: 01.05.2024).

6. Требования по обустройству помещений и рабочих мест, предназначенных для работы на компьютере и прочей офисной технике [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18895/df3eaac6ab127894002172933f9cd660e61df962/ свободный. (дата обращения: 20.05.2024).

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

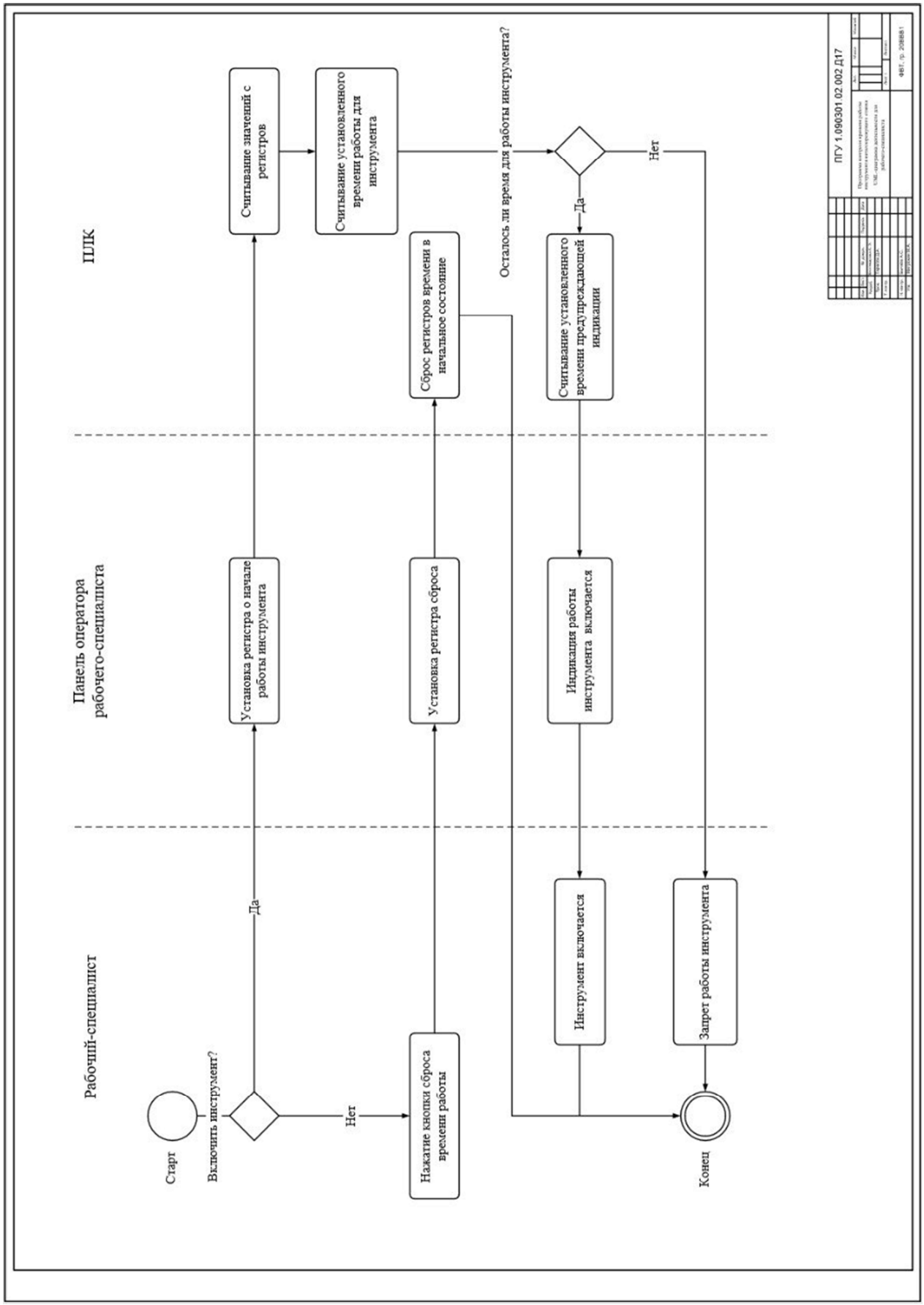
Приложение А

(Обязательное)

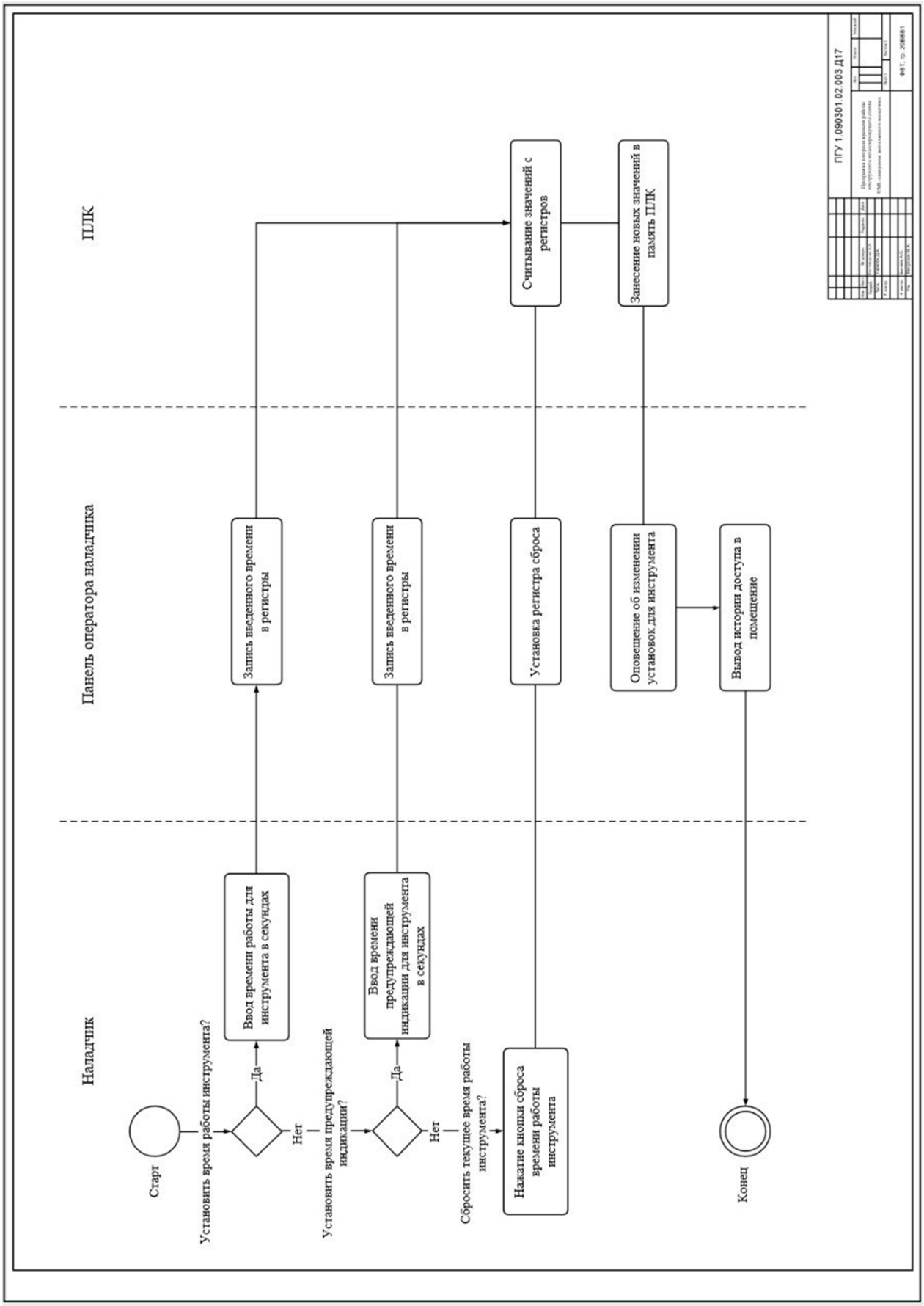
Программа контроля времени работы инструмента металлорежущего станка

UML-диаграммы

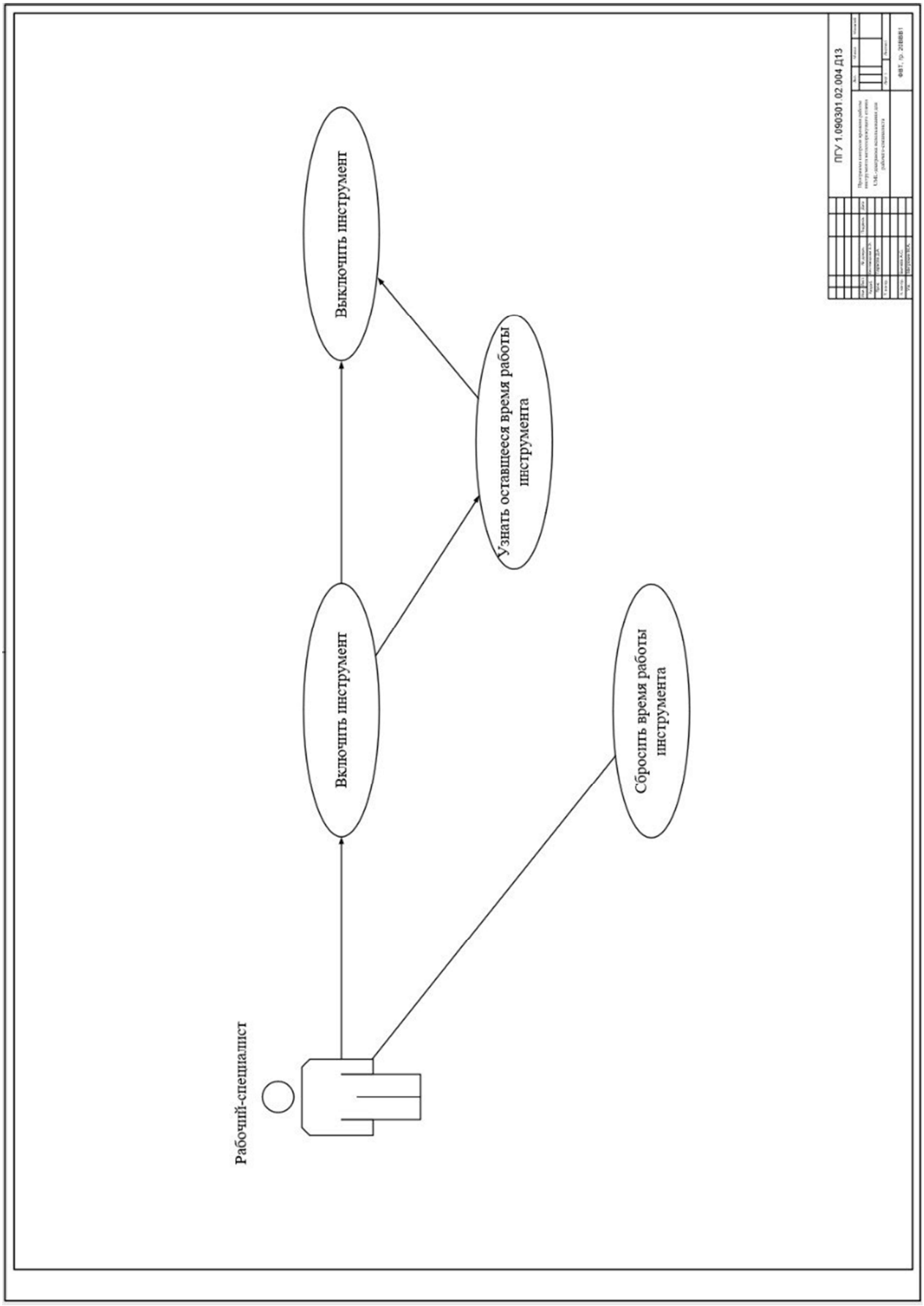
Приложение А.1 – UML-диаграмма деятельности для рабочего-специалиста



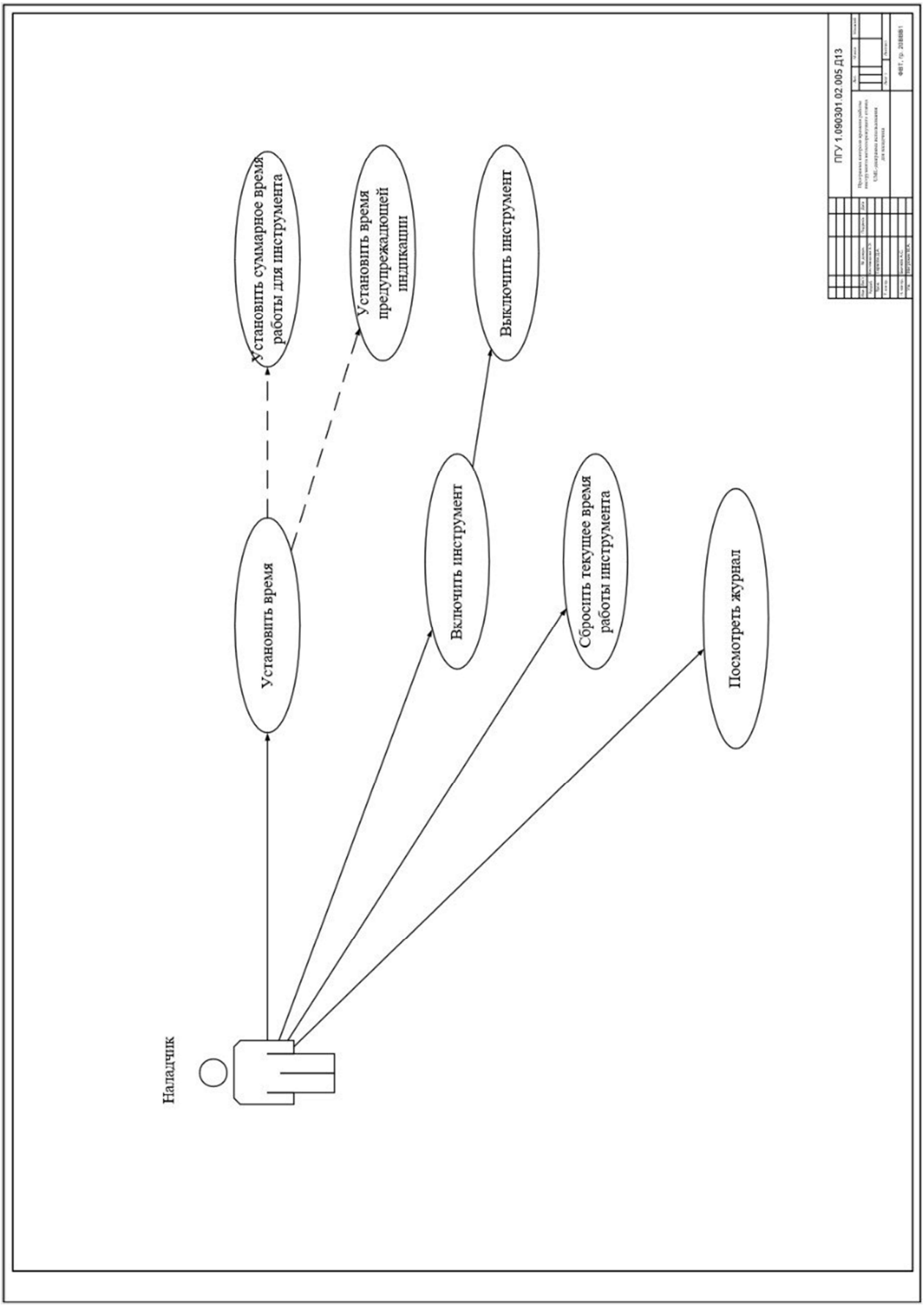
Приложение А.2 – UML-диаграмма деятельности для наладчика



Приложение А.3 – UML-диаграмма сценариев использования для рабочего



Приложение А.4 – UML-диаграмма сценариев использования для наладчика



Приложение Б

(Обязательное)

Программа контроля времени работы инструмента металлорежущего станка

Схемы программ

Схема функциональных блоков файла «project.owle»

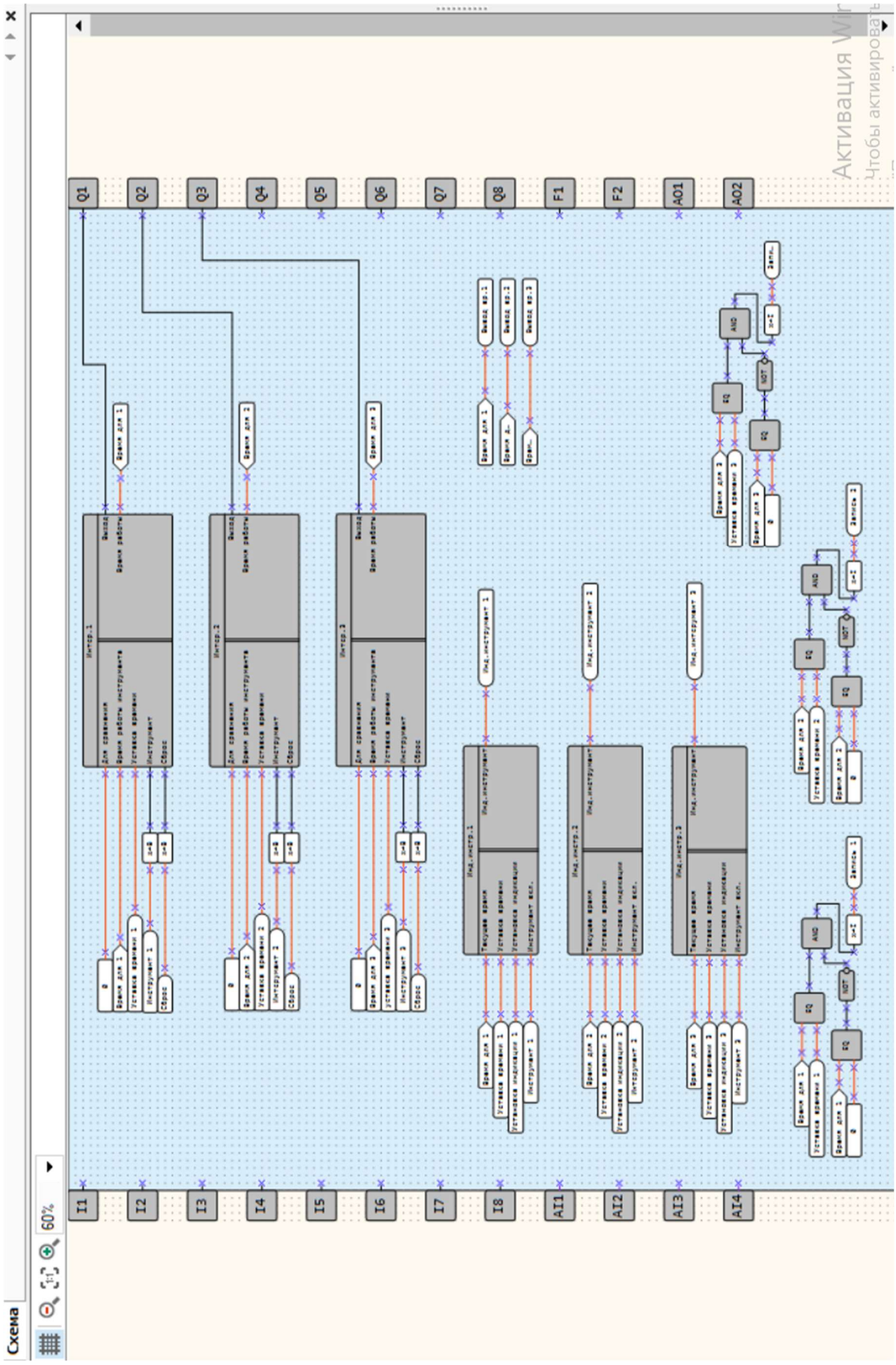


Схема функциональных блоков макроса «instr.tple»

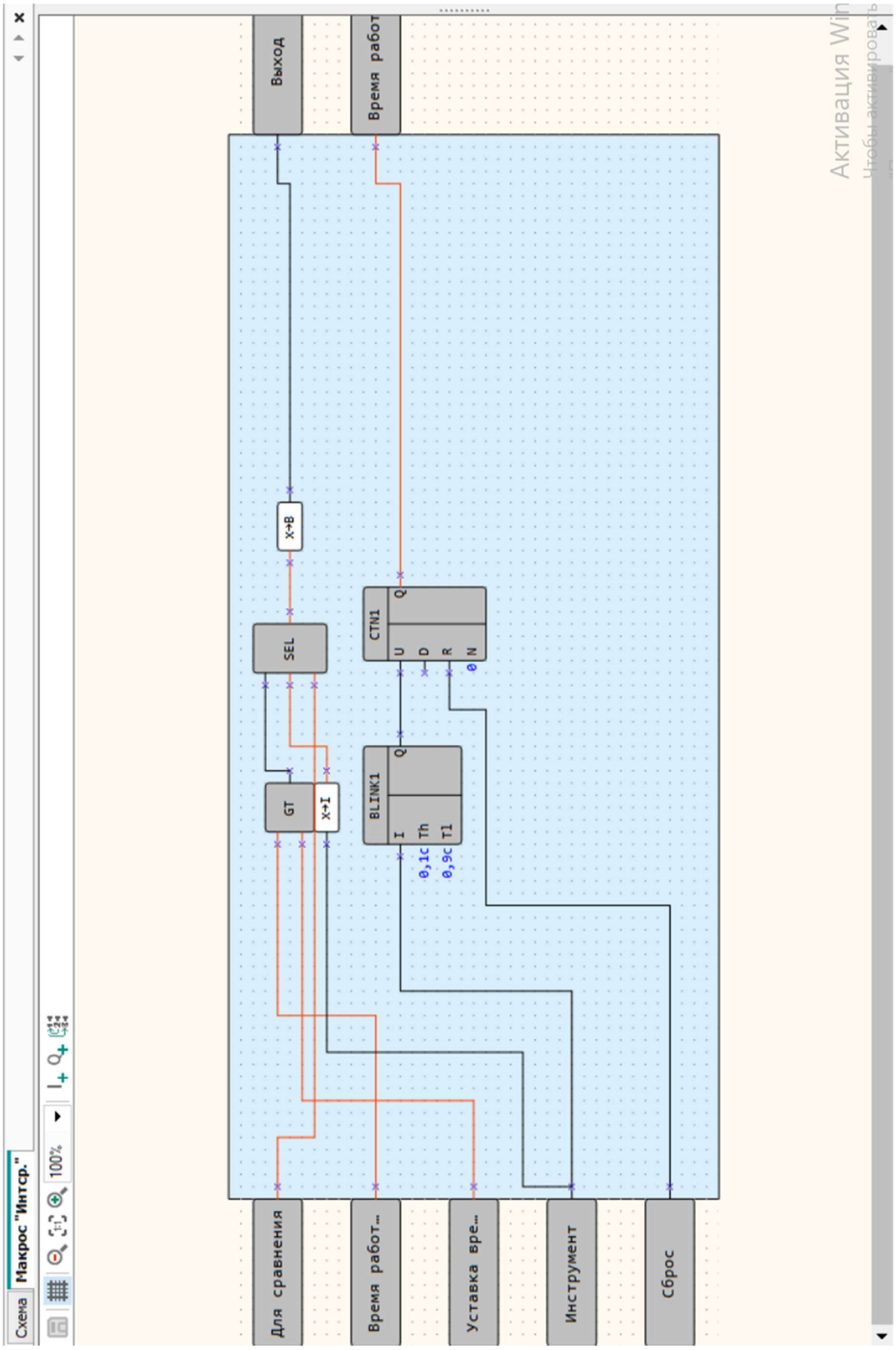
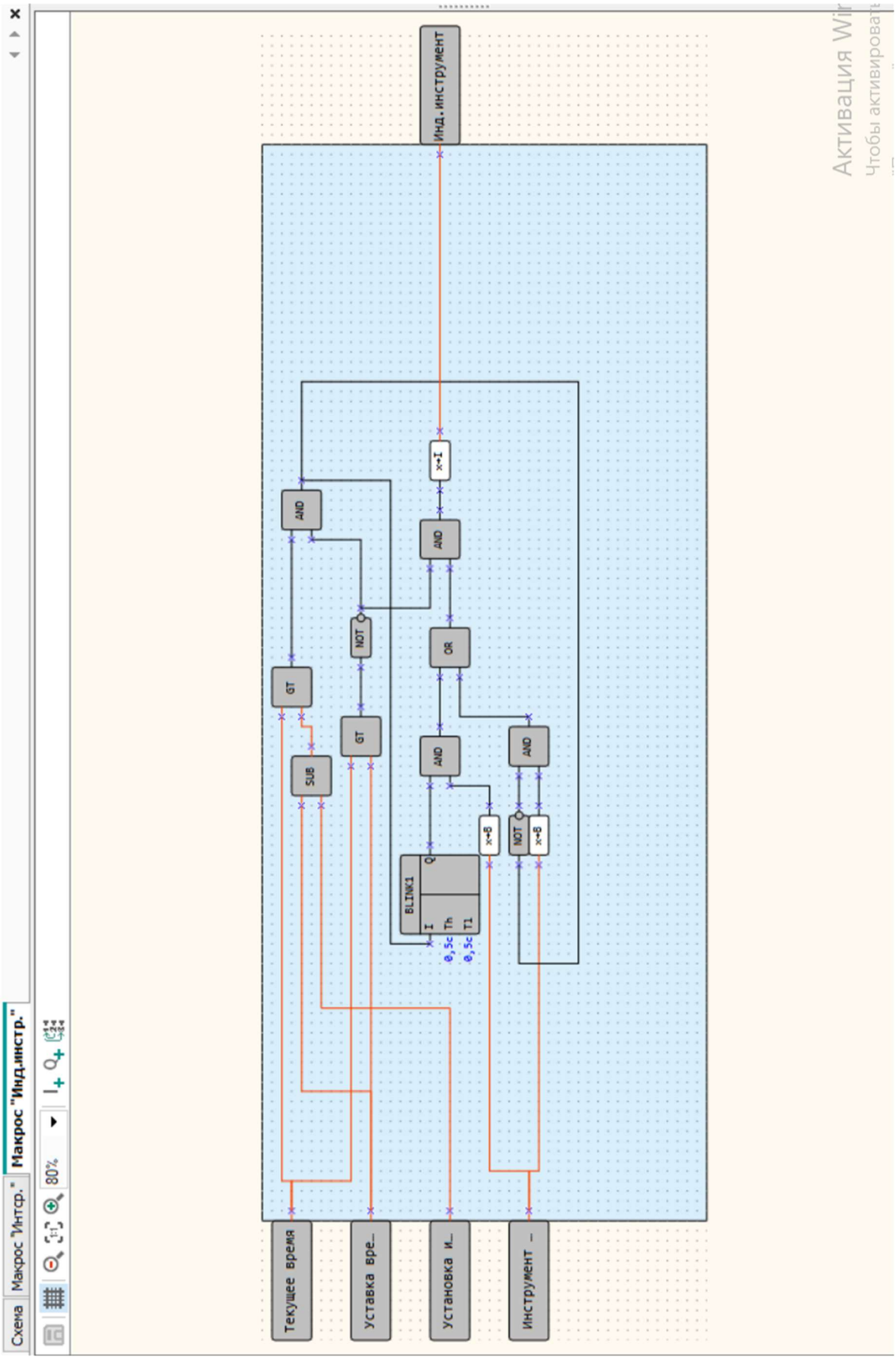


Схема функциональных блоков макроса «instr_ind.tple»



Приложение В

(Обязательное)

Программа контроля времени работы инструмента металлорежущего станка

Презентация

Пензенский государственный университет

Кафедра вычислительной техники

1

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ИНСТРУМЕНТА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА

Автор работы: студентка гр. 20ВВВ1 Бектемирова А.Э.
Научный руководитель: доцент, к.т.н. Тарасов Д.А.

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

2

О ПРОГРАММЕ

- Проблема

На производстве часто появляется необходимость в системе контроля времени работы для инструментов на станках, не чувствительной к перепадам температур, устойчивой к возможным механическим и вибрационным воздействиям.

- Разработка

Программа контроля времени работы инструмента металлорежущего станка

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

3

В процессе разработки был определен следующий функционал для реализации:

– автоматическое отключение инструмента в случае превышения установленного времени;

– изменение суммарного времени работы для каждого инструмента станка;

– возможность сброса счетчика суммарного времени включения всех инструментов;

– индикация о скором времени отключения инструмента;

– организация взаимодействия панели оператора как master устройства и контроллера как slave;

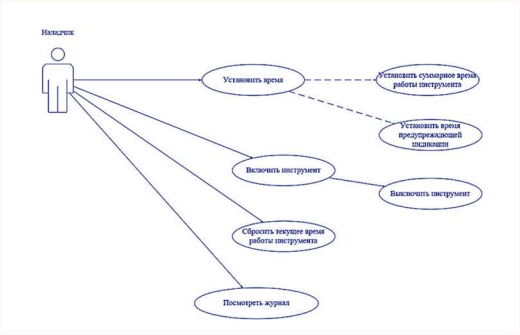
– взаимодействие управляющей программы с интерфейсом панели оператора.

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

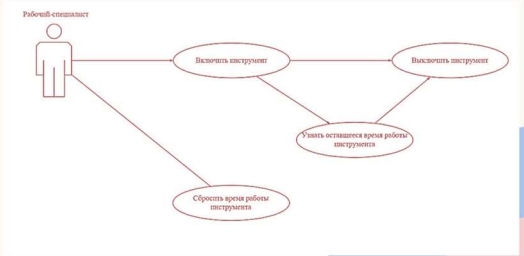
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

4

Взаимодействие с наладчиком



Взаимодействие с рабочим



Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

5

ВЫБОР РЕШЕНИЯ

Язык разработки:

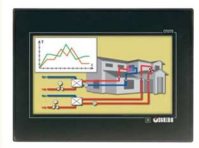
- Язык функциональных блоков FBD

Среды разработки:

- OWEN Logic
- Конфигуратор СП200

Целевая платформа:

- ПЛК ОВЕН ПР200
- Панель оператор ОВЕН СП270



Другие ресурсы разработки: ПК, ОС Microsoft Windows 10, драйверы для взаимодействия элементов целевой платформы и ПК

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ

6

Диаграмма взаимодействия с рабочим

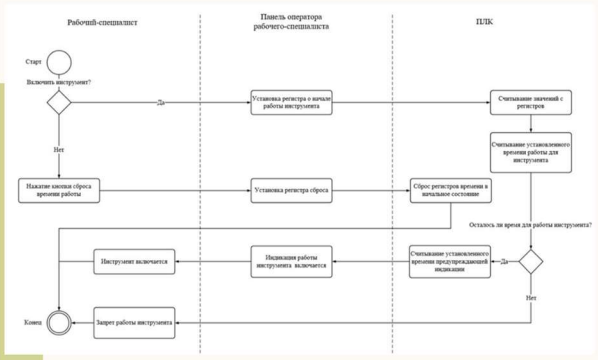
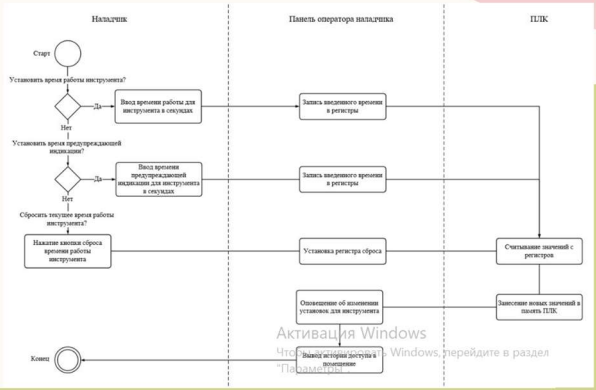


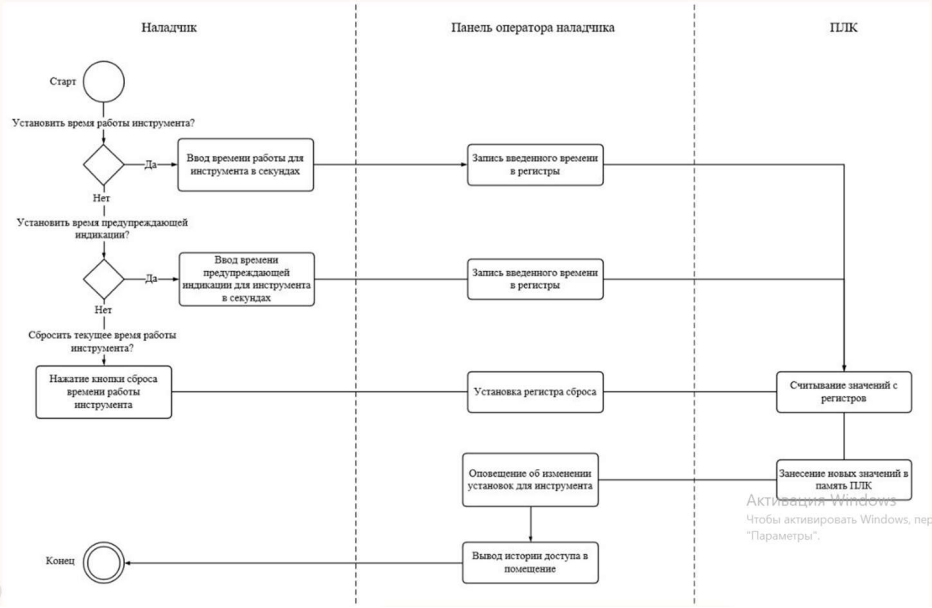
Диаграмма взаимодействия с наладчиком



Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

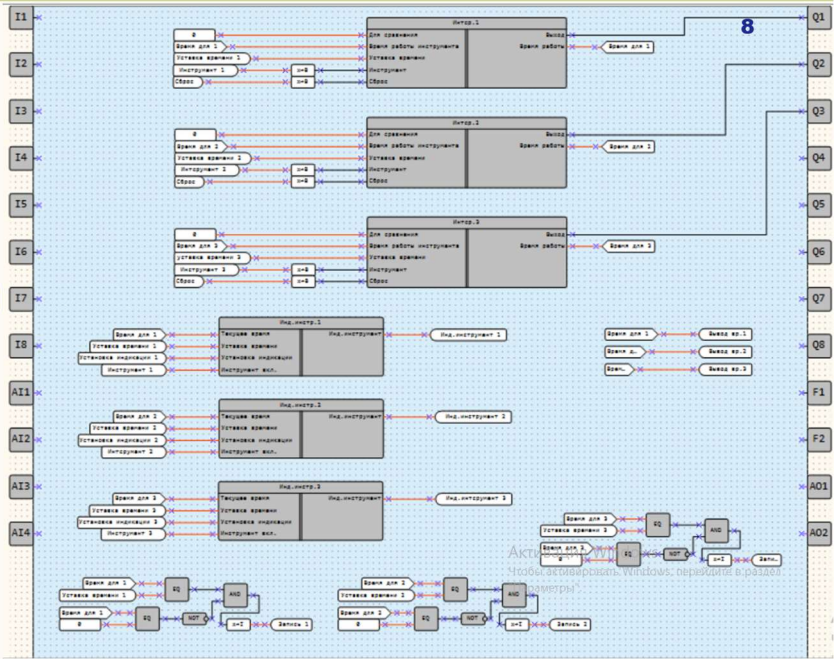
ДИАГРАММА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С НАЛАДЧИКОМ

7



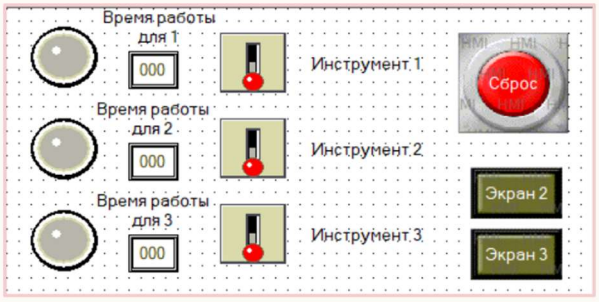
Итоговая схема управляющей программы

8

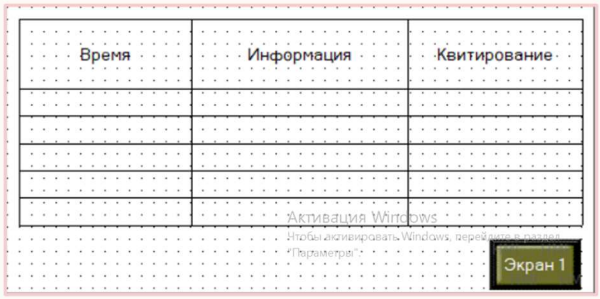


Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

ИНТЕРФЕЙС ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА

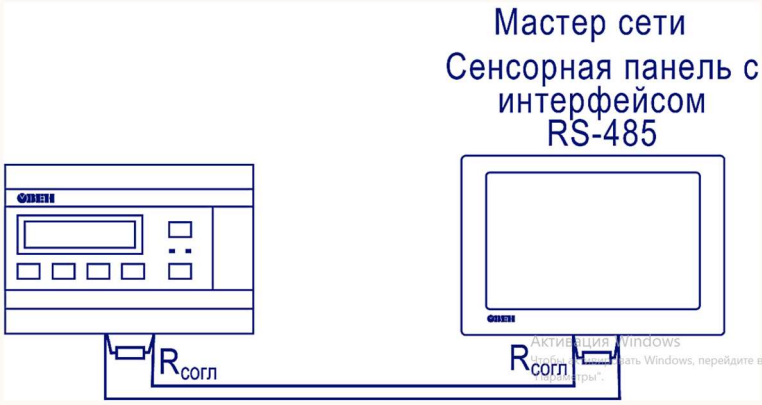


9



МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УСТРОЙСТВ ЦЕЛЕВОЙ ПЛАТФОРМЫ

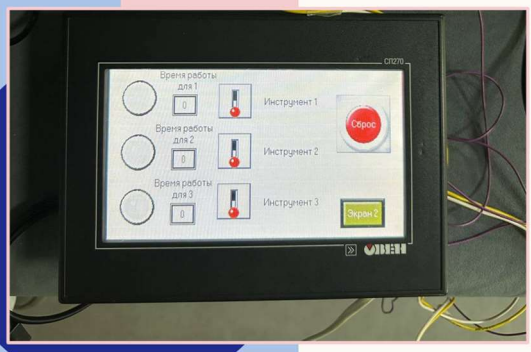
10

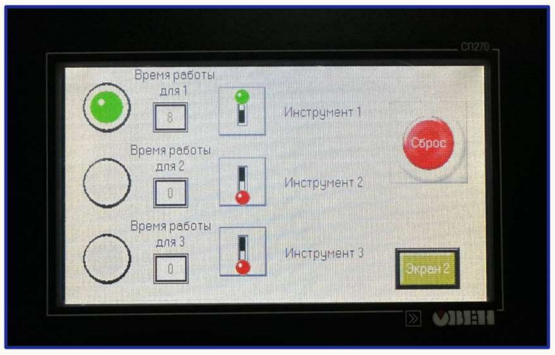


ТЕСТИРОВАНИЕ НА СТЕНДЕ

11

ПЛК ОВЕН ПР200 и панель оператора ОВЕН СП270





Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

12

В рамках разработки проекта были выявлены недостатки существующих аналогов и предложен свой вариант решения в виде реализации данного проекта.
Итоговый вариант работоспособен и пригоден для внедрения на производство. В перспективе проект может быть расширен путем добавления полноценной панели оператора для наладчика, датчиков и подключением к промышленной сети.

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!
Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".