

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Удалённое управление технологическим объектом через сеть Internet
УДК 004.384:004.771

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6Б	Марченко Роман Игоревич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Курганов Василий Васильевич	Доцент, к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	Доцент, к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко В.В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	Доцент, к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения.
P2	Иметь осведомлённость о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Курганов Василий Васильевич	Доцент, к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Громаков Е.И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6Б	Марченко Роман Игоревич

Тема работы:

Удалённое управление технологическим объектом через сеть Internet	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№62-55/с от 02.03.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ul style="list-style-type: none"> – техническая документация по программируемому логическому контроллеру WAGO 750; – документация по программному комплексу Codesys 2.3
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none"> – введение; – передача данных; – технические средства; – разработка web-визуализации; – финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; – социальная ответственность; – заключение
Перечень графического материала	Презентация, выполненная в программе Microsoft Power Point
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубченко Татьяна Григорьевна
Социальная ответственность	Матвиенко Владимир Владиславович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Conclusion	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Курганов Василий Васильевич	Доцент, к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6Б	Марченко Роман Игоревич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6Б	Марченко Роман Игоревич

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя - 33664 руб. Материальные затраты – 1020 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Накладные расходы 10%; Районный коэффициент 30% Норма амортизации 33,3 %
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 3,85 Интегральный показатель эффективности – 4,87 Сравнительная эффективность проекта – 1,41

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджет НТИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.02.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т. Г.	Доцент, к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6Б	Марченко Роман Игоревич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6Б	Марченко Роману Игоревичу

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Удалённое управление технологическим объектом через сеть Internet	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Обеспечение удаленного управления для контроля и управление технологическими объектами, которые расположены в труднодоступных зонах, через сеть Internet. В связи с этим объектом исследования выбрано рабочее место инженера-проектировщика систем управления, использующего в работе ПЭВМ</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	- ГОСТ Р МЭК 60950-2002 «Безопасность оборудования информационных технологий» - ГОСТ 12.2.032-79 «СССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ вредных производственных факторов: - микроклимат; - шум; - освещение; - электробезопасность
3. Экологическая безопасность:	Анализ экологической безопасности: - утилизация отходов
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований: - перехват управления технологическим объектом Анализ вероятных ЧС, которые могут быть вызваны в процессе исследования:

	- пожар
--	---------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко В.В.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6Б	Марченко Роман Игоревич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 92 страницах и содержит 31 рисунок, 19 таблиц, 20 используемых источников литературы.

Ключевые слова: web-визуализация, автоматизированная система управления, программируемый логический контроллер, виртуальный контроллер.

Темой работы является удаленное управление технологическим объектом через сеть Internet.

Объекты исследования: ПЛК WAGO и Codesys.

Цель работы: разработка web-визуализации для удаленного управления объектом.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы создана система web-визуализации, позволяющая осуществлять удаленный контроль технологического объекта через сеть Internet.

Для выполнения работы использовались программные продукты Codesys и Microsoft Word.

Область применения: данный проект можно использовать на малых и средних промышленных предприятиях для контроля хода технологического процесса, а также дистанционного обучения.

Содержание

	С.
Определения, обозначения и сокращения	12
ВВЕДЕНИЕ	13
1 ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ	15
1.1 Технологии передачи данных	15
1.2 АСУ ТП	17
1.3 Технология web-визуализации	22
1.4 Среда разработки «Codesys»	24
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА.....	28
2.1 Программируемый логический контроллер WAGO	28
2.2 Виртуальный контроллер	38
3 РАЗРАБОТКА WEB-ВИЗУАЛИЗАЦИИ.....	40
3.1 Загрузка программы в виртуальный контроллер.....	40
3.2 Конфигурация контроллера	44
3.3 Работа с web-визуализацией	44
3.4 Апробация результатов	51
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	62
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	62
4.2 Анализ конкурентных технических решений	63
4.3 SWOT-анализ.....	65
4.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	67
4.4.1 Структура работ	67
4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ	67
4.5 Определение бюджета научно-технического исследования	69
4.5.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	70
4.5.2 Расчёт амортизационных отчислений.....	70
4.5.3 Расчет заработной платы.....	71
4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды	72
4.6 Расчет общей себестоимости	72

4.7 Определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	73
4.8 Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	75
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	77
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
5.2 Производственная безопасность.....	78
5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	78
5.3.1 Микроклимат	78
5.3.2 Шум	80
5.3.3 Освещение.....	80
5.3.4 Электробезопасность	83
5.4 Экологическая безопасность.....	84
5.4.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	84
5.4.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	84
5.4.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	85
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	85
5.5.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	85
5.5.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	86
5.5.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	86
5.6 Выводы по разделу «Социальная ответственность».....	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
Список использованных источников	91

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АСУ: Человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимую для оптимизации управления в различных сферах человеческой деятельности.

АСУ ТП: Система, обеспечивающая выработку и реализацию управляющих воздействий на технологическом объекте управления в соответствии с принятым критерием управления.

SCADA-система: Инструментальная программа для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных.

Web-визуализация: Технология, позволяющая наблюдать и управлять технологическим процессом посредством web-браузера.

Web-браузер: Прикладное программное обеспечение для просмотра веб-страниц, их обработки, вывода и перехода от одной страницы к другой.

Web-сервер: Сервер, принимающий HTTP-запросы от клиентов, и выдающий им HTTP-ответы.

Codesys: Инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации.

Java-апплет: Прикладная программа, написанная на языке программирования Java.

IP-адрес: Уникальный сетевой адрес узла в компьютерной сети, построенной на основе стека протоколов TCP/IP.

ПО – программное обеспечение.

ОС – операционная система.

ПЛК – программируемый логический контроллер.

ТОиР – техническое обеспечение и ремонт.

ПК – персональный компьютер.

ЦПУ – центральное процессорное устройство.

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина.

ВВЕДЕНИЕ

На текущий момент практически на любом производстве есть множество технологических процессов, которые нуждаются в контроле и управлении. Для обеспечения нормального функционирования производства создаются системы автоматического управления. Одной из важнейших задач при создании АСУ является обеспечение надежной связи между пунктом сбора данных и системой управления процессом, что является еще более актуальным в условиях нашей страны. Большие расстояния между технологическими объектами, суровые климатические условия также указывают на востребованность удаленного управления технологическими процессами.

При построении АСУ ТП на верхнем уровне, как правило, используется SCADA-система. Однако SCADA-система и ее программное обеспечение является достаточно дорогостоящим решением для средних и малых предприятий. Наиболее доступным вариантом является связь посредством сети Internet.

Последнее время активно развивается альтернативное SCADA-системам направление web-визуализации. Это направление предусматривает создание специальных web-страниц с информацией о процессе и загрузку их в контроллер. В дальнейшем помощью любого web-браузера появляется возможность контролировать и управлять технологическим процессом в режиме реального времени. При реализации такой концепции управления разработчик встретит большое количество ограничений связанных в основном с ограничением памяти контроллера, но если эта проблема будет решена, то пользователь получит достаточно быстрый, недорогой вариант удалённого управления технологическим объектом.

Актуальность таких подходов очевидна. Создание безлюдных предприятий, сокращение непроизводственных расходов, управление

опасными производствами, удалённый контроль за деятельностью предприятия со стороны собственников и т.д.

В связи с выше изложенным для выполнения выпускной квалификационной работы необходимо решить следующие задачи:

- изучить возможности и механизмы программного комплекса «Codesys» для решения задач удалённого доступа;
- разработать страницу web-визуализации с помощью программного комплекса «Codesys»;
- разработать web-страницу при помощи языка HTML;
- загрузить web-страницу в контроллер и попробовать удалённое управление.

Таким образом, в данной работе рассматриваются возможности удаленного управления объектом, автоматизация которого выполнена на ПЛК WAGO и для которого разработана персональная страница.

1 ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

1.1 Технологии передачи данных

Для создания надежной автоматизированной системы управления важно обеспечить связь между пунктом сбора данных и системой управления процессом. В зависимости от особенностей производства, построение линий связи может различаться. Все линии связи можно разделить на проводные и беспроводные сети. До сих пор самые простые и надежные линии связи – это проводные линии, однако их использование может быть нерентабельно и связано с трудностями в прокладке линий связи.

Обмен информацией между различными уровнями АСУ ТП происходит в через промышленную сеть. Промышленная сеть связывает датчики, исполнительные механизмы и контроллеры. По охвату сети классифицируются следующим образом:

- локальные (LAN);
- городские (MAN);
- глобальные (WAN);

Соединение промышленной сети с узлами сети выполняется с помощью сетевых интерфейсов. Под сетевым интерфейсом понимают точку соединения между устройством и средой передачи информации. Обычно этой границей является набор электронных компонентов и связанного с ними программного обеспечения.

Наиболее важными параметрами интерфейса являются пропускная способность и максимальная длина подключаемого кабеля. В таблице 1.1 сравним различные сетевые интерфейсы. Наиболее распространенными промышленными интерфейсами являются:

- RS-485;
- RS-232;

- RS-422;
- Ethernet;
- HART;
- AS-Interface;
- CAN;
- Modbus;
- ProfiBus.

Таблица 1.1 – Характеристики промышленных интерфейсов

	Допустимое количество приемопередатчиков	Максимальная длина ЛС, м	Максимальная скорость передачи данных
RS-485	32	1200	10 Мбит/с
RS-232	1	15	115 Кбит/с
RS-422	10	1200	10 Мбит/с
Ethernet	1024	100	100 Мбит/с
HART	15	2800	1200 бит/с
AS-Interface	62	100	167 Кбит/с
CAN	64	1000	1 Мбит/с
Modbus	250	400	57,6 Кбит/с
ProfiBus	125	100	12 Мбит/с

Также рассмотрим беспроводные технологии. Беспроводная передача данных – информационные технологии, обеспечивающие передачу информации на расстояние между двумя и более точками. Для передачи информации используются радиоволны, инфракрасное излучение, лазерное и оптическое излучение.

По дальности действий беспроводные технологии можно классифицировать следующим образом:

- персональные (WPAN);

- локальные (WLAN);
- городские (WMAN);
- глобальные (WWAN).

Рассмотрим преимущества беспроводных сетей имеют ряд преимуществ перед кабельными сетями:

- можно достаточно быстро развернуть;
- высокая скорость;
- с помощью дополнительного оборудования беспроводную сеть возможно соединить с кабельными сетями;
- является единственным вариантом, если невозможно проложить кабеля для обычной сети.

Из недостатков стоит отметить, что скорость передачи делится между всеми устройствами в пределах обслуживания их одной и той же точкой доступа. Среди недостатков также низкая надежность и возможность взлома сети при неправильной настройке. Характеристики беспроводных сетей представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристика беспроводных сетей

	Допустимое количество приемопередатчиков	Максимальное расстояние передачи, м	Максимальная скорость передачи данных, Мбит/с
Bluetooth	-	3	3
Wi-Fi	-	100	54
WiMAX	-	1000	64

1.2 АСУ ТП

АСУ ТП – это система, которая осуществляет выработку и реализацию управляющих воздействий на технологическом объекте

управления в режиме реального времени.

Функция АСУ ТП – это совокупность действий системы, которые направлены на достижение цели управления. Среди функций АСУ ТП выделяют два типа функций:

- информационно-вычислительные функции (предоставляют оператору информацию о ходе технологического процесса);
- управляющие функции (реализуют управляющие воздействия на объект управления).

Перечень информационно-вычислительных функций.

- сбор, первичная обработка и хранение технической информации;
- косвенное измерение параметров;
- сигнализация состояний параметров технологического процесса и оборудования;
- регистрация параметров технологического процесса;
- оперативное отображение информации;
- контроль и регистрация отклонений параметров процесса;
- анализ срабатывания блокировок и защит технологического оборудования;
- диагностика и прогнозирование хода технологического процесса.

Перечень управляющих функций:

- регулирование параметров технологического процесса;
- логическое управление;
- каскадное регулирование;
- многосвязное регулирование;
- программное управление;
- оптимальное управление.

АСУ ТП состоит из технического, математического, информационного и организационного обеспечений.

Техническое обеспечение включает в себя технические средства: микропроцессорные контроллеры, диспетчерские станции на базе ПК,

устройства сбора информации, устройства передачи информации и исполнительные устройства. К техническому обеспечению относятся:

- средства сбора информации (измерительные преобразователи, счетчики, сигнализаторы, устройства ручного ввода);
- исполнительные устройства;
- программируемые логические контроллеры;
- устройства распределенного ввода/вывода;
- пускатели;
- панели оператора;
- программаторы;
- сетевые адаптеры;
- операторские станции;
- инженерные станции;
- серверы;
- преобразователи частоты;
- концевые выключатели;
- кабели связи;
- табло.

Математическое обеспечение делится на алгоритмическое и программное.

Алгоритмическое обеспечение – это совокупность взаимосвязанных алгоритмов функционирования АСУ ТП. Программное обеспечение – совокупность программ, по которым работают микропроцессорные контроллеры и диспетчерские станции.

К математическому обеспечению можно отнести:

- методы фильтрации сигналов;
- методы идентификации математических моделей;
- математические модели объектов управления;
- алгоритмы управления и регулирования;
- методы анализа устойчивости и точности систем;

- методы анализа, синтеза и настройки контуров регулирования;
- алгоритмы адаптации параметров системы управления;
- алгоритмы косвенных измерений;
- методы и алгоритмы оптимизации;
- методы прогнозирования случайных последовательностей;
- методы принятия решений;
- методы наблюдения состояния динамической системы;
- интеллектуальные алгоритмы управления.

Организационное обеспечение – это комплекс документов, необходимых для эксплуатации АСУ ТП:

- инструкция по эксплуатации системы;
- техническое описание системы;
- инструкции по эксплуатации оперативному персоналу;
- инструкция по ТОиР.

Информационное обеспечение представляет собой комплекс документов, в которых приводится перечень входных сигналов и данных, их характеристики, перечень выходных сигналов и документов, включая способы представления выходной информации, а также схемы сбора, обработки и использования информации. К информационному обеспечению относятся:

- описание правил классификации и кодирования информации и ее групп;
- формы документов, видеокладов, которые используются в системе;
- нормативно-справочные сведения, используемые в системе;
- перечень и характеристики переменных, которые отражают фактическое состояние АСУ ТП;
- описание массивов входной и выходной информации.

Автоматизированную систему можно подразделить на уровни. Выделяется три уровня АСУ ТП [2]:

- нижний уровень (полевой уровень) АСУ ТП обеспечивает сбор данных о параметрах. Представлен датчиками, исполнительными механизмами и т.д.;
- средний уровень (уровень контроля) – уровень программируемых логических контроллеров. ПЛК по запрограммированному алгоритму управления принимает данные с нижнего уровня и отправляет управляющие воздействия на нижний уровень. ПЛК работает циклически.
- верхний уровень (уровень диспетчерского-операторского управления) - это уровень визуализации и диспетчеризации. На этом уровне задействован человек, который может выполнять локальный контроль посредством человеко-машинного интерфейса (HMI, Human-Machine Interface). Для контроля распределенной системы используется SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерское управление и сбор данных).

Структура АСУ ТП представлена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Структура АСУ ТП

Более подробно рассмотрим верхний уровень АСУ ТП. Функции верхнего уровня АСУ ТП:

- диспетчерское управление;
- автоматическое управление;
- визуализация;
- вторичная обработка информации;
- регистрация;
- архивация данных;
- выполнение функций безопасности;
- выполнение общесистемных функций.

Для организации удалённого пункта диспетчеризации, который включает в себя серверную часть и клиентов. Серверная часть реализуется на пульте управления. Данные могут передаваться клиентам различными способами.

1.3 Технология web-визуализации

Web-визуализация – это технология, которая позволяет управлять и контролировать «Codesys» визуализацию с помощью web-браузера. «Codesys» формирует описания объектов визуализации проекта в формате XML и загружает их в контроллер. Web-сервер обрабатывает данные контроллера и также в формате XML создает визуализацию. Данная схема показана на рисунке 1.2.

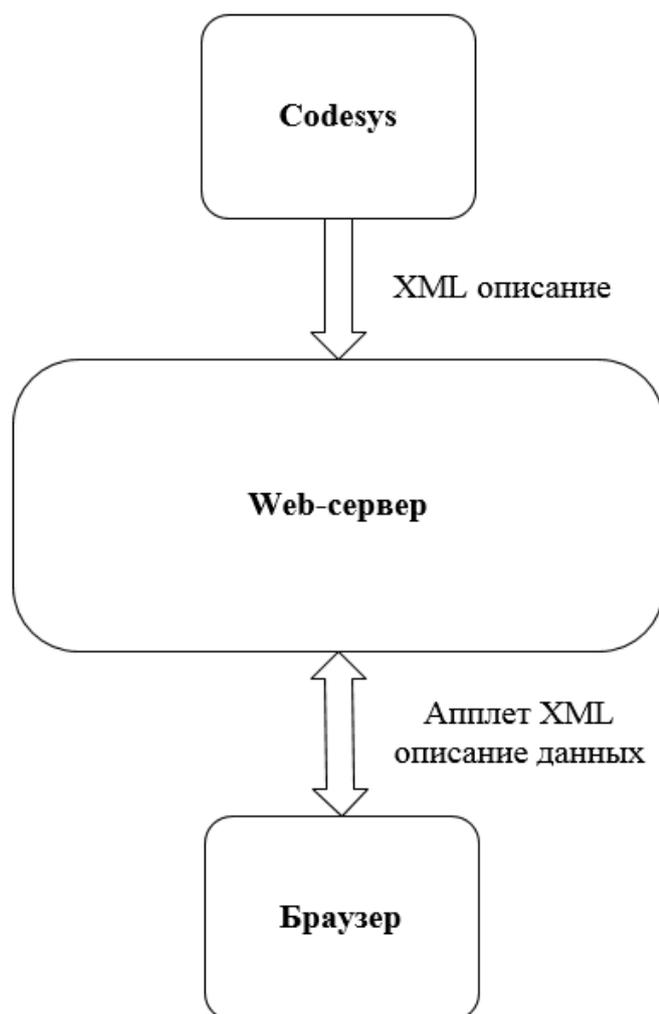


Рисунок 1.2 – Web-визуализация

Для осуществления web-визуализации необходим web-сервер на пульте управления, данные с ПЛК передаются на web-страницу.

При этом подходе возможны решения следующих задач:

- передача на удалённый диспетчерский пункт технологических параметров работы оборудования;
- дистанционное управление технологическим оборудованием;
- опрос и диагностика контроллеров, управляющих узлами объекта диспетчеризации;
- архивирование данных.

Web-визуализация позволяет отказаться от дорогостоящих SCADA-систем. Однако в данном случае ПЛК должен выполнять как первичную

обработку информации, так и вторичную. Для снижения нагрузки процессора контроллера также применяются Java-апплеты. Java-апплеты позволяют выполнить вторичную обработку данных уже на компьютере-клиенте.

Данная технология подходит для систем без быстропротекающих процессов. Также рекомендуется ее использовать в системах с малой информационной мощностью (число контролируемых параметров меньше 40) и в системах с пониженной информационной мощностью (от 40 до 160 параметров).

1.4 Среда разработки «Codesys»

Проект был разработан с помощью среды разработки «Codesys». Программный комплекс промышленной автоматизации «Codesys» основан на стандарте ГОСТ Р МЭК 61131-3 [1] и является продуктом компании 3S-Smart Software Solutions GmbH из Германии. Среда программирования, основанные на ГОСТ Р МЭК 61131-3 [1], описываются следующими параметрами:

- надежность программного обеспечения;
- среда разработки содержит средства для написания, тестирования и отладки программы;
- возможность модификации программ;
- переносимость программы с одного ПЛК на другой;
- простота языка;
- возможность повторного использования отработанных фрагментов [2].

МЭК 61131-3 определяет следующие языки:

- ST;
- FBD;
- IL;
- LD;

- SFC.

Стандарт ГОСТ Р МЭК 61131–3 [1] описывает два графических языка: «диаграмма цепей» (LD) и «диаграмма функциональных блоков» (FBD). В этих языках графические символы обеспечивают прямое соответствие между графическим представлением решения задачи и программой, решающей эту задачу. LD использует стандартизированный набор символов для ступенчатого программирования. По сути, эти диаграммы являются представлением релейной логики.

«Функциональные блочные диаграммы» (FBD) – это графический язык, элементы которого выглядят как блоки, соединенные проводами в электрическую цепь, делая язык удобным для множества прикладных программ, содержащих передачу информации или данных между различными компонентами.

К графическим языкам LD и FBD стандарт ГОСТ Р МЭК 61131–3 [1] определяет элементы языка «схема последовательных функций» (SFC) – «шаги», «переходы» и «блоки операций», которые могут быть использованы для организации «операций», написанных на любом языке, для получения алгоритмов последовательного управления.

В ГОСТ Р МЭК 61131–3 [1] определяется также два стандартных текстовых языка: «список команд» (IL) и «структурированный текст» (ST). IL - это язык низкого уровня, однако ST - это язык высокого уровня, разработанный для структурного программирования. Язык ST предоставляет булевы и арифметические операторы, а также конструкции структурного программирования.

Принципы языков ГОСТ Р МЭК 61131-3 [1]:

- разбиение программ на различные функциональные элементы, каждый из которых состоит из фрагментов кода, реализованных на одном из языков;
- строгая типизация данных, что делает возможным обнаружить большую часть ошибок программы до исполнения;

- поддержка структур для описания различных типов данных (целочисленные, действительные, битовые, беззнаковые целые, логические, временные и строки символов);
- существуют средства для исполнения различных фрагментов программы в разное время и с разной периодичностью;
- совместное использование отдельных фрагментов кода на различных типах языков;
- ПЛК работают в циклическом режиме, в каждом цикле сначала происходит сбор данных с модулей ввода, после происходит исполнение программ ПЛК и оканчивается выводом данных в устройства вывода.

В «Codesys» предусмотрен инструментарий, позволяющий облегчить труд разработчика прикладной системы. Так встроенный редактор обрабатывает текст и преобразует его в объектный код. Также с помощью текстовых редакторов программист получает возможность быстрого ввода кода, переменные объявляются автоматически и т.д. Графические редакторы служат для автоматической трассировки соединений компонентов, перемещения группы элементов, для автоматической нумерации цепей и предоставляет возможность масштабировать проект. Средства отладки осуществляет соединение с ПЛК, загрузку кода программы, режим останова, сброс ПЛК (холодный, горячий, заводской) и контроль версий кода. Средства управления проектами решает задачи управления библиотеками, документирование проекта, трансляции кода, представление общей структуры проекта. Также включены средства по восстановлению проекта и средства обеспечения безопасности.

Код проекта в «Codesys» состоит из компонентов. Функциональный блок, функция и программа являются компонентами. Каждый из них состоит из раздела переменных и кода. Компоненты обладают свойством инкапсуляции, которая скрывает данные. Это позволяет ограничить область видимости локальных переменных, обеспечить цикличность и разовость

исполнения. Таким образом решается задача структурной декомпозиции. Рассмотрим все компоненты.

Функция – это компонент, отображающий множество значений входных параметров на выход. Функция может возвращать только одно значение. При объявлении функции указывается тип возвращаемого значения, имя функции и список входных параметров. Тип возвращаемого значения может быть любым из числа стандартных типов данных. Тело функции может быть описано на языках IL, ST, LD или FBD. Использовать SFC нельзя. Из функции можно вызывать библиотечные функции и другие функции текущего проекта. Вызывать функциональные блоки и программы из функции нельзя. Вызов функции производится по имени с указанием значений входных параметров. Функция не имеет внутренней памяти.

Функциональный блок – компонент, отображающий множество значений входных параметров на множество выходных. После выполнения экземпляра функционального блока все его переменные сохраняются до следующего выполнения. Сохраняются все входные и выходные переменные. Вне функционального блока доступны только его входы и выходы, получение доступа к внутренним переменным блока невозможно.

Программа – глобальный программный элемент, отображающий множество значений входных параметров на множество выходных. Схожа с функциональным блоком. Из всех программных компонентов является самым крупным. При помощи программ определяется верхний уровень проекта и реализуется управление многозадачностью. Программы являются глобальными компонентами и объявляются на уровне ресурсов проекта [2].

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Изначально проект разрабатывался для ПЛК WAGO. С самого начала работы производились в аудитории непосредственно с контроллером, однако в дальнейшем в связи с невозможностью работы в аудитории проект был сделан на виртуальном контроллере. Разработанный проект может быть перенесен на контроллер. В данной главе рассмотрим как ПЛК WAGO, так и виртуальный контроллер.

2.1 Программируемый логический контроллер WAGO

ПЛК WAGO 750 является модульной и независимой от полевой шины системой ввода-вывода. Характеристики контроллера WAGO 750-881 приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристики контроллера

Характеристика	WAGO 750-881
Связь	Ethernet CAL Modbus TCP/IP LonWorks Profibus ASI DeviceNET Interbus CC-Link FireWire Lightbus KNX/EIB CANopen EnOcean DALI

Продолжение таблицы 2.1 – Характеристики контроллера

Протоколы передачи данных	HTTP BootP DHCP DNS SNTP FTP SNMP
Процессор	32-битный
Скорость передачи, Мбит/с	от 10 до 100
Напряжение питания, В	24
Входной ток при номинальной нагрузке (24 В), мА	500
Количество модулей ввода-вывода (на узел)	250
Эффективность источника питания при номинальной нагрузке (24 В), %	90
Температура рабочая, °С	от 0 до 55
Температура хранения, °С	от -40 до 85
Степень защиты	IP20
Память для хранения программ, Кбайт	1024
Память для хранения данных, Кбайт	512
Программная энергозависимая память, Кбайт	32
Количество модулей ввода-вывода на узел	250
Количество модулей ввода вывода без расширения шины	64
Среда программирования	Codesys

ПЛК состоит из базового контроллера (1), узла и расположенных в ряд модулей (2) ввода-вывода сигналов различной формы, которые вместе и

образуют узел полевой шины. Узел терминируется оконечным модулем (3). Состав ПЛК WAGO представлен на рисунке 2.1.

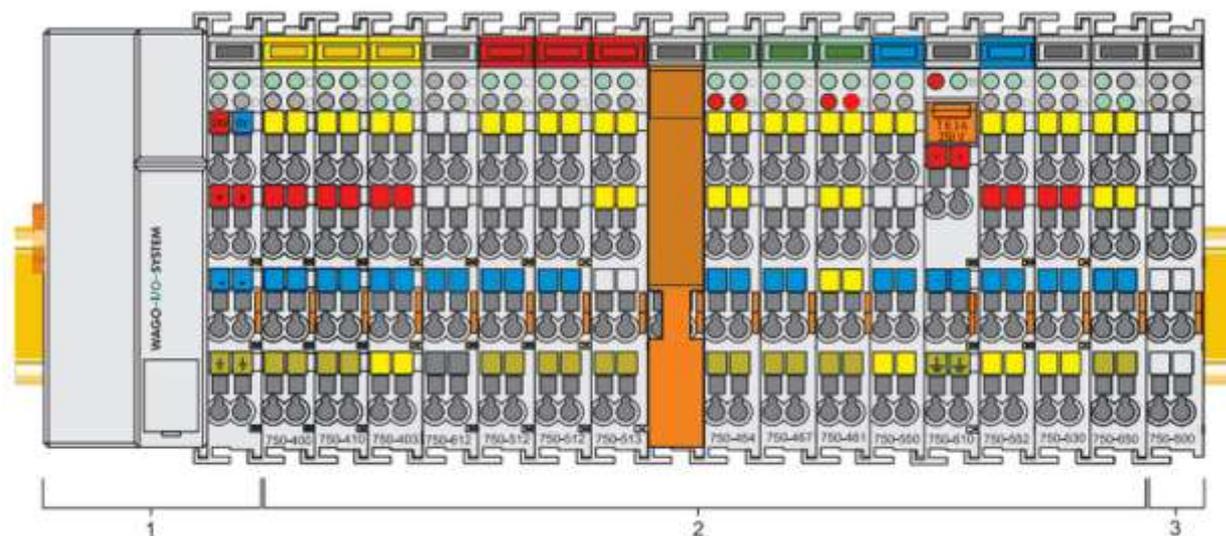


Рисунок 2.1 – Состав WAGO

Базовый контроллер включает в себя интерфейс полевой шины, а также модуль питания и электронику. Интерфейс полевой шины обеспечивает сопряжение полевой шины с физическим устройством. Встроенный модуль питания питает источник системного питания и источник питания полевой шины. Электроника получает данные с модулей ввода-вывода и производит их первичную обработку. Базовый контроллер выполняет обмен данными через полевую шину. Программируемые базовые контроллеры делают возможным в дополнение ко всему реализовать функции программируемого логического контроллера. Программирование ПЛК выполняется согласно ГОСТ Р МЭК-61131-3 [1]. Также у данного контроллера есть дополнительная возможность подключения модулей ввода-вывода для реализации различных цифровых, аналоговых и специальных функций. Базовый контроллер и модули ввода-вывода обмениваются данными по внутренней шине [4].

Внешний вид контроллера показан на рисунке 2.2.

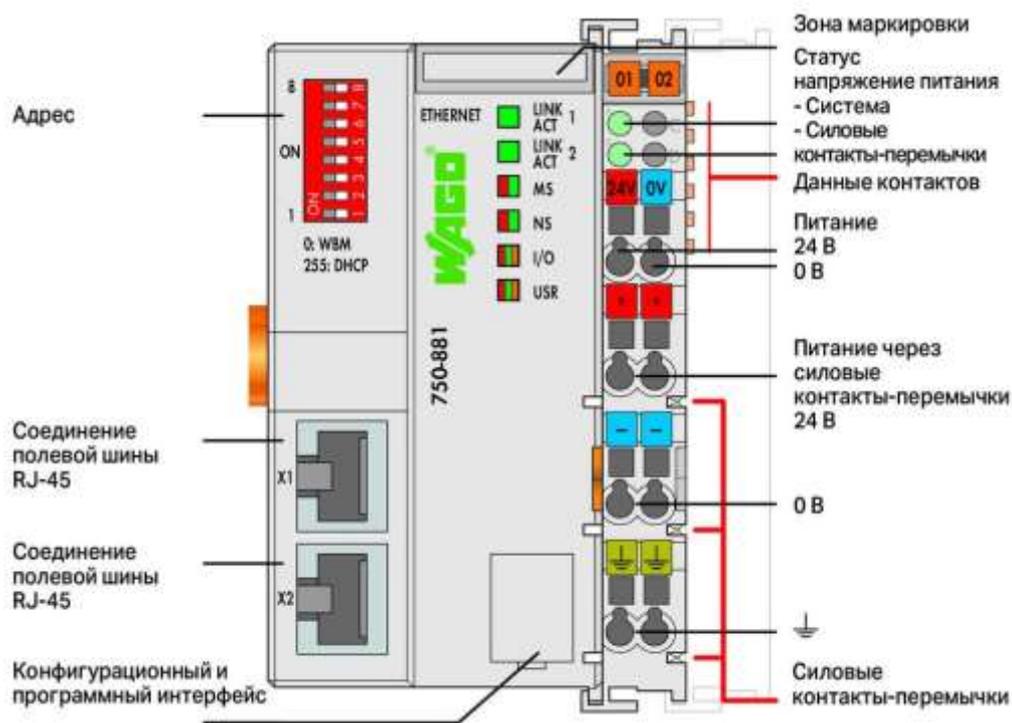


Рисунок 2.2 – Внешняя панель

Контроллер состоит из следующих частей:

- источник питания устройства с сетевым блоком питания системной электроники и шиной разводки потенциала питания через контакты соседних расположенных в ряд модулей сборки;
- интерфейс полевой шины с разъемом;
- светодиодные индикаторы для индикации рабочего состояния, связи с шинной системой, рабочих напряжений, а также для сигнализации неисправностей и диагностики;
- конфигурационный и программный порт;
- переключатель режимов работы;
- электроника для связи с модулями ввода-вывода (внутренняя шина) и интерфейсом полевой шины [4].

Внутри узла полевой шины имеются три гальванически изолированные друг от друга группы модулей с различными потенциалами:

- напряжение питания интерфейса полевой шины.

- электроника базового контроллера узла и модулей ввода-вывода (внутренняя шина).

- во всех модулях ввода-вывода предусмотрена гальваническая развязка между системными (внутренняя шина, логика) и полевыми электронными приборами. В некоторых дискретных и аналоговых входных модулях эта развязка реализована на уровне каналов.

Для системы WAGO 750 нужен источник питания с напряжением 24 В постоянного тока. Подача напряжения осуществляется через базовый контроллер, также есть возможность дополнительно через модули питания внутренней шины. Источник питания показан на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Источник питания

Электроника базового контроллера сетевого узла, интерфейс полевой шины и модули ввода-вывода получают постоянное напряжение питания по внутренней шине от источника системного напряжения 5 В. Источник системного напряжения 5 В и системный источник питания 24 В гальванически соединены между собой [4].

Датчики и исполнительные механизмы подключаются на канал модуля ввода-вывода по однопроводной или четырехпроводной схеме.

Питание они получают с модуля ввода-вывода. На рисунке 2.4 представлен источник питания.

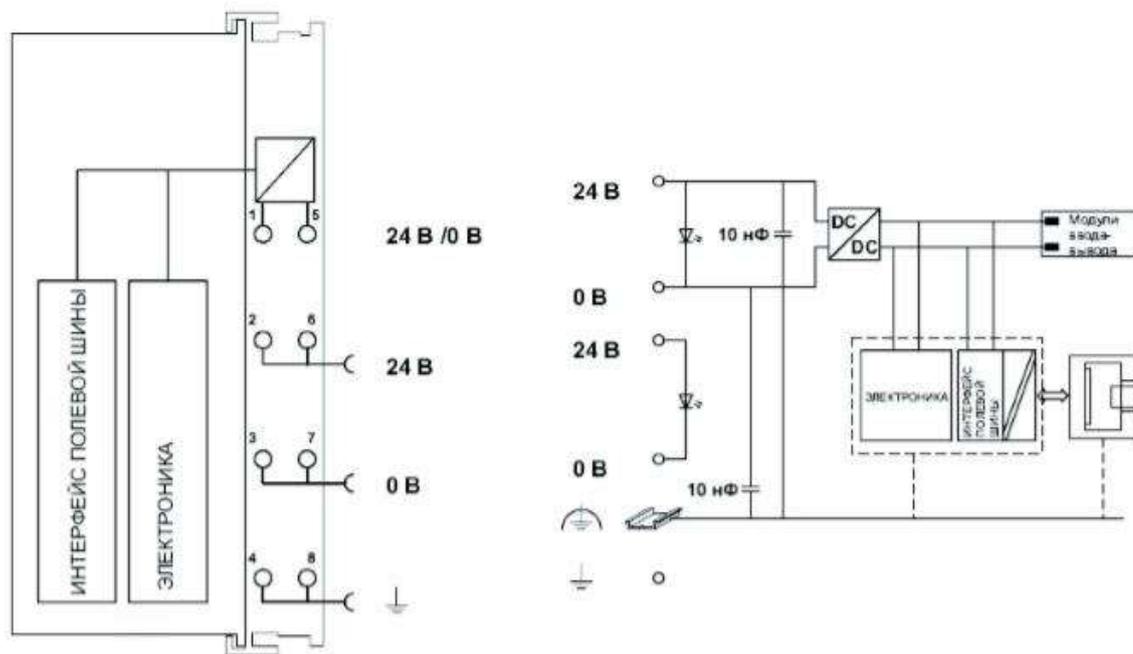


Рисунок 2.4 – Источник питания устройства

Размножение питающего напряжения для полевого оборудования происходит автоматически путем наращивания соответствующих модулей ввода-вывода через контакты питания.

В системе есть встроенные элементы индикации, роль которых выполняют световые индикаторы. Информация выводится посредством светоизлучающих диодов на верхнюю часть корпуса (рисунок 2.5). Светодиоды могут быть отчасти многоцветного свечения (красный/зеленый или красный/зеленый/оранжевый).

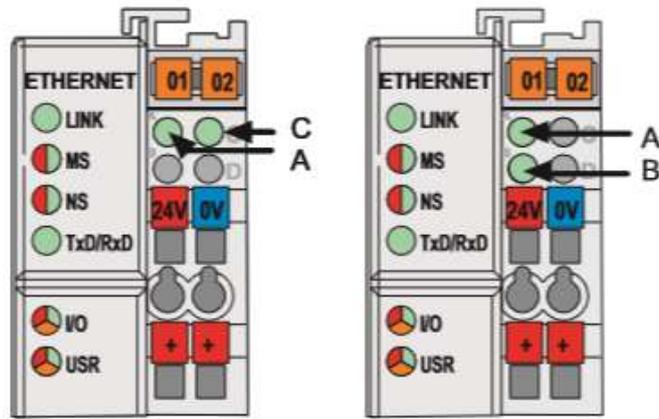


Рисунок 2.5 – Элементы индикации

Обозначение светодиодов представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Обозначение светодиодов

Индикатор	Цвет	Значение
LINK	Зеленый	Подсоединение к сети выполнено
MS	Красный/зеленый	Состояние узла(модуля)
NS	Красный/зеленый	Состояние сети
TxD/RxD	Зеленый	Происходит обмен данными
IO	Красный/зеленый /оранжевый	Сигнализация случившийся ошибки
USR	Красный/зеленый /оранжевый	Может быть активирован какой-либо программой
A	Зеленый	Наличие напряжения питания системы
B и C	Зеленый	Наличие напряжения на шине питания

Конфигурационный порт и программный порт находятся под крышкой (рисунок 2.6). Он используется для связи с WAGO-I/O-CHECK, WAGO-I/O-PRO САА и для загрузки прошивки.

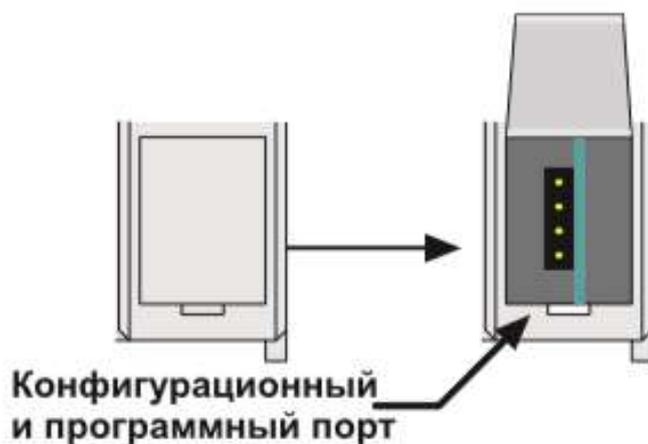


Рисунок 2.6 – Конфигурационный и программный порт

Также под крышкой находится переключатель режимов работы (рисунок 2.7). Данный переключатель представляет собой кнопочно-ползунковый переключатель с тремя положениями и возможностью нажатия кнопки.

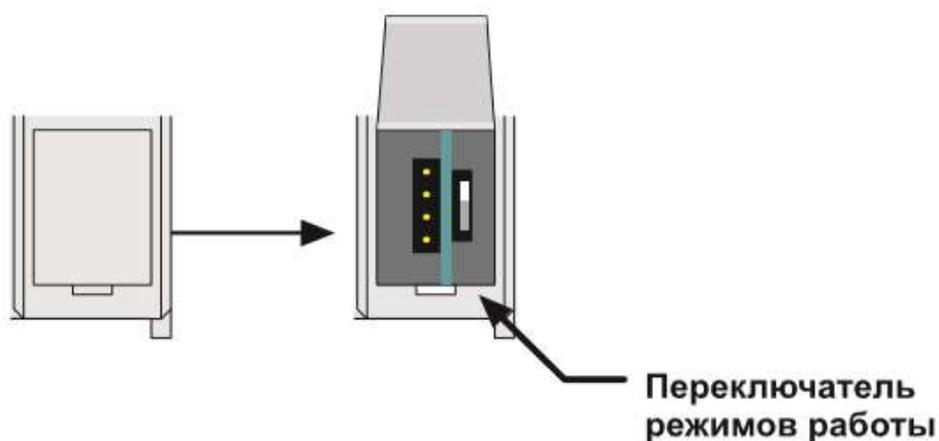


Рисунок 2.7 – Переключатель режимов работы

Функции переключателя представлены в таблице 2.3. Изменение режима работы происходит в конце цикла программы ПЛК узла полевой шины.

Таблица 2.3 – Функции переключателя

Переключатель режимов работы	Функция
Из среднего положения в верхнее	Запускаются прошивка и программа программируемого контроллера узла полевой шины (запуск программы на выполнение/"RUN")
Из верхнего положения в среднее	Запускается прошивка, программа программируемого контроллера узла полевой шины приостановлена (остановка выполнения программы/"STOP")
Нижнее положение	Контроллер запускает загрузчик ОС
Нажать	Аппаратный сброс. Производится сброс всех выходов; переменные устанавливаются в 0 или в FALSE или в исходное значение. Удержание переменной или меркер не изменяются. Аппаратный сброс может быть выполнен как в режиме STOP, так и в режиме RUN независимо от положения переключателя режимов работы.

Изменение режима работы происходит в конце цикла программы ПЛК узла полевой шины [5].

В некоторых модулях ввода-вывода или их вариантах структура данных процесса задается полевой шиной. В базовом контроллере узла сети Ethernet TCP/IP образ процесса имеет пословную структуру (с выравниванием по границе слова). Внутреннее представление данных, которые больше одного байта, осуществляется в формате Intel.

Обмен данными процесса в контроллере узла полевой шины Ethernet TCP/IP происходит либо по протоколу MODBUS/TCP, либо по Ethernet IP. MODBUS/TCP работает по принципу ведущий/ведомый. Ведомым является устройство управления верхнего уровня, например, ПК или программируемый логический контроллер. Ethernet контроллеры TCP/IP системы WAGO-I/O-SYSTEM 750, являются, как правило, ведомыми

устройствами. Однако путем программирования согласно стандарту ГОСТ Р МЭК 61131-3 [1] контроллерам также могут придаваться функции ведущих устройств. Ведущее устройство инициирует установление связи. Этот информационный запрос путем адресации может быть направлен на определенный узел. Узлы получают информационный запрос и, в зависимости от его типа, посылают ответ на ведущее устройство. Контроллер может создавать определенное количество одновременных соединений (сокет-соединений) с другими сетевыми узлами:

- три соединения для HTTP (считывание HTML-страниц с контроллера);
- 15 соединений через MODBUS/TCP (считывание или запись входных и выходных данных с контроллера);
- 128 соединений Ethernet IP;
- пять соединений через программируемый контроллер узла полевой шины (предусмотрены в библиотеке функций управления с ПЛК прикладных программ согласно ГОСТ Р МЭК 61131-3 [1]);
- два соединения для WAGO-I/O-PRO CAA (эти соединения зарезервированы для отладки прикладной программы по Ethernet. WAGO-I/O-PRO CAA требует для отладки наличия одновременно два соединения. Однако доступ к контроллеру может иметь только один программный пакет);
- 10 соединений для FTP;
- два соединения для SNMP Максимальное число одновременно работающих соединений не может быть превышено. При необходимости установления дополнительных соединений установленные ранее должны быть разорваны.

Для обмена данными контроллер узла полевой шины Ethernet TCP/IP имеет, по существу, три устройства сопряжения:

- устройство сопряжения с полевой шиной (ведущее);
- функциональность ПЛК программируемого контроллера узла полевой шины (из ЦПУ);

- устройство сопряжения с модулями ввода-вывода.

Обмен данными происходит между ведущим устройством полевой шины и модулями ввода-вывода, между функциональностью ПЛК программируемого контроллера узла полевой шины (ЦПУ) и модулями ввода-вывода, а также между ведущим устройством полевой шины и функциональностью ПЛК программируемого контроллера полевой шины (ЦПУ). Если в качестве полевой шины используется ведущее устройство MODBUS, то оно осуществляет доступ к данным, используя для этого реализованные в контроллере функции MODBUS, в то время как Ethernet IP использует для доступа к данным модель объекта. Доступ программируемого контроллера узла полевой шины к данным осуществляется с использованием прикладной программы согласно ГОСТ Р МЭК 61131-3 [1].

2.2 Виртуальный контроллер

В проекте был использован контроллер PLCWinNT. PLCWinNT – виртуальный контроллер, входящий в состав среды разработки «Codesys».

Программа для PLCWinNT создается и отлаживается в «Codesys» также как для реальных контроллеров. Отличия от реальных контроллеров заключается в том, что PLCWinNT не имеет собственных входов и выходов, поэтому обмен данными с внешними устройствами возможен только посредством компьютера, на котором он запущен. Это могут быть последовательные и сетевые интерфейсы. При наличии специальных плат можно подключиться к развитым промышленным сетям.

Система программирования и OPC-сервер связаны с виртуальным контроллером через единый программный шлюз Codesys Gateway Server. Шлюз необходим, поскольку эмулятор, как и реальные контроллеры, не может одновременно обслуживать несколько абонентов по TCP/IP. В сети TCP/IP Gateway Server и PLCWinNT выполняют роль сервера и имеют

фиксированные номера портов TCP (1210 и 1200 соответственно), а «Codesys» и OPC-сервер выступают в качестве клиентов [6].

3 РАЗРАБОТКА WEB-ВИЗУАЛИЗАЦИИ

3.1 Загрузка программы в виртуальный контроллер

1. Настройка целевой платформы

После создания проекта в среде Codesys в настройках целевой платформы задается конфигурация 3S CoDeSys SP PLCWinNT V2.4 (рисунок 3.1).

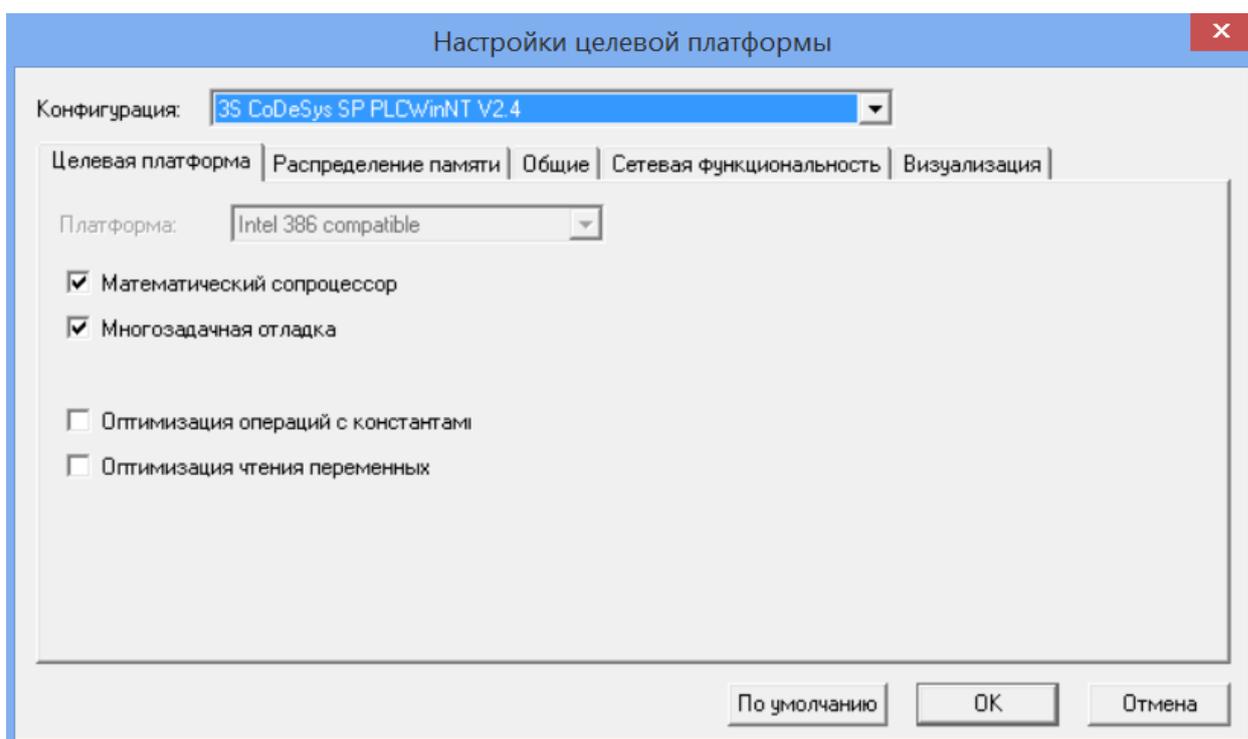


Рисунок 3.1 – Выбор конфигурации

2. Запускается PLCWinNT, расположенный C:\Program Files (x86)\3S Software\CoDeSys SP PLCWinNT.

3. Настройка символьного файла

Во вкладке «опции» вызывается диалоговое окно «символьная конфигурация» (проставить галочку в графе «создавать описания», рисунок 3.2). Это обеспечивает создание символьного файла при компиляции проекта. Перейти в опцию «настроить символьный файл». В этой вкладке

устанавливаются атрибуты объекта и выбираются переменные, которые будут использоваться в проекте.

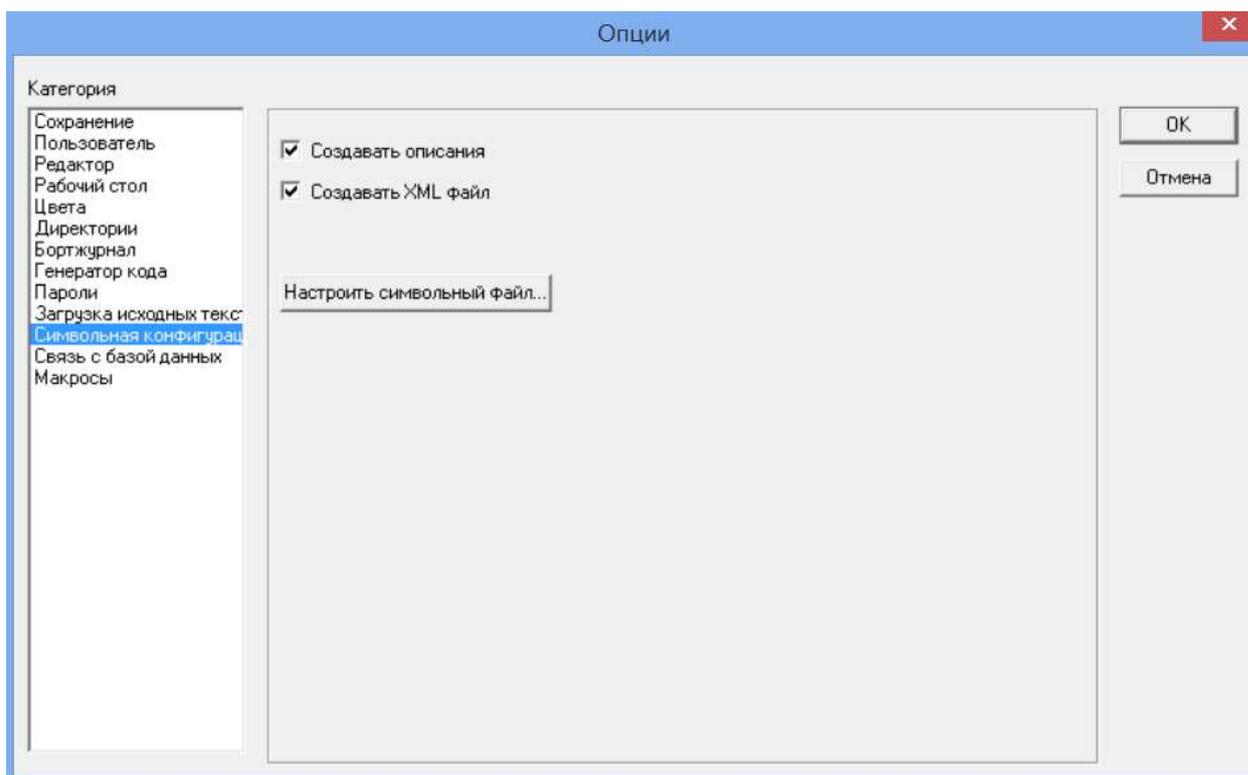


Рисунок 3.2 – Символьная конфигурация

4. Настройка параметров связи

Во вкладке «параметры связи» добавляется новый канал связи (рисунок 3.3). Для соединения с сервером связи используется диалог «communication parameters», который доступен во вкладке «gateway». Параметры настройки канала связи, доступные в диалоге «gateway».

Connection – определяет тип соединения с сервером связи. Если сервер локальный, соединение может быть выполнено через разделение памяти (local) или через TCP/IP. Для удаленного сервера только TCP/IP;

Address IP – указывает адрес компьютера, на котором запущен сервер связи или соответствующее символьное имя. По умолчанию используется Localhost, что эквивалентно указанию IP адреса 127.0.0.1. Для соединения с удаленным сервером связи задаётся необходимый адрес или символьное имя;

Password – пароль, необходимый для подключения к удаленному серверу. Пароль задаётся на сервере, щелкнув правой кнопкой мыши на иконке сервера связи в панели задач. При работе с локальным сервером пароль не нужен;

Port - порт, на который настроен сервер связи. Обычно правильное значение здесь уже задано по умолчанию [7].

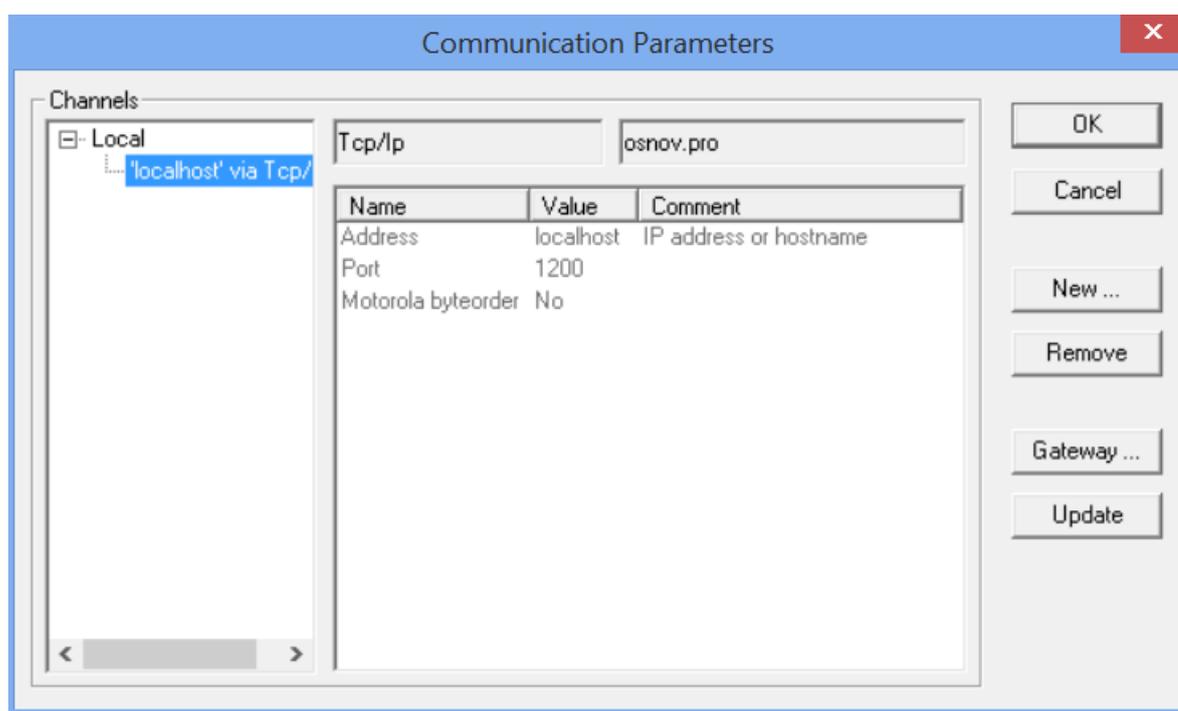


Рисунок 3.3 – Параметры связи

5. Настройка параметров OPC сервера.

Открывается CoDeSys OPC Configurator, добавляется ПЛК «append PLC» и настраивается соединение. Настройка OPC Configurator приведена на рисунке 3.4.

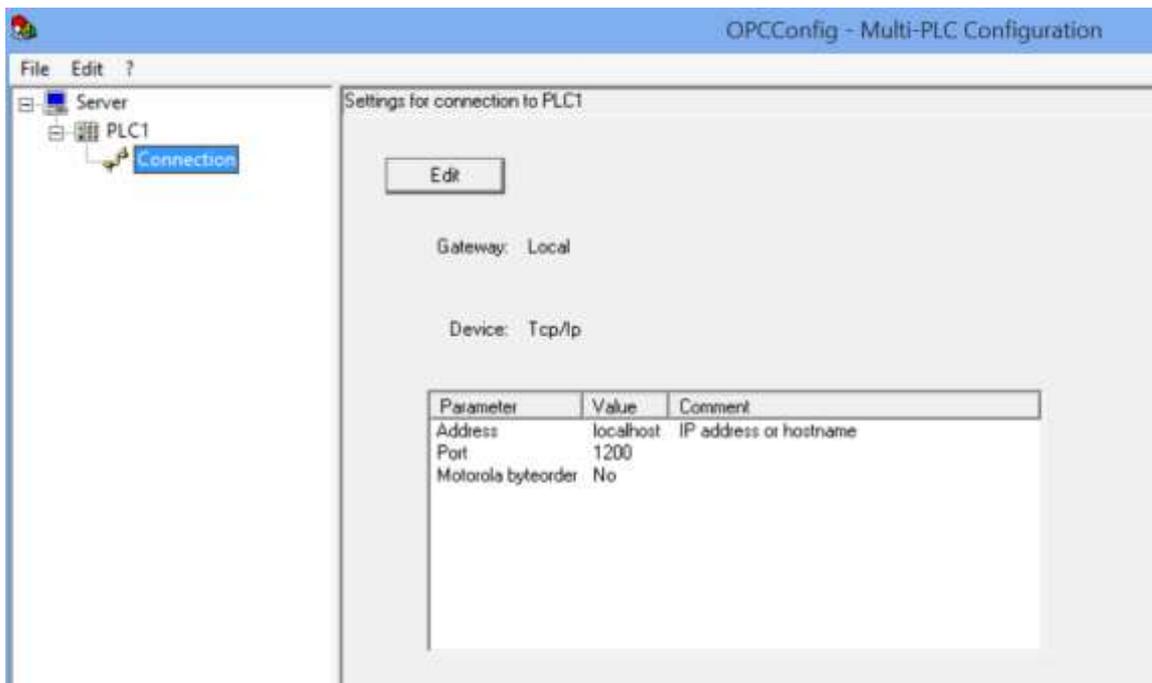


Рисунок 3.4 – Настройка OPC сервера

6. Компиляция программы

После всех настроек нужно в меню «проект» выполнить команду «очистить все», а затем «компилировать все». Скомпилированную программу необходимо загрузить в контроллер (рисунок 3.5).

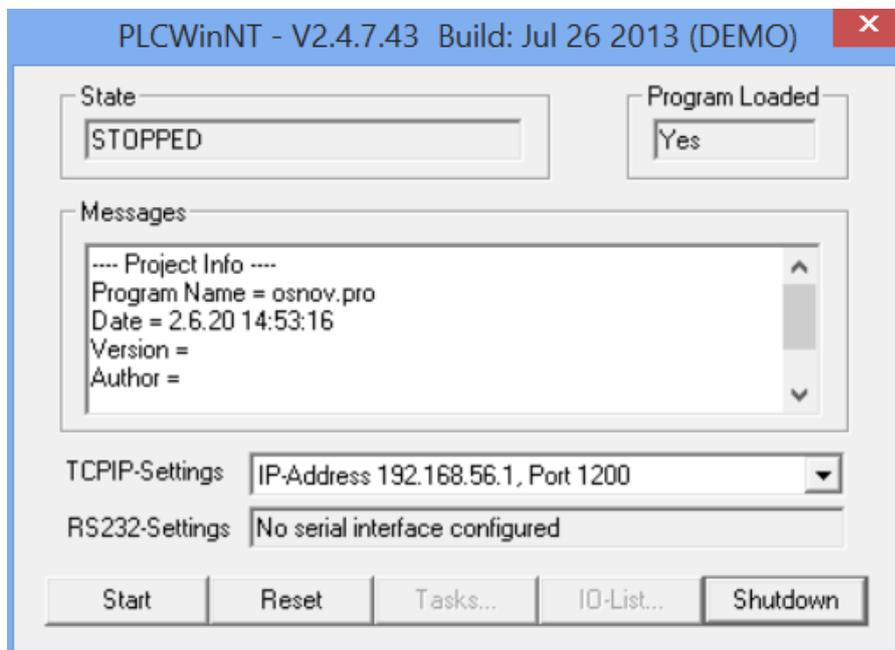


Рисунок 3.5 – PLCWinNT

3.2 Конфигурация контроллера

Для работы с ПЛК WAGO необходимо обеспечить соединение ПК с узлом полевой шины. Кабель связи соединяет конфигурационный и программный порт контроллера со свободным портом компьютера. Узлу полевой шины присваивается IP-адрес. Механизм присвоения следующий::

- запускается программа «WAGO Ethernet Settings».
- выбирается вкладка «TCP/IP».
- активируется опция «Using following address» (для того чтобы задать адрес, нужно изменить опцию по умолчанию);
- указывается нужный IP-адрес;
- адреса переносится в контроллер командой «Write».

3.3 Работа с web-визуализацией

Web-визуализация разрабатывается с помощью инструментального программного комплекса «Codesys». Во вкладке «ресурсы» перейдем в «настройку целевой платформы» и в визуализации установим «web-визуализация» (рисунок 3.6). Данная настройка позволяет скомпилировать все объекты web-визуализации.

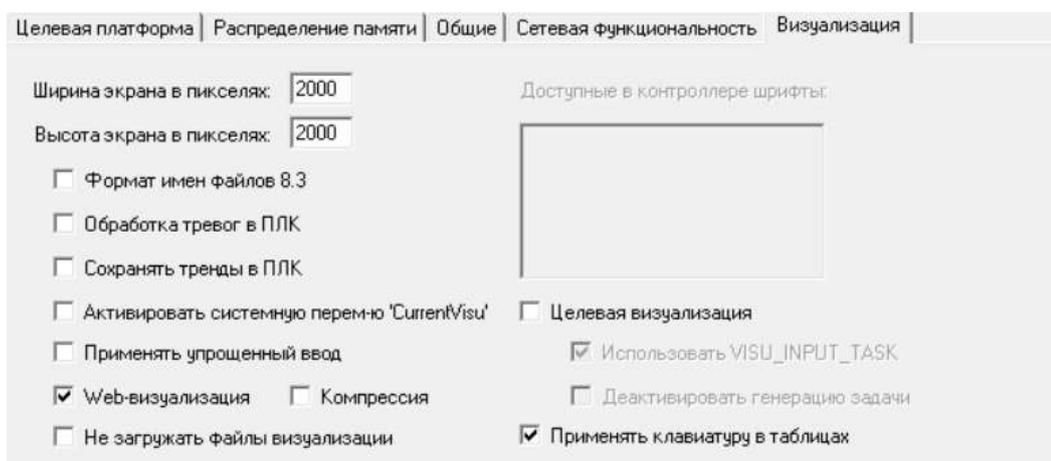


Рисунок 3.6 – Установка web-визуализации в настройках целевой платформы

Следующим шагом устанавливается последняя версия «Java». Это можно сделать в «Configure Java» во вкладке «Update». «Java» необходима для отображения визуализации в браузере.

Для настройки «Java» открывается «Configure Java» и во вкладке «Security» устанавливается высокая настройка уровня безопасности. Приложениям, подписанным с помощью действительного сертификата, разрешается выполняться с запросами безопасности. Также разрешается выполняться приложениям с запросами безопасности, если не удастся проверить состояние отзыва сертификата. Все остальные приложения блокируются. Разрабатываемая визуализация не имеет сертификатов для безопасного доступа к странице в браузере. Чтобы не возникало проблем с доступом, следует внести разрабатываемую web-визуализацию в список исключений. Процедура внесения web-визуализацию в список исключений продемонстрирована на рисунке 3.7.

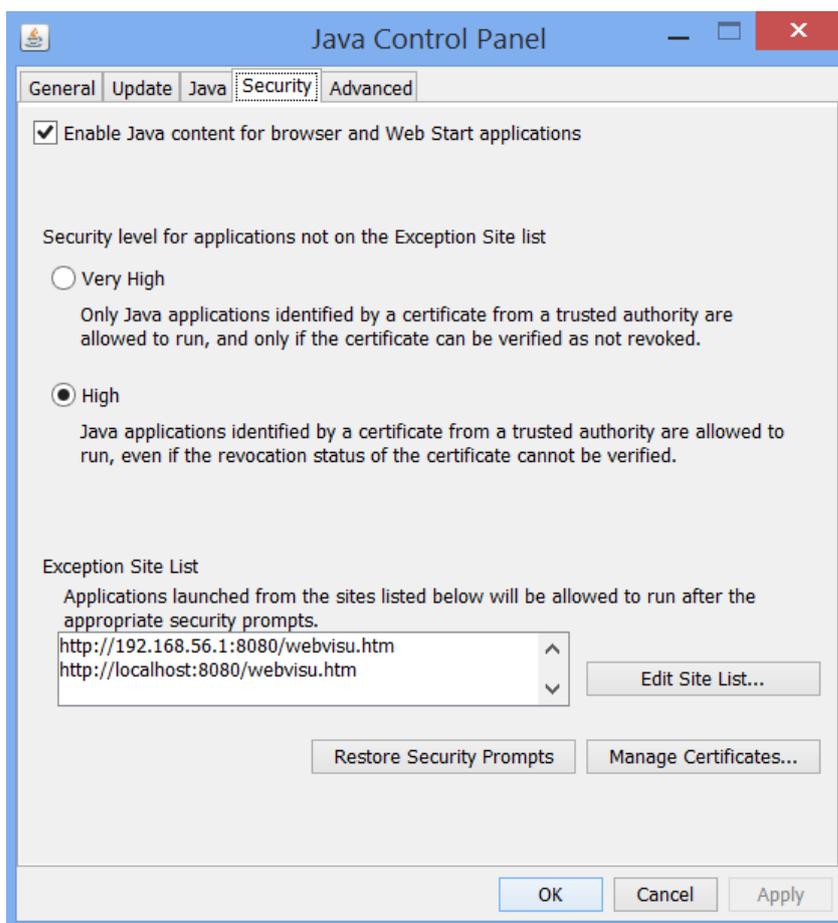


Рисунок 3.7 – Внесение исключений

Просмотр страницы web-визуализации выполняется в браузере Internet Explorer 11. В Internet Explorer реализована функция обеспечения безопасности, которая блокирует элементы управления ActiveX. Для открытия разработанной страницы необходимо изменить настройки безопасности браузера, чтобы этого не происходило с разработанной web – страницей которая воспринимается браузером как сайт. Механизм настройки следующий. В «свойствах браузера» выбирается зона «надежные сайты» (рисунок 3.8).

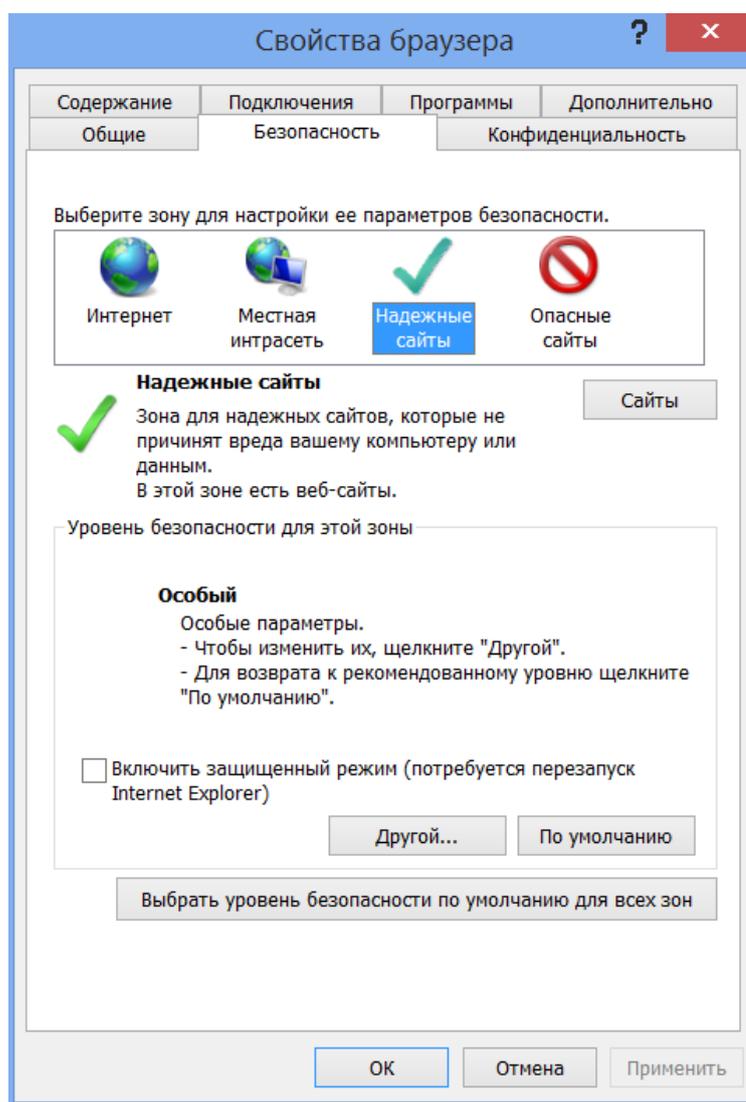


Рисунок 3.8 – Свойства браузера

Необходимо добавить разработанную страницу web-визуализации в список надежных сайтов. Таким образом, страницы, включенные в список

исключений, будут относиться к надежным сайтам. Сделать это можно перейдя на вкладку «сайты» (рисунок 3.9).

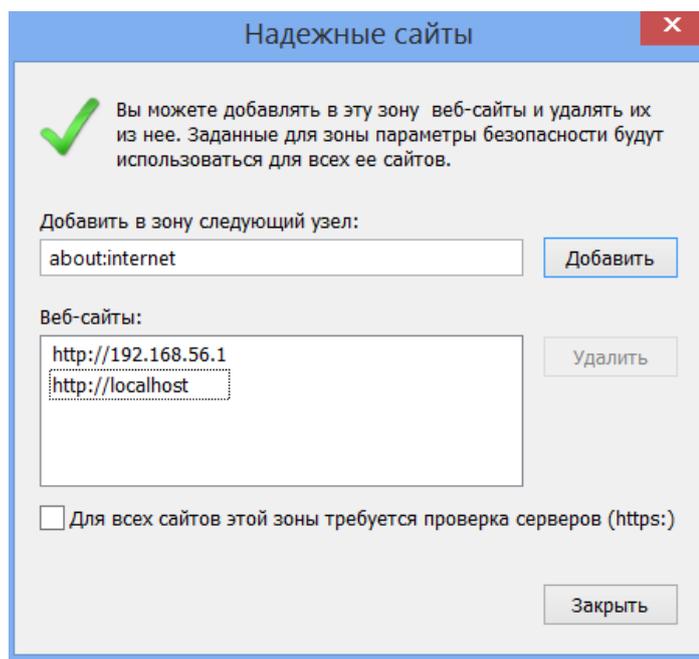


Рисунок 3.9 – Добавление web-визуализации в список надежных сайтов

Во вкладке «параметры безопасности» необходимо задать параметры элементов ActiveX (рисунок 3.10). Включить следующие параметры:

- разрешить запуск элементов управления ActiveX, которые не использовались ранее без предупреждения;
- автоматические запросы элементов ActiveX;
- разрешить сценарии;
- разрешить использовать без запроса только утвержденным доменам;
- запуск элементов ActiveX и модулей подключения;
- выполнять сценарии элементов ActiveX, помеченные как безопасные.

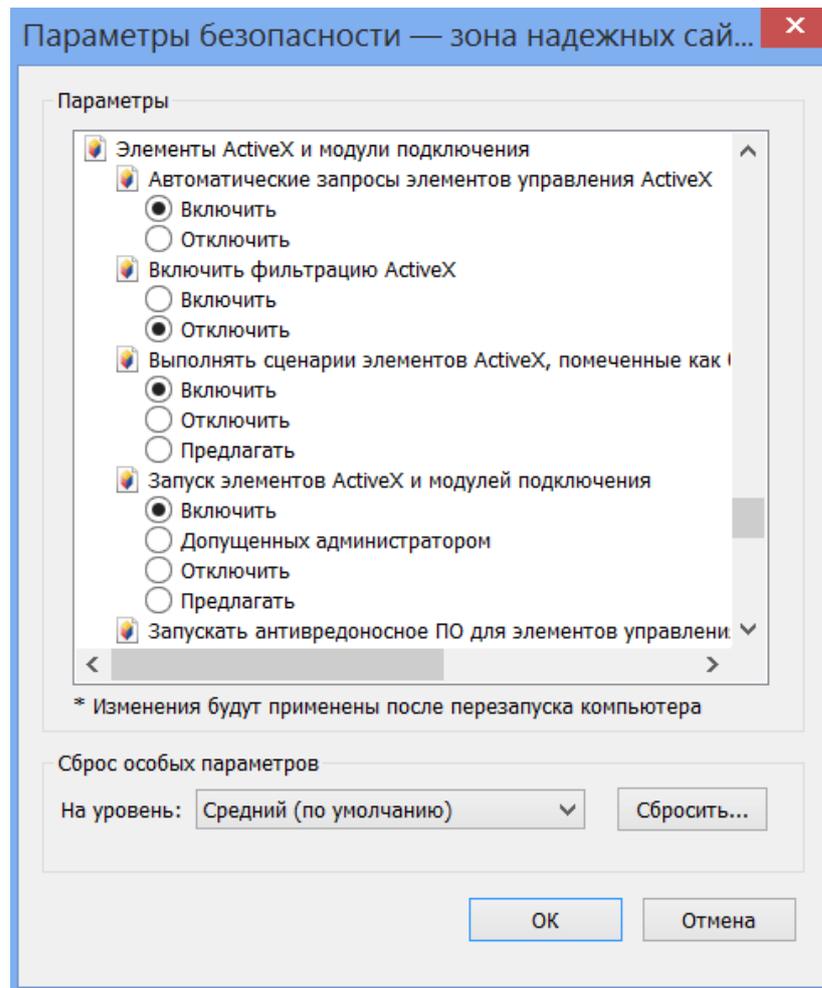


Рисунок 3.10 – Параметры безопасности

Базовой HTML-страницей для web-визуализации является файл `webvisu.htm`. Этот файл можно редактировать и менять параметры, влияющие на характеристики web-визуализации.

Параметры web-визуализации:

- `STARTVISU` – указывает стартовый объект визуализации (по умолчанию `PLC_VISU`);
- `UPDATETIME` – задает интервал обновления;
- `USECURRENTVISU` – определяет, должна ли изменяться визуализация, если в ПЛК – программе изменяется значение системной переменной;
- `USEFIXSOCKETCONNECTION` – при значении `TRUE` для мониторинга будет использоваться фиксированное сокет соединение;

- FORCEDLOAD – параметр задает список визуализаций, который необходимо загрузить при старте web-визуализации;
- COMPRESSEDFILES – при значении TRUE web-визуализация первым делом будет загружать zip-файл;
- SELECTION – задает цвет и ширину строки;
- USEURLCONNECTION – задается URL-соединение;
- ERROR_SENSITIVITY – устанавливает количество попыток передачи файла с сервера;
- KEYPADINDIALOGS – при значении TRUE можно вводить значения в диалоговых окнах (при работе с сенсорными панелями);
- KEYBOARDUSAGEFROMDIALOGS – при значении TRUE можно использовать клавиатуру при открытом диалоговом окне;
- WRITEACCESSLOCK – служит для ограничения доступа при работе нескольких клиентов;
- DEFAULTENCODING – при значении TRUE в визуализации будет использована изначальная кодировка;
- ENCODINGSTRING – параметр позволяет задать определенную кодировку системы;
- PLCSTATEINTERVAL – интервал проверки состояния ПЛК (Start или Stop);
- ALARMUPDATEBLOCKSIZE – точное число тревог, которое обновляется за цикл;
- SUPPORTTOOLTIPSINALARMTABLE – при значении TRUE в таблице тревог будут показываться подсказки;
- TOOLTIPFONT – данный параметр определяет шрифт для подсказок;
- FILEOPENSAVEDIALOGFONT – параметр, определяющий шрифт для открытия и записи файлов;
- ALARMTABLEFONT – параметр, определяющий шрифт для таблицы тревог;

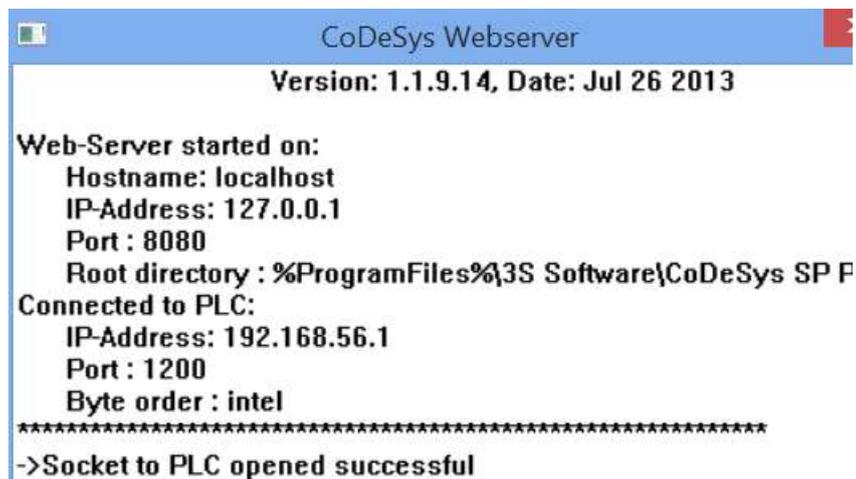
- USECURRENTLANGUAGE – при значении TRUE языковые настройки целевой визуализации и web-визуализации будут синхронизированы [8].

Перед запуском web-сервера важно правильно выполнить конфигурацию сервера. Конфигурация сервера выполняется в файле webserver_conf. Важно правильно настроить параметры webserver-port-nr и use-file-upload-dir.

Настраиваемые параметры:

- webserver-port-nr – порт, на котором сервер ожидает запросы браузера;
- target-port-nr – порт системы исполнения;
- target-ip-address – IP-адрес системы исполнения;
- use-file-upload-dir – при значении TRUE нужно указать каталог загрузки файлов;
- file-upload-dir – каталог загрузки файлов;
- use-intel-byte-order – тип порядка байт.

Результат подключения web-сервер представлен на рисунке 3.11.



```
CoDeSys Webserver
Version: 1.1.9.14, Date: Jul 26 2013

Web-Server started on:
  Hostname: localhost
  IP-Address: 127.0.0.1
  Port : 8080
  Root directory : %ProgramFiles%\3S Software\CoDeSys SP F
Connected to PLC:
  IP-Address: 192.168.56.1
  Port : 1200
  Byte order : intel
*****
->Socket to PLC opened successful
```

Рисунок 3.11 – Web-сервер

Для корректного подключения необходимо, чтобы порт, где сервер ожидает запросы браузера был свободен. Если порт занят, то браузер выдает ошибку доступа (рисунок 3.12). Порт необходимо освободить, выяснив ИД

процесса, который выполняется через этот порт. Процесс останавливается. Если остановка процесса невозможна, то меняется адрес порта в файле `webserver_conf`.

Access Error: 404 -- Not Found

Cannot open document for: `/webvisu.htm`

Рисунок 3.12 – Ошибка доступа

3.4 Апробация результатов

В качестве примера системы автоматизации выбрана система регулирования уровня в трех независимых друг от друга баках с жидкостью. Для создания визуализации в основной программе перейдем во вкладку «визуализации» и создадим объект с именем «PLC_VISU». Если объекту будет задано другое имя, то его нужно указать в файле `webvisu.htm` в параметре `STARTVISU`. В окне визуализации разместим элементы, в которых будут содержаться переменные. Визуализация показана на рисунке 3.13.

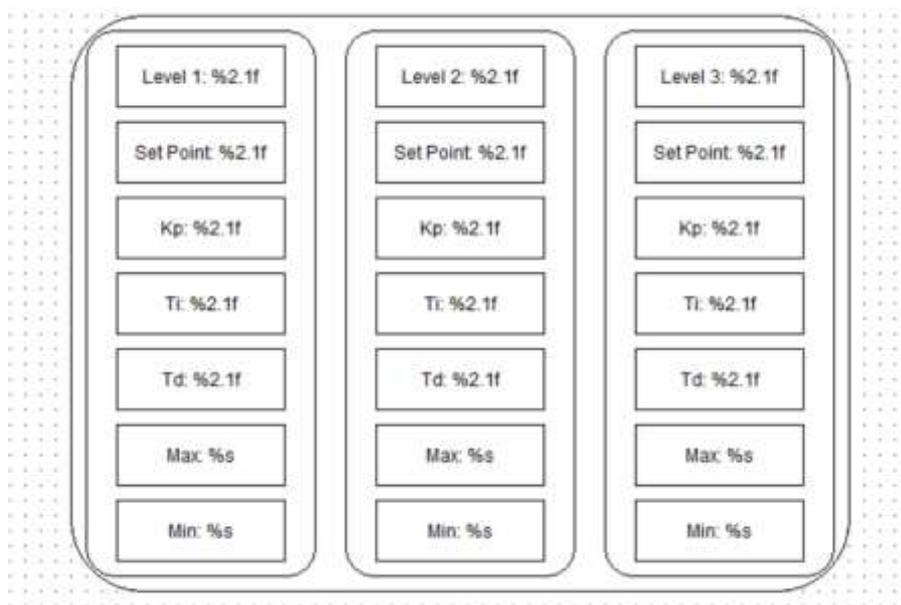


Рисунок 3.13 – Визуализация в Codesys

Для привязки элементов программы к объектам визуализации переходим в окно «конфигурирование элементов». Это окно показано на рисунке 3.14.

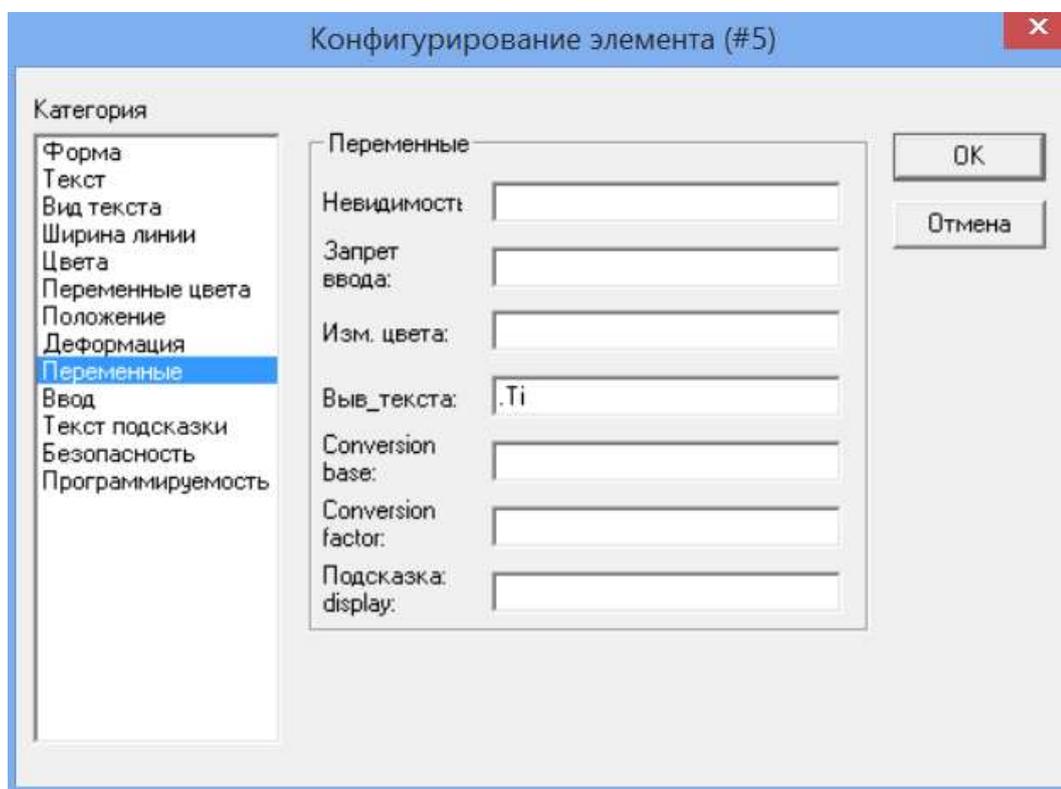


Рисунок 3.14 – Окно конфигурирования

В окне «конфигурирование элементов» есть несколько различных категории:

- форма – можно изменить форму отображение некоторых элементов визуализации:
 - прямоугольник;
 - скругленный прямоугольник;
 - эллипс;
 - линия;
- текст – определяет текст элемента (если в тексте есть %s или %f, то переменная, указанная в поле «выв_текста», будет выводиться в режиме online - динамическая переменная);

- вид текста – позволяет изменять следующие атрибуты отображения текста:

- цвет текста;
- флаги текста (выравнивание);
- высота;
- имя шрифта;
- флаги (начертание шрифта);

- ширина линии – позволяет выбрать толщину линий элемента (выбор из пяти вариантов и возможность задать значение толщины вручную, также можно привязать ширину линии к переменной);

- цвета – позволяет задать основные и тревожные цвета для заливки и линий, а также можно создать прозрачные элементы;

- переменные цвета – позволяет привязать переменные к цветам элементов:

- цвет заливки;
- тревожный (цвет заливки в случае тревоги);
- цвет рамки;
- тревожный (цвет рамки в случае тревоги);
- флаг заливки (установленная конфигурация цвета заполнения может быть активирована и деактивирована);
- флаг рамки (отображение рамки).

- положение – позволяет менять положение объекта в соответствии с определенными переменными:

- сдвиг по X;
- сдвиг по Y;
- масштаб;
- угол;

- деформация – позволяет задать деформацию объекта в соответствии с определенными переменными;

- переменные – можно указать переменные, описывающие динамическое состояние элемента визуализации:
 - невидимость (при значении FALSE элемент визуализации видим, при значении TRUE элемент невидим);
 - запрет ввода (при значении TRUE все настройки категории «ввод» не учитываются);
 - изменение цвета (при значении FALSE элемент визуализации представляется в его основном цвете, при значении TRUE элемент представляется в его тревожном цвете);
 - выв_текста (если в тексте есть %s или %f, то значение заданной здесь переменной отображается в режиме online);
 - подсказка (можно указать переменную типа STRING, значение которой будет работать как всплывающая подсказка элемента визуализации);
- ввод – содержит различные виды ввода переменной:
 - переменная переключения – когда эта опция активирована, то в режиме online каждый щелчок мышкой на изображении элемента будет изменять значение логической переменной, указанной в поле справа. Значение переменной изменяется при каждом щелчке мыши с TRUE в FALSE и наоборот;
 - переменная-кнопка – когда эта опция активирована, то в режиме online указанная в поле справа логическая переменная будет иметь значение TRUE, пока удерживается клавиша мыши, помещенной на изображение элемента. Когда активирована опция «нажатие FALSE», то значение переменной при нажатии клавиши будет соответствовать FALSE. Как только вы отпустите клавишу, значение переменной возвратится к исходному значению;

- переход в виз. – когда эта опция активирована, можно указывать в следующем поле, к какой визуализации необходимо перейти по щелчку мыши на изображении элемента;
 - выполняется программы – когда эта опция активирована, можно указывать в следующем поле одну или несколько исполняемых программ;
 - ввод в переменную «выв_текста» – когда эта опция активирована в режиме online предоставляется возможность вводить в этом элементе визуализации текст, список способа ввода данных в режиме online: текст, цифровая панель или буквенная панель;
- текст подсказки – позволяет ввести текст, который будет появляться во всплывающем текстовом окне;
 - безопасность – определяет права групп пользователей;
 - программируемость – позволяет задавать динамическое управление через переменные проекта [9].

В свойствах объекта визуализации помечается, что оно используется как «web-визуализация» (рисунок 3.15).

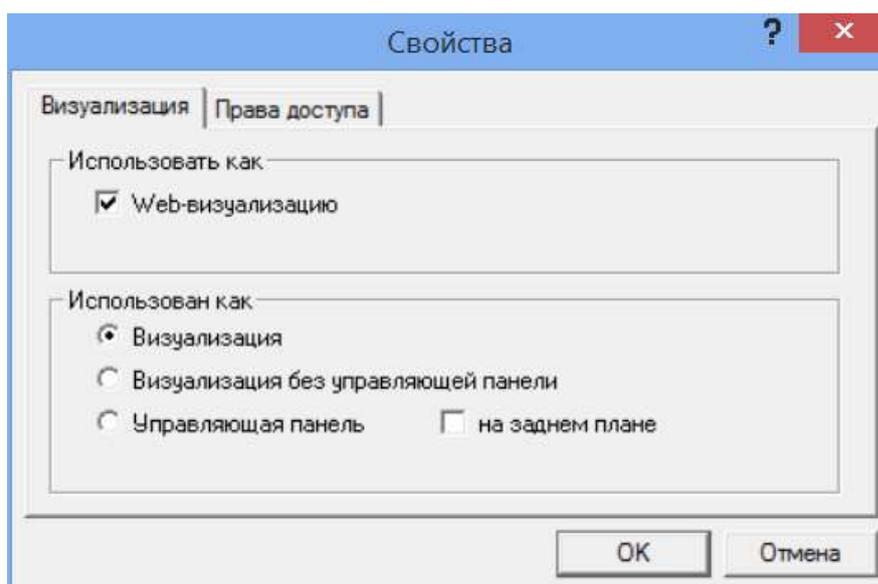


Рисунок 3.15 – Свойства объекта web-визуализации

В связи с перепадами скорости сети важно избежать скачков картинки или ее зависания. Эта задача решается циклическим запуском программы. Для этого в основной программе выполняется переход во вкладку «ресурсы» и далее в «конфигурацию задач». В «свойствах задачи» устанавливается интервал в 500 мс (рисунок 3.16).

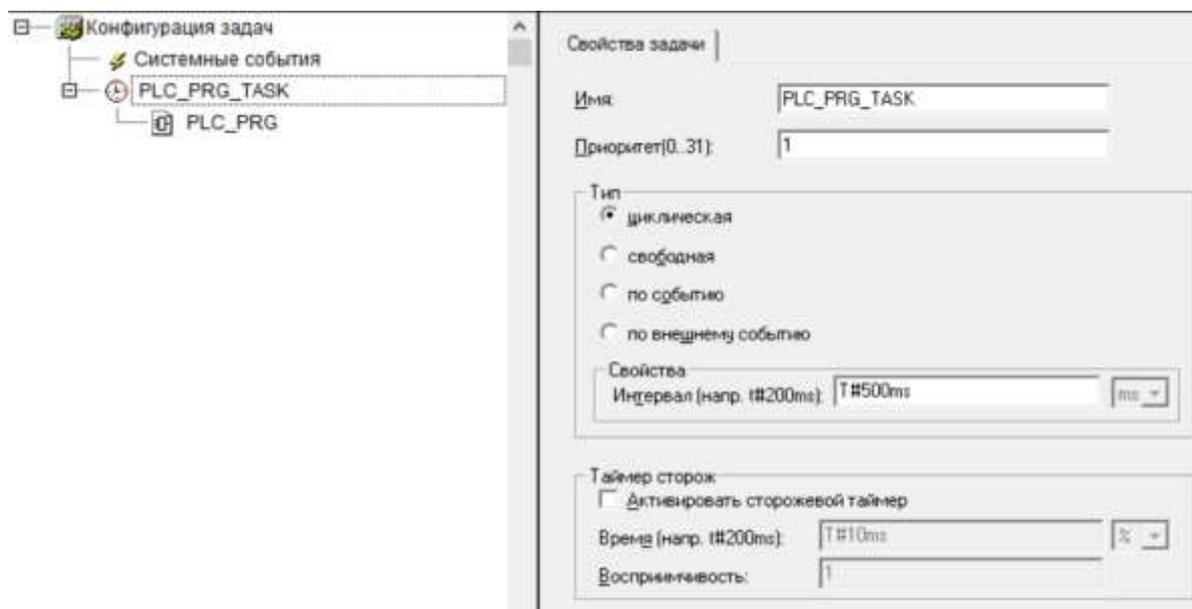


Рисунок 3.16 – Конфигурация задач

Codesys автоматически помещает созданную страницу в контроллер. Запускается web-сервер с настроенными параметрами. В командной строке браузера указываем адресу страницы в контроллере:

«`ip-адрес/порт web-сервера/webvisu.htm`».

Если все действия выполнены правильно то на экране ПК должна появиться разработанная страница (рисунок 3.17).

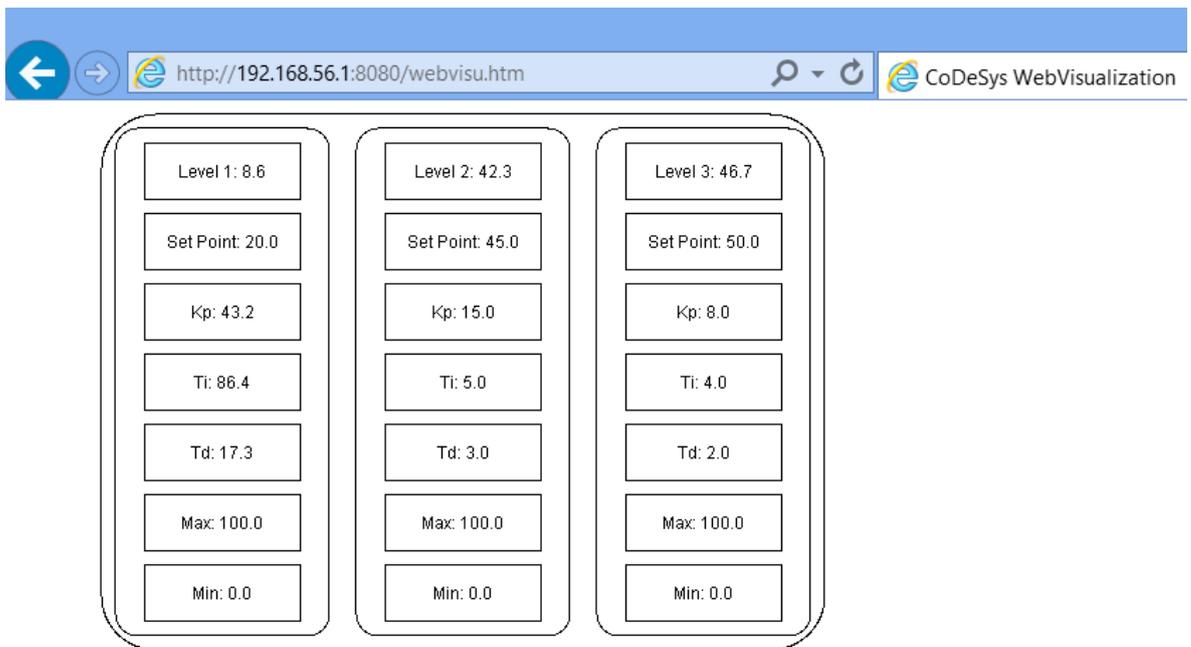


Рисунок 3.17 – Страница web-визуализации в браузере

Для предотвращения несанкционированного доступа к проекту в Codesys разграничиваются права доступа для разных групп пользователей. Права доступа устанавливаются в свойствах объекта. В графе «применить ко всем» устанавливается галочка, тогда установленные права доступа будут применены ко всем элементам проекта. Разграничение прав показано на рисунке 3.18.

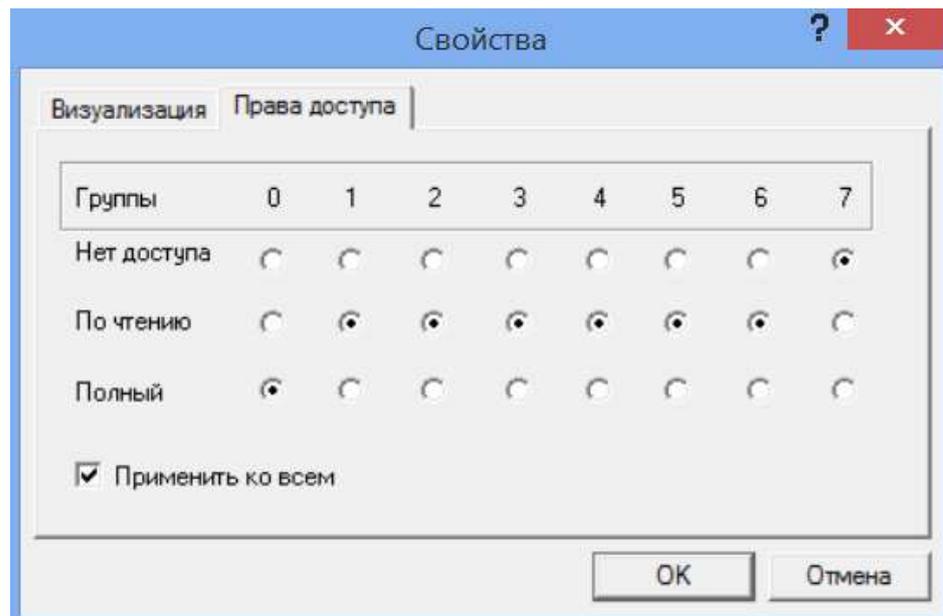


Рисунок 3.18 – Установление прав доступа

Права доступа представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Права доступа

Права доступа	Значения
Нет доступа	Элемент невидим
По чтению	Элемент видим, однако не управляем
Полный	Элемент видим и управляем

Устанавливаются пароли для каждой группы пользователей (рисунке 3.19).

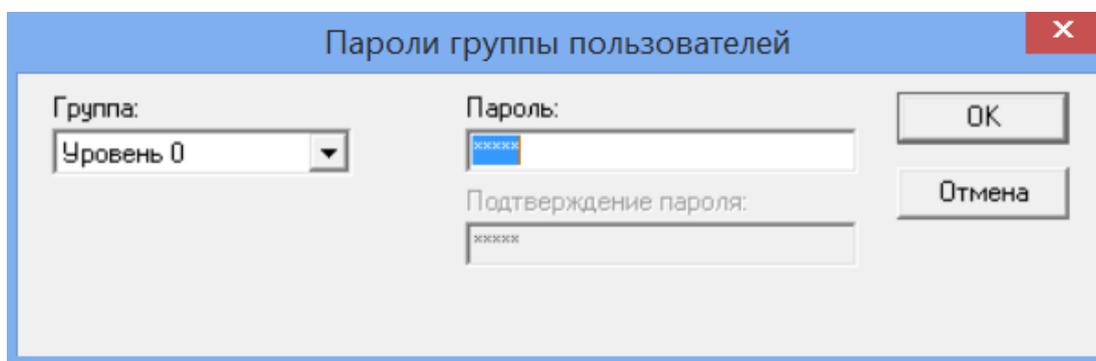


Рисунок 3.19 – Установка пароля

Контроллер WAGO имеет функцию получения значений и их записи с помощью HTTP запросов. Получать значения параметров с контроллера можно с помощью команды «READPI». Форма HTTP запроса следующая:

- логин;
- пароль;
- адрес контроллера;
- команда «READPI»;
- адрес «ADR» (адрес входа или выхода);
- формат «FORMAT» (%d или %x).

Также у WAGO есть возможность записывать новые значения с помощью команды «WRITEPI».

Параметры страницы:

- width - данный параметр устанавливает ширину блочных или заменяемых элементов;
- height - устанавливает высоту блочных или заменяемых элементов;
- rowspan - устанавливает число ячеек, которые должны быть объединены по вертикали;
- align - задает выравнивание содержимого колонок по горизонтали;
- colspan - устанавливает число ячеек, которые должны быть объединены по горизонтали;
- bgcolor - устанавливает цвет фона ячейки;
- strong - выделение жирным шрифтом [10].

Создадим таблицу для заполнения значений. В языке HTML каждая таблица начинается тэгом <TABLE> и заканчивается </TABLE>.

Зададим таблицу и в верхней строке впишем имена объектов.

```
<TR>
<TD align="left" width='100'><p>Объект 1</p></TD>
<TD align="left" width='80'><p></p></TD>
<TD align="left" width='100'><p>Объект 2</p></TD>
<TD align="left" width='80'><p></p></TD>
<TD align="left" width='100'><p>Объект 3</p></TD>
<TD align="left" width='80'><p></p></TD>
</TR>
```

Далее укажем имя параметра и его значение, которое передается из контроллера.

```
<TR>
<TD align="left" width='100' bgcolor="#7CFC00"><p>Level</p></TD>
<TD align="center" width='80' bgcolor="#F0F8FF"><p><!--#READPI
ADR=QX2.0&FORMAT=%d--></p></TD>
<TD align="left" width='100' bgcolor="#7CFC00"><p>Level</p></TD>
```

<TD align="center" width='80'bgcolor="#F0F8FF"><p><!--#READPI
ADR=QX2.7&FORMAT=%d--></p></TD>

<TD align="left" width='100' bgcolor="#7CFC00"><p>Level</p></TD>

<TD align="center" width='80'bgcolor="#F0F8FF"><p><!--#READPI
ADR=QX2.14&FORMAT=%d--></p></TD>

</TR>

Далее таким образом заполним всю таблицу. Покажем заполнение первых двух столбцов таблицы. Для параметра «Set point»:

<TD align="left" width='100' bgcolor="#7CFC00"><p>Set
point</p></TD>

<TD align="center" width='80'bgcolor="#F0F8FF"><p><!--#READPI
ADR=QX2.1&FORMAT=%d--></p></TD>

Для параметра «Kp»:

<TD align="left" width='100' bgcolor="#7CFC00"><p>Kp</p></TD>

<TD align="center" width='80'bgcolor="#F0F8FF"><p><!--#READPI
ADR=QX2.2&FORMAT=%d--></p></TD>

Для параметра «Ti»:

<TD align="left" width='100' bgcolor="#7CFC00"><p>Ti</p></TD>

<TD align="center" width='80'bgcolor="#F0F8FF"><p><!--#READPI
ADR=QX2.3&FORMAT=%d--></p></TD>

Для параметра «Td»:

<TD align="left" width='100' bgcolor="#7CFC00"><p>Td</p></TD>

<TD align="center" width='80'bgcolor="#F0F8FF"><p><!--#READPI
ADR=QX2.4&FORMAT=%d--></p></TD>

Для параметра «Max»:

<TD align="left" width='100' bgcolor="#7CFC00"><p>Max</p></TD>

<TD align="center" width='80'bgcolor="#F0F8FF"><p><!--#READPI
ADR=QX2.5&FORMAT=%d--></p></TD>

Для параметра «Min»:

<TD align="left" width='100' bgcolor="#7CFC00"><p>Min</p></TD>

```
<TD align="center" width='80'bgcolor="#F0F8FF"><p><!--#READPI  
ADR=QX2.6&FORMAT=%d--></p></TD>
```

Итоговая страница показана на рисунке 3.20.

Объект 1	Объект 2	Объект 3
Level	Level	Level
Set point	Set point	Set point
Kp	Kp	Kp
Ti	Ti	Ti
Td	Td	Td
Max	Max	Max
Min	Min	Min

Рисунок 3.20 – HTML-страница

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данный раздел выпускной квалификационной работы необходим для анализа конкурентоспособности и ресурсоэффективности. Целью данной работы является обеспечение удаленного управления для контроля и управление технологическими объектами сеть Internet.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для определения потребителей результатов исследования следует рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем данная разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определёнными общими признаками. Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определённый товар или услуга. Целевым рынком системы удаленного контроля и управления могут быть энергетические компании, ресурсодобывающие предприятия и учебные учреждения. Карта сегментирования представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Карта сегментирования

		Сфера использования		
		Энергетические компании	Ресурсодобывающие предприятия	Учебные учреждения
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

В данной карте сегментирования показано, что для реализации разработки подходят мелкие и средние энергетические компании, ресурсодобывающие предприятия и учебные учреждения. Для того чтобы использовать данную разработку в крупных компаниях необходимо обеспечить полную безопасность передачи данных.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Необходимо проводить детальный анализ конкурирующих разработок, потому что рынок находится в постоянном непрекращающемся движении. Анализ конкурентных решений помогает понять наиболее уязвимые и наиболее сильные стороны проекта в сравнении с решениями, представленными на рынке.

В ходе проекта работы проводились с помощью программное обеспечение Codesys. Подобную работу можно выполнить, используя другое программное обеспечение. Например, программное обеспечение фирмы Siemens – Simatic Step 7.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _ф	К _{к1}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Надежность	0,1	5	5	0,5	0,5
Функциональная мощность	0,15	5	5	0,75	0,75
Удобство в эксплуатации	0,2	4	4	0,8	0,8
Потребность в ресурсах памяти	0,05	4	3	0,2	0,15
Качество интеллектуального интерфейса	0,15	4	5	0,6	0,75
Экономические критерии оценки эффективности					
Цена	0,15	5	2	0,75	0,3
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	0,5	0,5
Послепродажное обслуживание	0,1	3	3	0,3	0,3
Итого	1	35	32	4,4	4,05

Примечание – Б_ф – использование Codesys; Б_{к1} – использование Simatic Step 7.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i B_i, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Из таблицы 8 видно, что использование Codesys является более конкурентоспособным решением, чем использование Simatic Step 7.

4.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ – это метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории (таблица 4.3):

- Strengths (сильные стороны);
- Weaknesses (слабые стороны);
- Opportunities (возможности);
- Threats (угрозы).

Таблица 4.3 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны: С1. Значительная экономия на отсутствии верхнего уровня автоматизации. Хорошо подходит для малых и средних предприятий. С2. Простой и доступный интерфейс для управления процессом. С3. Возможность удаленного управления. С4. Оператор технологического процесса находится в безопасности.	Слабые стороны: Сл1. Web-визуализация доступна не для всех контроллеров. Сл2. Отсутствие возможности обрабатывать и хранить данные на ПК. Сл3. Не подходит для управления быстротекущими процессами. Сл4. Ограниченные возможности визуализации.
--	---	---

Продолжение таблицы 4.3 – Матрица SWOT-анализа

<p>Возможности: В1. Низкая стоимость в сравнении со SCADA-системами делает данную технологию доступной. В2. Рост спроса со стороны малого и среднего бизнеса. В3. Улучшение инструментов защиты информации и полное обеспечение безопасности данных. В4. Внедрение данной технологии на более крупные промышленные предприятия.</p>	<p>1. Низкая стоимость разработки делает продукт более конкурентоспособным на рынке. 2. Популярность Web-технологий будет только возрастать.</p>	<p>1. Внедрение технологии на крупные промышленные предприятия возможно лишь после улучшения инструментов защиты информации и устранение ограниченных возможностей визуализации. 2. Данная технология доступна не для всех контроллеров. В связи с этим внедрение возможно не на всех предприятиях.</p>
<p>Угрозы: У1. Высокие требования к безопасности данных. У2. Уменьшение стоимости внедрении SCADA-систем.</p>	<p>1. Постепенное обеспечение полной безопасности данных со временем сделает технологию более конкурентоспособной.</p>	<p>1. Невозможность конкуренции со SCADA-системами на крупных предприятиях, если стоимость SCADA-систем снизится.</p>

Из данной SWOT-матрицы видно, что следует опереться на следующие сильные стороны: дешевизна, простота и обеспечение безопасности специалистов. Касательно слабых стороны, стоит обратить внимание на то, что технология доступна не для всех контроллеров и отсутствие возможности хранить и обрабатывать информацию. Также требуется обеспечить безопасность данных. Работа над данными недостатками позволит проекту стать более конкурентоспособным и снизить влияние угроз на проект.

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1 Структура работ

В ходе выполнения научных исследований была создана рабочая группа, состоящая из научного руководителя и студента.

В данном подразделе приведен, созданный перечень работ и отдельных этапов в рамках проведения исследования, а также приведены исполнители по каждому виду работ (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Перечень работ, этапов и распределений исполнителей

№ этапа	Содержание работ	Должность исполнителя
1	Постановка целей и задач	НР – 100 %
2	Обзор литературы	С – 100 %
3	Календарное планирование работ	НР – 80 %, С – 20%
4	Анализ технологий	С – 100%
5	Создание проекта в Codesys	С – 100%
6	Установка связи проекта с контроллером	С – 100%
7	Создание рабочей страницы	С – 100%
8	Анализ результатов	НР – 20 %, С – 80%
9	Оформление расчетно-пояснительной записки	С – 100%
10	Подведение итогов	НР – 100 %

Примечание – НР – научный руководитель; С - студент.

4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Так как трудовые затраты чаще всего являются основной частью стоимости проведенного исследования, определение трудоемкости выполнения работ для каждого исполнителя является важным моментом.

Ожидаемое значение трудоемкости $t_{ож}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}, \quad (4.2)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы чел.дн;

t_{\min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн;

t_{\max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн.

Для построения графика работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого этапа работ в рабочих днях преобразуется в календарные дни по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{КД}, \quad (4.3)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{КД}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$K_{КД} = \frac{T_{КД}}{T_{КД} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (4.4)$$

где $T_{КД}$ – количество календарных дней в году;

$T_{ВД}$ – количество выходных дней в году;

$T_{ПД}$ – количество праздничных дней в году.

Сумма выходных и праздничных дней в 2020 году составляет 118 дней. Значение коэффициента календарности для 2020 года:

$$K_{КД} = \frac{366}{366 - 118} = \frac{366}{248} = 1,48 \quad (4.5)$$

Все рассчитанные значения сведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Временные показатели приведения научного исследования

№ этапа	Исполнители	Продолжительность работы, дни			Трудоемкость работ по исполнителям, чел.-дн.			
		t_{\min} , чел.-дн.	t_{\max} , чел.-дн.	$t_{ож\acute{o}}$, чел.-дн.	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					НР	С	НР	С
1	НР	5	7	5,8	6,96	—	10,30	—
2	С	7	10	8,2	2,95	9,84	4,37	14,56
3	НР, С	3	6	4,2	1,26	5,04	1,86	7,46
4	С	5	9	6,6	7,92	0,79	11,72	1,17

5	С	13	17	14,6	—	17,52	—	25,93
6	С	11	15	12,6	—	15,12	—	22,38
7	С	7	14	9,8	4,70	11,76	6,96	17,40

Продолжение таблицы 4.5 – Временные показатели приведения научного исследования

8	НР, С	14	20	16,4	3,94	19,68	5,83	29,13
9	С	15	20	17	—	20,4	—	30,19
10	НР	2	5	3,2	3,84	0,38	5,68	0,56
Итого:				98,4	31,57	100,53	46,72	148,78

Примечание – НР – научный руководитель; С - студент.

На основании таблицы 4.5 была построена диаграмма Ганта (рисунок 4.1). Наибольший промежуток времени согласно диаграмме Ганта занимает этап исследования.



Рисунок 4.1 – Диаграмма Ганта

4.5 Определение бюджета научно-технического исследования

Нужно обеспечить достоверное и полное отражение всех расходов, связанных с выполнением выпускной квалификационной работы, во время планирования его бюджета. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;

- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

4.5.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

В рамках расчета материальных затрат необходимо учесть стоимость всех материальных ценностей, которые использовались в ходе данной работы. В ходе теоретических исследований необходимо было воспользоваться следующими программными пакетами: Codesys, Microsoft Office, Internet Explorer, Java и др. Все эти программные пакеты предоставляются бесплатно для студентов ТПУ или находятся в свободном доступе. Поэтому затраты на материалы включают в себя лишь расходы на канцелярские принадлежности и затраты на комплектующие для печати. Расчёт материальных затрат приведён в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма затрат, руб.
Упаковка бумаги А4	250	1	250
Чернила для принтера	690	1	690
Ручка	15	2	30
Тетрадь	50	1	50
Итого			1020

4.5.2 Расчёт амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления – это средства, которые направляются на ремонт или покупку новых основных средств.

Сумма амортизационных отчислений определяется по следующей формуле:

$$AO = \frac{C_{\text{оф}} \cdot H_A}{100\%}, \quad (4.6)$$

где $C_{\text{оф}}$ – среднегодовая стоимость основных фондов, руб;

H_A – норма амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов, % к их балансовой стоимости.

Норма амортизации считается следующим образом:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%, \quad (4.7)$$

где T – срок полезного использования, лет.

Для выполнения данной работы был использован персональный компьютер, стоимость которого составляет 50000 рублей. Срок полезного использования составляет 3 года. Таким образом, норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% \quad (4.8)$$

Сумма амортизационных отчислений:

$$AO = 50000 \cdot 0,33 = 16500 \text{ руб.} \quad (4.9)$$

Работа выполнялась в течение 4 месяцев, поэтому амортизационные отчисления за этот период равны:

$$AO = \frac{16500}{12} \cdot 4 = 5500 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

Итоговая сумма амортизационных отчислений за этот срок равна 5500 рублей.

4.5.3 Расчет заработной платы

В рамках данной главы рассчитывается основная заработная плата для всех исполнителей, участвовавших в проекте. Месячный оклад научного руководителя составляет 33664 рублей. Оклад студента примем равным окладу ассистента – 12664 рублей. Среднее количество рабочих дней с учетом 48-дневного отпуска составляет 16,67 дней. Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн}} = \frac{МО}{16,67} \quad (4.11)$$

Дневной оклад руководителя равен 2019,44 руб., а студента – 759,69 руб.

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную части, поэтому в расчеты необходимо ввести следующие коэффициенты:

- коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям $K_{пр} = 1,1$;
- районный коэффициент $K_{рк} = 1,3$;
- коэффициент доплат $K_{доп} = 1,188$.

Затраты на заработную плату представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/пл, руб.
НР	33664	2019,44	12	1,69	40954,24
И	12664	759,69	50	1,69	64193,80
Итого					105148,04

Основная заработная плата будет равна 105148,04 руб.

4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{внеб} = ЗП_{осн} \cdot 0,3. \quad (4.12)$$

Таким образом, суммарные отчисления во внебюджетный фонд можно вычислить:

$$ЗП_{внеб} = 105148,04 \cdot 0,3 = 31544,41 \text{ рублей.} \quad (4.13)$$

4.6 Расчет общей себестоимости

Накладные расходы принимаются в размере 10 % от величины всех остальных расходов. Суммарные расходы представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Суммарные расходы

Наименование	Сумма, руб.
Материальные затраты	1020
Затраты на амортизацию	5500
Основная заработная плата	105148,04
Отчисления во внебюджетные фонды	31544,41
Накладные расходы	14321,25
Итого	157533,70

Наибольшую часть расходов в реализации проекта составляет заработная плата.

4.7 Определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{фин}}^i = \frac{\Phi_i}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.14)$$

где $I_{\text{фин}}^i$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_i – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта. Стоимость аналогичных систем составляет 199445,04 рублей и 186350,02 рублей.

$$I_{\text{фин}} = \frac{157533,70}{199445,04} = 0,79; \quad (4.15)$$

$$I_{\text{фин}}^1 = \frac{199445,04}{199445,04} = 1; \quad (4.16)$$

$$I_{\text{фин}}^2 = \frac{186350,02}{199445,04} = 0,93. \quad (4.17)$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (4.18)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Результаты расчета интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Объект исследования			
	Весовой коэффициент параметра	Проект	Аналог 1	Аналог 2
1 Надежность	0,15	4	3	3
2 Удобство	0,2	4	3	4
3 Доступность интерфейса	0,2	4	4	3
4 Безопасность	0,15	3	4	4
5 Конкурентоспособность	0,1	4	4	3
6 Цена	0,2	4	3	3
Итого	1	3,85	3,45	3,35

$$I_p = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 3,85; \quad (4.19)$$

$$I_{p-исп1} = 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 = 3,45; \quad (4.20)$$

$$I_{p-исп2} = 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 = 3,35. \quad (4.21)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп}} = \frac{I_p^i}{I_{\text{фин}}^i}. \quad (4.22)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 4.10) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_i}{I_{\text{max}}}. \quad (4.23)$$

Таблица 4.10 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Проект	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,79	1	0,93
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,85	3,45	3,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,87	3,45	3,6
4	Сравнительная оценка вариантов исполнения		1,41	1,35

В результате работы по данному разделу было произведено сравнение значений интегральных показателей эффективности, который позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи.

Можно сделать вывод, что исследуемый метод экономически эффективен и смело можно продолжать работы в данной сфере.

4.8 Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В данном разделе оценены ресурсоэффективность и ресурсосбережение системы удаленного управления технологическим объектом:

1. Проведено сегментирование рынка и показаны потенциальные потребители результатов исследования. Целевым рынком системы удаленного контроля и управления могут быть энергетические компании, ресурсодобывающие предприятия и учебные учреждения.

2. Проведено сравнение программного обеспечения Codesys с подобным программным обеспечением Simatic Step 7. Составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений. В результате было выявлено, что программное обеспечение Codesys более конкурентоспособное нежели Simatic Step 7.

3. Из SWOT-анализа видно, что следует опереться на такие сильные стороны как дешевизна, простота и обеспечение безопасности специалистов. Также стоит обратить внимание на то, что технология доступна не для всех контроллеров и отсутствие возможности хранить и обрабатывать информацию.

4. Было проведено планирование научно-исследовательских работ. Была составлена структура проекта и по ней определена трудоемкость выполнения работ, также была составлена диаграмма Ганта. Наиболее трудоемким этапом работ оказался этап исследования. 5. В разделе определение бюджета научно-технического исследования были подсчитаны материальные затраты (1020 рублей), амортизационные отчисления (5500 рублей), заработная плата участников проекта (105148,04 рублей), отчисления во внебюджетные фонды (31544,41 рублей), а также накладные расходы (14321,25 рублей). Наибольшую статью расхода составила заработная плата (66,7%). Общий бюджет составил 157533,70 рублей.

5. В ходе определения ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования в сравнении с аналогами проект исследований по интегральному финансовому показателю разработки оказался лучше. По интегральному показателю ресурсоэффективности разработки и интегральному показателю эффективности также исследуемый метод оказался лучше.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данный раздел выпускной квалификационной работы предназначен для анализа характера действий, разработанных в работе решений, с точки зрения социальной ответственности за моральные, общественные, экономические, экологические возможные негативные последствия и ущерб здоровью человека в результате их разработки, производства и внедрения.

В настоящей работе рассмотрены вопросы удаленного управления технологическим объектом с помощью сети Internet. Данная работа востребована для производств, размещенных в труднодоступных районах, где благодаря удаленному управлению становится возможным осуществлять контроль и управление технологическим процессом.

Объектом исследования будет выступать рабочее место инженера-проектировщика систем управления, использующего в работе ПЭВМ.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Из трудового кодекса РФ и СанПиН 2.2.2/2.4.1340 [11] следует, что продолжительность рабочей недели не должна превышать 40 часов при пятидневной неделе, и 48 часов при шестидневной. Продолжительность работы за компьютером не должна превышать 6 часов за смену и должны делаться перерывы на (10 – 15) мин через каждые (45 – 60) мин работы. Перерывы сопровождаются проветриванием и гимнастикой для глаз и тела.

В процессе работы, все используемые предметы должны быть расположены в зоне досягаемости. В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340 [11] изложенные нормы и требования следует соблюдать для повышения комфорта в процесс работы с ПЭВМ.

5.2 Производственная безопасность

В соответствии с ГОСТ 12.0.003 [12] приведены основные опасные и вредные факторы (Таблица 5.1), действующие на инженерно-технический персонал, на рабочем месте сотрудника по автоматизации. В данной таблице также указаны документы, нормирующие неблагоприятные производственные факторы.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [12])	Этапы работ		Нормативные документы
	Разработка	Эксплуатация	
Микроклимат	+	+	ГОСТ 12.1.005 [13] СанПиН 2.2.4.548 [14]
Шум		+	ГОСТ 12.1.003 [15] СП 51.13330 [16]
Освещение	+	+	СП 52.13330 [17] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 [18] ГОСТ Р 55710 [19]
Электробезопасность	+	+	ГОСТ 12.1.019 [20]

5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

5.3.1 Микроклимат

Работа инженера-проектировщика относится к категории работ Ia, к которой относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением. Допустимые параметры микроклимата для этой категории работ приведены в таблице 5.2. Холодный сезон - период года,

характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10°C и ниже. Теплый сезон - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 °С.

Таблица 5.2 - Допустимые параметры микроклимата

Сезон	Температура воздуха, t, °С	Температура поверхностей, t, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22 – 24	19 - 26	15 – 75	0.1
Теплый	23 – 25	20 - 29	15 – 75	0.1

В целях предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность, здоровье человека, а также для защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения, при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть ограничено величинами, которые регламентируются ГОСТ 12.1.005 [13].

Для обеспечения оптимальных условий и поддержания теплового равновесия между телом человека и окружающей средой проводится ряд мероприятий: в теплое время года для удаления избыточного тепла и влаги используется кондиционер, в холодное время года функционирует система центрального отопления.

5.3.2 Шум

Согласно ГОСТ 12.1.003 [15] для инженера-проектировщика уровень шума не должен превышать 50 дБА.

С физиологической точки зрения шум рассматривается как звук, мешающий разговорной речи и негативно влияющий на здоровье человека. Люди, работающие в условиях повышенного шума, жалуются на быструю утомляемость, головную боль, бессонницу. У человека ослабляется внимание, страдает память. Все это приводит к снижению продуктивности работника. Шум может возникать во время работы оборудования, источником его также могут быть разговоры в помещении, звуки, доносящиеся с улицы.

Источниками постоянного шума в помещении являются:

- люминесцентные лампы;
- шум компьютера: дисководов;
- офисная техника;
- разговоры;
- другие источники.

Наиболее действующим способом облегчения работ, является кратковременные отдыхи в течение рабочего дня при выключенных источниках шума. Также можно использовать средства индивидуальной защиты, такие как беруши, наушники, заглушки.

5.3.3 Освещение

Свет, освещение относится к одному из основных внешних факторов, постоянно воздействующих на человека в процессе труда. Положительное влияние освещения на производительность труда и его качество не вызывает сомнения.

Нормирование освещения внутри и вне зданий, мест производства работ, наружного освещения городов и др. населенных пунктов производится по СП 52.13330 [17].

Безопасность и здоровье условия труда в большой степени зависят от освещенности рабочих мест и помещений. Неудовлетворительное освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может быть причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю зрения, ориентации. Неправильная эксплуатация осветительных установок в пожароопасных цехах может привести к взрыву, пожару и несчастным случаям.

Согласно санитарным нормам все помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение.

Естественное освещение бывает:

- боковое - через световые проемы в наружных стенах (одностороннее и двухстороннее);
- верхнее - через световые проемы (фонари) в покрытиях и через проемы в стенах в местах перепада высот зданий;
- комбинированное (верхнее и боковое) - сочетание верхнего и бокового.

Нормирование естественного освещения производится с помощью коэффициента естественного освещения КЕО - это отношение естественной освещенности данной точки внутри помещения к освещенности точки, находящейся под открытым небом, выраженное в %.

Нормируемые показатели согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 [18] для инженера-проектировщика приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Нормируемые показатели освещения

Естественное освещение, КЕО e_n , %		Совместное освещение, КЕО e_n , %	
При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
3	1	1.8	0.6

Искусственное освещение осуществляется в темное время суток при помощи осветительных приборов, состоящих из светильников. Искусственное освещение выполняется двух систем: общее и комбинированное (общее с местным). Для освещения помещений должны предусматриваться газоразрядные лампы (люминесцентные, металлогенные, натриевые, ксеновые), допускается применение ламп накаливания.

Также существует аварийное освещение, которое делится на эвакуационное и резервное. Эвакуационное освещение подразделяется на: освещение путей эвакуации, эвакуационное освещение зон повышенной опасности и эвакуационное освещение больших площадей. Аварийное освещение предусматривается на случай нарушения питания основного (рабочего) освещения и подключается к источнику питания, не зависящему от источника питания рабочего освещения.

Освещение путей эвакуации в помещениях или в местах производства работ вне зданий следует предусматривать по маршрутам эвакуации:

- в коридорах и проходах по маршруту эвакуации;
- в местах изменения (перепада) уровня пола или покрытия;
- в зоне каждого изменения направления маршрута;
- при пересечении проходов и коридоров;
- на лестничных маршах, при этом каждая ступень должна быть освещена прямым светом;
- перед каждым эвакуационным выходом;

- перед каждым пунктом медицинской помощи;
- в местах размещения средств экстренной связи и других средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайной ситуации;
- в местах размещения первичных средств пожаротушения;
- в местах размещения плана эвакуации.

Для улучшения освещенности рабочих мест необходимо своевременно заменять негорящие лампы, установка дополнительного количества светильников и использование люминесцентных ламп.

5.3.4 Электробезопасность

В ГОСТ 12.1.019 [20] приведены мероприятия, технические способы и средства защиты, обеспечивающие безопасность электроустановок и электрооборудования, используемых в процессе трудовой деятельности.

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде травм и заболеваний, включая профессиональные и производство-обусловленные заболевания.

Для обеспечения защиты от прямого прикосновения необходимо применять следующие технические способы и средства (основная защита):

- основная изоляция;
- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры;
- безопасное расположение токоведущих частей, размещение их вне зоны досягаемости частями тела, конечностями;
- ограничение напряжения, применение сверхнизкого (малого) напряжения;
- выравнивание потенциалов;

- защитное отключение;
- ограничение установившегося тока прикосновения и электрического заряда;
- электрическое разделение;
- предупредительная световая, звуковая сигнализации, блокировки безопасности, знаки безопасности;
- электрозащитные средства и другие средства индивидуальной защиты.

5.4 Экологическая безопасность

5.4.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

В результате данной работы была разработана система удаленного управления для контроля и управления технологическими объектами. Для управления используется ПЭВМ. Рассмотрим влияние ПЭВМ на окружающую среду.

Для увеличения мощностей производства потребляется все больше энергии, получение которой значительно влияет на природную среду. При добыче энергии могут возникать различные загрязнения воздуха, воды, литосферы.

5.4.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования происходит с использованием ПЭВМ. Неправильно утилизированная компьютерная техника может негативно

повлиять на окружающую среду – при распаде на тяжелые металлы и ядовитые соединения.

Безопасность оборудования информационных технологий регламентируется ГОСТ Р МЭК 60950 [21].

5.4.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Снизить уровень загрязнения возможно с помощью усовершенствования оборудования, которое производит электроэнергию, применяя более экономичные и экологически чистые технологии, а также применение новейших методов получения электроэнергии.

Для защиты окружающей среды важно правильно утилизировать компьютерную технику. Все отходы, которые образуются в ходе работы, должны выбрасываться в урну, а затем утилизироваться. При появлении неисправностей компьютерная техника списывается и позже подвергается утилизации специализированными организациями.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.5.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Рассмотрим следующую возможную чрезвычайную ситуацию – перехват управления технологическим объектом в целях совершения теракта.

В качестве превентивных мер от ЧС на объекте выступают следующие меры:

- Разграничение доступа к системе между разными категориями пользователей;
- Шифрование;
- Использование специализированного ПО для защиты от атак;

- Периодическая смена паролей.

5.5.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Так как офисное помещение по степени пожаровзрывоопасности относится к категории «В», т.е. к помещениям с твердыми сгораемыми веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

В качестве возможных причин пожара можно указать следующие:

- наличие горючей пыли (некоторые осевшие пыли способны к самовозгоранию);
- короткие замыкания;
- опасна перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции;
- нередко пожары происходят при пуске оборудования после ремонта.

5.5.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорюемых или трудно сгораемых материалов.

Необходимо в офисном помещении проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения.

В офисном помещении имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, на входной двери приведен план эвакуации в случае пожара, и на достигаемом расстоянии находится пожарный щит. Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться углекислотные огнетушители типа ОУ - 2 или порошковые типа ОП -5.

- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Кроме устранения самого очага пожара, нужно своевременно организовать эвакуацию людей.

При возникновении пожара каждый обнаруживший пожар обязан:

1. Немедленно сообщить об этом в пожарную охрану по телефону 01.
2. Сообщить о случившемся дежурному персоналу.

3. Оказать помощь дежурному персоналу в организации эвакуации людей из здания и тушении пожара

5.6 Выводы по разделу «Социальная ответственность»

В данном разделе было выявлено, каким критериям должно соответствовать рабочее место инженера-проектировщика систем управления. В зимнее время помещение должно отапливаться. Для обеспечения вентиляции воздуха рабочее помещение должно проветриваться или необходимо наличие кондиционера.

Были выявлены неблагоприятные производственные факторы, а также проведен анализ способов их устранения или снижение вредного воздействия на человека.

Был проведен анализ возникновения возможных чрезвычайных ситуаций. Указаны возможные профилактические, организационные, эксплуатационные и технические мероприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы создана система web-визуализации, позволяющая осуществлять удаленный контроль технологического объекта через сеть Internet. Система автоматизации спроектирована с помощью программного пакета «Codesys».

В ходе работы были выполнены следующие задачи:

- настройка «Codesys»;
- связь «Codesys» с ПЛК;
- настройка Web-сервера;
- изменение параметров безопасности браузера;
- установка Java-апплетов;
- отображение страницы в визуализации в браузере.

Применение данного проекта возможно для малых и средних промышленных предприятий для контроля и управления ходом технологического процесса. Также результаты данного проекта будут использоваться для развития системы дистанционного обучения.

CONCLUSION

As a result of the graduation qualification project, a web visualization system has been created that allows remote control of a technological object via the Internet. The automation system is designed using the «Codesys» software package.

In the course of the work, the following tasks were performed:

- configure «Codesys»;
- link the PLC and «Codesys»;
- configure web server;
- change browser's security settings;
- install Java applets;
- displaying a page in browser visualization.

Application of this project is possible for small and medium-sized industrial enterprises to control of the technological process. The results of this project will be used to develop a distance learning system.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р МЭК-61131-3 Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования – М.: Стандартиформ, 2016 г.
2. Программное обеспечение автоматизированных систем управления технологическими процессами: учебное пособие / С.В. Ефимов, М.И. Пушкарёв, А.С. Фадеев. Томск – Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 128 с.
3. Нестеров А.Л. «Проектирование АСУТП. Методическое пособие». – СПб.: ДЕАН, 2006.
4. WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG, WAGO-I/O-SYSTEM 750 Programmable Fieldbus Controller ETHERNET 750-881, 2011.
5. WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG, Modular I / O ETHERNET TCP / IP 750-841. Operating manual, 2007.
6. Smart Software Solutions GmbH, User Manual Codesys 2.3, 2009 г.
7. Smart Software Solutions GmbH, руководство пользователя по программированию ПЛК в Codesys 2.3, 2008 г.
8. Smart Software Solutions GmbH, визуализация Codesys. Дополнение к руководству пользователя по программированию ПЛК в Codesys 2.3, 2008 г.
9. Web-визуализация Codesys [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://prolog-plc.ru/codesys>.
10. Учебник HTML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.webnav.ru/books/html4/>.
11. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.2.2/2.4.1340. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
12. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация – М.: Стандартиформ, 2019 г.

13. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны – М.: Стандартинформ, 2008 г.

14. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997 г.

15. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002 г.

16. Свод правил: СП 51.13330.2011 Защита от шума.

17. Свод правил: СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

18. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

19. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений – М.: Стандартинформ, 2016 г.

20. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты – М.: Стандартинформ, 2019 г.

21. ГОСТ Р МЭК 60950-2002. Безопасность оборудования информационных технологий. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002 г.