



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»
ООП Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка системы мониторинга состояния технологического процесса на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 200 с применением протокола MQTT

УДК 681.5:621.3.049.77

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Данилюк Егор Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп. ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман Алена Владимировна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	К.Т.Н.		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-6	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения,

Код компетенции	Наименование компетенции
	диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	готовов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления

Код компетенции	Наименование компетенции
	процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств

Код компетенции	Наименование компетенции
	автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения



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

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т92	Данилюку Егору Дмитриевичу

Тема работы:

Разработка системы мониторинга состояния технологического процесса на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 200 с применением протокола MQTT	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№34-90/с от 03.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	05.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	В работе рассматривается разработка и отладка мониторинга параметров технологического процесса с применением протокола MQTT и мобильного приложения.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	– Обзор литературы; – Разработка и проектирование мобильного приложения; – Разработка программы в среде Codesys; – Связь мобильного приложения и ПЛК Овен 200 с помощью протокола MQTT; – Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; – Социальная ответственность;

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		– Блок-схема работы мобильного приложения – Код программного обеспечения
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы, профессор ОСГН, д.э.н.	
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель ООД	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2023
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н.		03.02.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Данилюк Егор Дмитриевич		03.02.2023



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
Уровень образования Бакалавриат
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники
Период выполнения Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т92	Данилюк Егор Дмитриевич

Тема работы:

Разработка системы мониторинга состояния технологического процесса на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 200 с применением протокола MQTT

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	05.06.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2023 г.	Основная часть ВКР	60
30.05.2023 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2023 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н.		03.02.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н.		03.02.2023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Данилюк Егор Дмитриевич		03.02.2023

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 110 с., 12 рис., 27 табл., 21 источник, 9 прил.

Ключевые слова: Автоматизированная система мониторинга технологических процессов и производств, Мобильное приложение, ПЛК ОВЕН 200, MQTT, Raspberry Pi.

Объектом исследования является система мониторинга на базе ПЛК Овен 200 и мобильного приложения.

Цель работы – создание системы мониторинга.

В процессе исследования были выявлены недостатки существующих систем мониторинга, произведён анализ этих недостатков и выявлены решения данных недостатков, а также выявлены функциональные требования.

В результате исследования разработана система мониторинга, включающая в себя разработку мобильного приложения, написания программы для ПЛК Овен 200 в среде Codesys, а также осуществлена связь мобильного приложения и ПЛК Овен 200 с помощью протокола MQTT.

Степень внедрения: система мониторинга готова к использованию, мобильное приложение готово к работе

Область применения: автоматизированные технологические процессы производства, обучающие стенды, сфера ЖКХ.

В будущем планируется дорабатывать и улучшать функционал приложения

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

технологический процесс: последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов).

автоматизированная система управления технологическим процессом: комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно заверченный продукт.

система мониторинга: комплекс технических средств, осуществляющих постоянное наблюдение и сбор информации с целью выявления неисправных или некорректно работающих узлов и оповещения ответственных лиц.

ПО (программное обеспечение): программа или множество программ, используемых для управления компьютером.

мобильное приложение: программное обеспечение, предназначенное для работы на смартфонах, планшетах и других мобильных устройствах, разработанное для конкретной платформы (iOS, Android, Windows Phone и т. д.).

Android: операционная система для смартфонов, планшетов и других устройств.

Android Studio: официальная интегрированная среда разработки (IDE) для операционной системы Android от Google, построенная на программном обеспечении IntelliJ IDEA от JetBrains и разработанная специально для разработки под Android.

Kotlin: статически типизированный язык программирования общего назначения.

АСУ ТП: автоматизированная система управления технологическим процессом.

FBD (Functional Block Diagram): диаграммы функциональных блоков;

ПИД-регулятор: пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор.

Ethernet: это технология, которая соединяет проводные локальные сети и позволяет устройствам взаимодействовать друг с другом по определённом сетевому протоколу.

сетевой протокол: набор правил и действий, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между включёнными в сеть устройствами.

Wi-Fi: технология беспроводной локальной сети с устройствами на основе стандартов IEEE 802.11.

IP-адрес: это уникальный адрес, идентифицирующий устройство в интернете или локальной сети.

SSH: сетевой протокол прикладного уровня, позволяющий производить удалённое управление операционной системой.

Содержание

Реферат	9
Определения, обозначения, сокращения	10
Содержание	12
Введение	15
1. Обзор литературы	17
1.1. Сетевой протокол	17
1.2. Использование на любых системах	19
1.3. Уведомление о нештатных ситуациях	20
2. Требования к системе мониторинга	21
3. Разработка системы мониторинга	22
3.1. Разработка мобильного приложения	22
3.1.1. Выбор архитектуры приложения и паттерна проектирования	22
3.1.2. Выбор библиотек	23
3.1.3. Экран регистрации приложения	24
3.1.4. Экран списка устройств	26
3.1.5. Экран детальной информации	27
3.2. Разработка программы для ПЛК Овен 200	28
3.3. Связь мобильного приложения и ПЛК Овен 200	31
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	35
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности научных исследований	35
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	35
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений	37
4.1.3. Технология QuaD	39
4.1.4. SWOT-анализ	39
4.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	43
4.3. Планирование работ по научно-техническому исследованию	44

4.3.1. Структура работ в рамках научного исследования	44
4.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ	47
4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования	47
4.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	49
4.4.1. Расчет материальных затрат.....	49
4.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	50
4.4.3. Основная заработная плата исполнителя темы.....	51
4.4.4. Расчет дополнительной заработной платы.....	54
4.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды	54
4.4.6. Контрагентные расходы	55
4.4.7. Накладные расходы.....	55
4.4.8. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта... ..	56
4.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	58
4.6. Выводы по главе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	61
5. Социальная ответственность.....	64
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	65
5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства	65
5.1.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны	65
5.2. Производственная безопасность.....	66
5.3. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	67
5.3.1. Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения... ..	68
5.3.2. Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	69
5.3.3. Отклонение показателей микроклимата	69

5.3.4. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	72
5.3.5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.....	72
5.4. Экологическая безопасность	73
5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	74
5.5.1. Анализ вероятных ЧС в процессе разработки.....	74
5.5.2. Разработка превентивных мер по предупреждению возникновения ЧС.....	74
5.6. Выводы по разделу социальная ответственность	76
Заключение	77
Список использованных источников	78
Приложение А (обязательное) Блок-схема работы приложения	81
Приложение Б (обязательное) Листинг экрана регистрации.....	82
Приложение В (обязательное) Листинг экрана списка устройств.....	86
Приложение Г (обязательное) Листинг экрана детальной информации.....	91
Приложение Д (обязательное) Оценочная карта перспективности разработки.	93
Приложение Е (обязательное) Временные показатели проведения научного исследования.....	95
Приложение Ж (обязательное) Календарный план-график проведения научного исследования.....	101
Приложение Е (обязательное) Расчет основной заработной платы	104
Приложение Ж (обязательное) Определения входящих и выходящих параметров библиотеки Codesys MQTT Library	109

Введение

На современных производствах повсеместно внедряются автоматизированные системы управления технологическим процессом. Одними из важных автоматизированных систем являются различные сигнализации и системы мониторинга, которые следят за параметрами и показателями процесса и своевременно уведомляют о сбоях или отклонениях от нормы. Система мониторинга и анализа АСУ ТП предназначена для получения и обработки информации о параметрах технологического процесса, состоянии производственного оборудования и работе персонала. Внедрение автоматизированной системы мониторинга и анализа позволяет повысить скорость и качество работы сотрудников за счет автоматизации их работы.

Однако, используемые до сих пор системы мониторинга в АСУ ТП используют достаточно часто старые подходы в организации работы подобных систем. Из-за этого они имеют недостатки в виде отсутствия мобильности, закрытого ПО и относительной сложности внедрения.

Данная работа посвящена разработке системы мониторинга, включающая в себя разработку мобильного приложения, создание программы для ПЛК ОВЕН 200, а также организация взаимодействия между ними. Информация о параметрах технологического процесса будет дистанционно поступать на мобильное устройство. Данная система отличается удобством использования, возможностью внедрить на любое автоматизированное производство, возможностью использовать на учебных стендах, в сфере ЖКХ, а также повышение оперативного осведомлённости персонала любого автоматизированного производства и вследствие чего быстро устранять проблемы.

Целью является создание системы мониторинга, посредством создания мобильного приложения, которое будет оперативно предоставлять данные пользователю о текущих параметрах, показаниях системы в реальном времени и своевременно оповещать его при отклонении их от нормы.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- создание Android-приложения;
- создание программы в Codesys для ПЛК 200;
- настройка взаимодействия между ПЛК 200 и Android-приложением.

1. Обзор литературы

В быстроменяющемся современном мире, где улучшение текущих технологий или их замена лучшими аналогами стало необходимостью для непрерывного и постоянного развития. Система мониторинга в АСУ ТП не стала исключением.

На сегодняшний день очень мало компаний или производителей смотрит в сторону разработки и дальнейшего активного внедрения мобильных приложений в АСУ ТП. В результате поиска, были найдены два таких мобильных приложения, подходящие для решения поставленных задач. Приложение OwenCloud, компании Owen и приложение Simens LOGO App, компании Simens. Сравнение функционала данных приложений представлено в таблице 1

Таблица 1 – Сравнение функционала приложений

Название приложения	Сетевой протокол	Использование на любых системах	Уведомление о нештатных ситуациях
OwenCloud	HTTP	Нет	Да
Simens LOGO App	HTTP, Modbus	Нет	Нет

Рассмотрим каждый пункт данной таблицы подробнее

1.1. Сетевой протокол

Сетевой протокол — это набор правил, определяющий принципы взаимодействия устройств в сети. Данный пункт очень важен при проектировании системы мониторинга, так как обмен данными должен осуществляться достаточно быстро и надёжно.

В большинстве случаев для работы по сети используют набор стандартных протоколов. Сравнение протоколов приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение сетевых протоколов

Протокол	Структура отправляемого пакета	Размер пакета (байт)	Распределение данных	Предназначение
MQTT	Дата-ориентированный	2	1 to N (1 сервер и N клиентов)	Для взаимодействия сервера(брокера) и клиента
HTTPS/ HTTP	Документно-ориентированный	8	1 to 1	Для взаимодействия сервера и клиента
Modbus TSP	Составной	8	1 to 1	Для взаимодействия средств автоматизации

Из таблицы видно, что протокол MQTT имеет несколько преимуществ по сравнению с остальными. Рассмотрим его подробнее. Основные термины, используемые в протоколе MQTT:

- Message: сообщение. Непосредственно, сами передаваемые данные;
- Topic: тема сообщения. Символьная строка, размер которой в исходном примере ограничен 200 символами. Клиенты для получения сообщений должны предварительно подписаться на конкретную тему;
- QoS: дополнительный признак, указывающий ждать подтверждения получения сообщения или нет;
- Message text: текст сообщения;
- Publisher: издатель сообщений;
- Subscriber: подписчик, который подписывается на определенные темы.

Для получения сообщений подписчику, необходимо подключиться к брокеру и подписаться на топик. Аналогично следует действовать и издателю, только он уже публикует сообщение на данный топик.

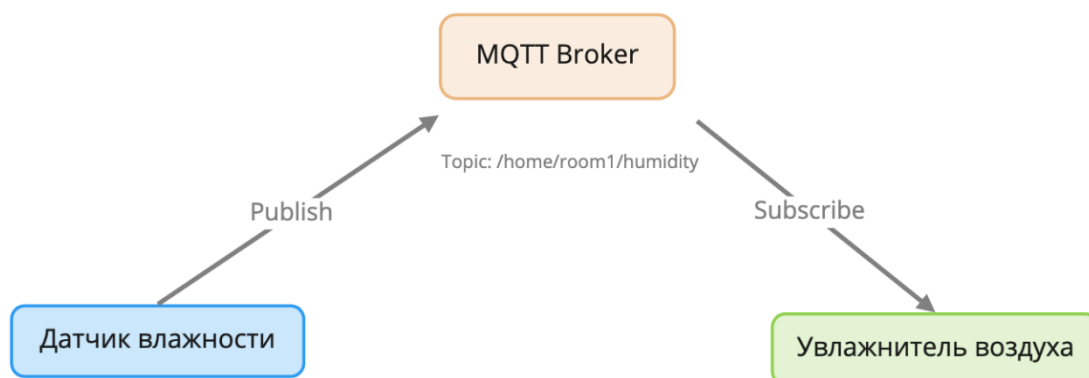


Рисунок 1 – Принцип работы MQTT

Главные особенности протокола MQTT:

- компактный и легковесный: минимальные накладные расходы на пересылку данных, для экономии трафика;
- простой: поля данных имеют текстовые названия, понятные для человека. Не нужно запоминать цифровые адреса и битовые смещения;
- один ко многим: отправка информации множеству клиентов, используя один сервер(брокер);
- асинхронный протокол: возможность работать одновременно с несколькими устройствами;
- работа в условиях нестабильной связи на линии передачи данных: гарантированная отправка данных;
- поддержка нескольких уровней качества обслуживания (QoS).

1.2. Использование на любых системах

Представленные выше приложения, разрабатывались строго для использования на своём оборудовании. То есть использование приложения Owen, невозможно использовать на оборудовании Simens и наоборот. Поэтому представленные выше решения имеют достаточно сильные ограничения. Это сильно ограничивает их внедрение в АСУ ТП и использование их в смежных с АСУ ТП областях.

1.3. Уведомление о нештатных ситуациях

Любая система мониторинга, должна осуществлять как отображения значений в реальном времени, так и уведомлять пользователя в случае выхода за пределы какого-либо параметра данного физического процесса. Также одним из важных критериев системы мониторинга является удобство предоставления информации.

2. Требования к системе мониторинга

В качестве решения вышеперечисленных недостатков будет выступать система мониторинга, включающее в себя мобильное приложение, целью которого является оптимизация и улучшения аспектов существующих решений. При проектировании системы мониторинга были выявлены следующие требования:

- система должна быть открытой и легко внедряемой, следовательно, уметь работать с любыми производителями ПЛК;
- использование протокола MQTT;
- система должны позволять подключаться к любому MQTT брокеру;
- система должна поддерживать авторизацию пользователя, задав имя пользователя и пароль;
- система должна получать данные о показаниях устройства в режиме реального времени;
- система должна показывать данные о устройствах в виде списка;
- система должна уметь детально показывать параметры устройства и строить график, на основе приходящих показаний;
- система должна уведомлять пользователя об отклонения показаний.

3. Разработка системы мониторинга

3.1. Разработка мобильного приложения

Для разработки мобильного приложения использовалась интегрированная среда разработки Android Studio. А также современный и пришедший на смену Java, язык программирования Kotlin.

Мобильное приложение – это специально разработанное под функциональные возможности гаджетов программное обеспечение. В первую очередь мобильное приложение – это программный пакет, функционал и дизайн которого адаптирован под возможности мобильных платформ.

Разработка мобильных приложений — это комплексная задача, включающая много подзадач, которые необходимо придерживаться для успешного создания конкурентоспособного приложения. Разработка включает в себя:

- выбор архитектуры приложения и шаблона проектирования;
- выбор библиотек;
- написание самого кода.

3.1.1. Выбор архитектуры приложения и паттерна проектирования

Архитектура мобильных приложений является важным пунктом в разработке. Благодаря грамотно спроектированной архитектуре мобильного приложения можно относительно быстро найти ошибку в коде и исправить её, достаточно просто поддерживать и тестировать приложение на этапе разработки, а также облегчает расширение и внедрение новых функций.

Согласно общепринятым стандартам проектирования, приложение разбивается на несколько слоёв:

- ui (слой для взаимодействия с пользователем) – то, что видит пользователь;
- domain (распределительный слой) – содержит бизнес-логику и имеет

доступ к data слою;

- data (слой данных) – имеет доступ к данным.

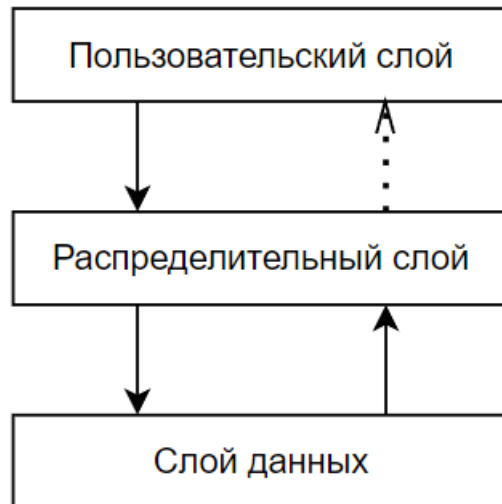


Рисунок 2 – Слои приложения

В качестве паттерна используется MVVM(Model-View-ViewModel). Данный паттерн состоит из нескольких частей:

- model – здесь реализована вся логика приложения, от запросов в сеть, до работы с локальной базой данных;
- viewmodel – выполняет роль посредника, между model и view;
- view – отображает данные пользователю.

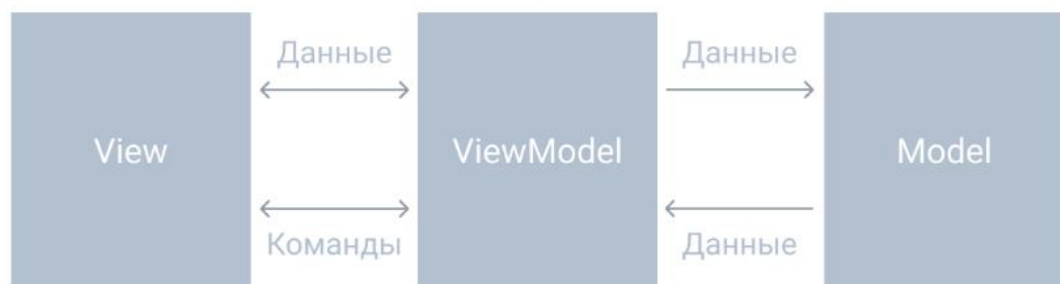


Рисунок 3 – MVVM

3.1.2. Выбор библиотек

Мобильное приложение будет использовать MQTT, для передачи данных. Самая распространённая библиотека для работы с данным протоколом это Mosquitto. Это самая популярная библиотека для Android, которая достаточно стабильно работает и есть много документации по её настройке и работе.

Также наше приложение будет строить графики для отображения и мониторинга показания приборов или датчиков. Нам подходит Android Plot Library, так как эта библиотека хорошо работает, достаточно популярна и может рисовать графики в реальном времени.

Данное мобильное приложение представляет собой одно активити, на которой находятся фрагменты и переходы между ними осуществляются с помощью навигации. Данное приложение состоит из нескольких экранов:

- экран регистрации
- экран списка устройств
- экран детальной информации

3.1.3. Экран регистрации приложения

На данном экране пользователь может ввести локальный IP адрес MQTT-брокера или ссылку на общедоступный в сети Интернет. Также можно написать ID пользователя, имя пользователя и пароль, для авторизации. Для удобства добавлены кнопки “Clean” для очистки всех полей и кнопка “Prefill” для автоматической вставки URL адреса брокера. При успешном подключении и авторизации мы переходим на следующий экран, если нет, то остаёмся на данном экране.

Server URI

Server URI

Client ID

Client ID

Username

Username

Password

Password

CLEAN

PREFILL

CONNECT

a)

Server URI

tcp://192.168.1.2:1883

Client ID

Client ID

Username

Username

Password

Password

CLEAN

PREFILL

CONNECT

б)

Рисунок 4 – Экран регистрации (а), ввод данных (б)

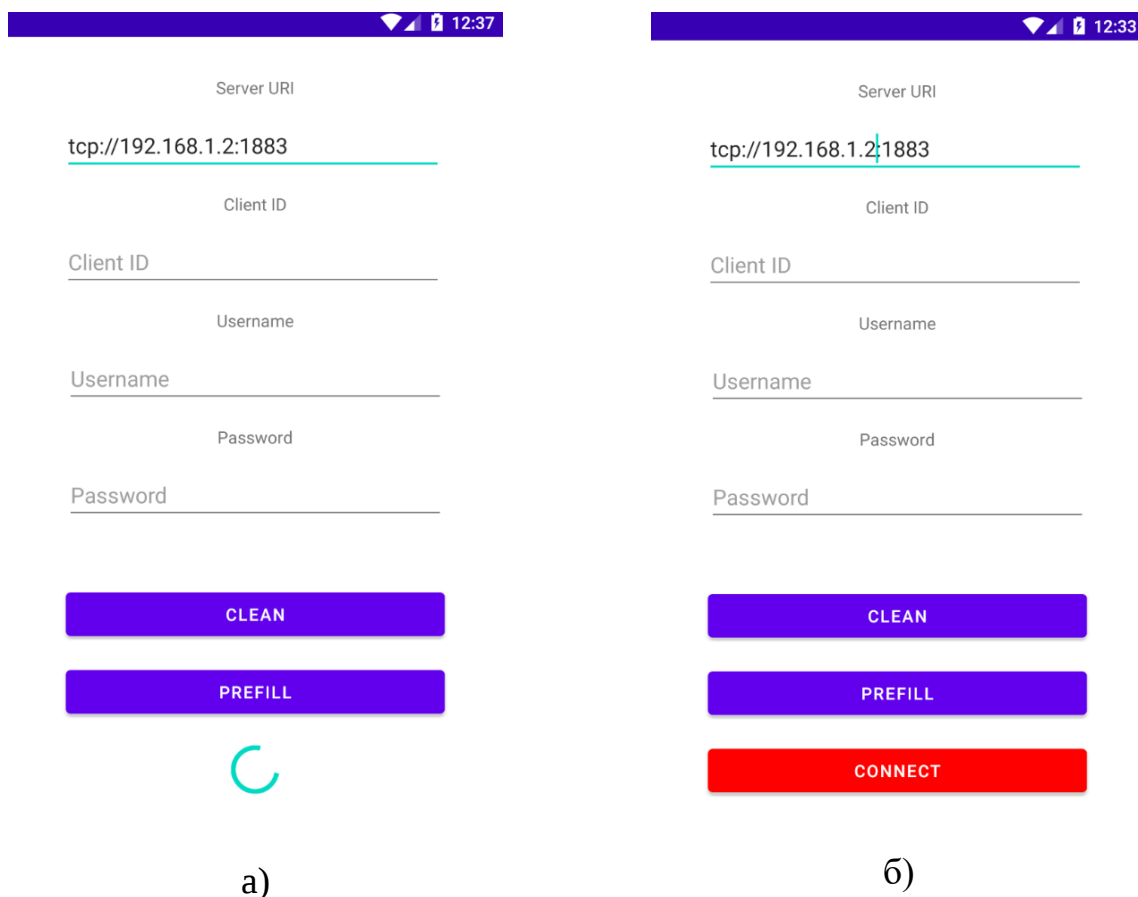
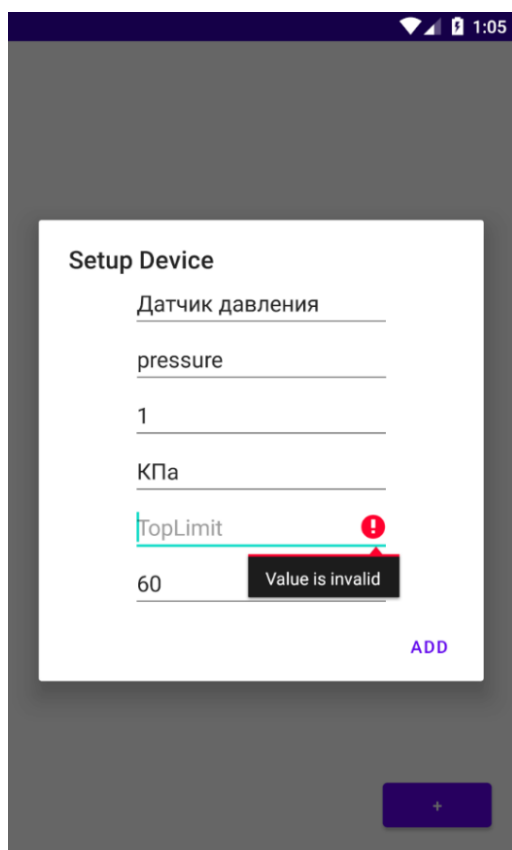


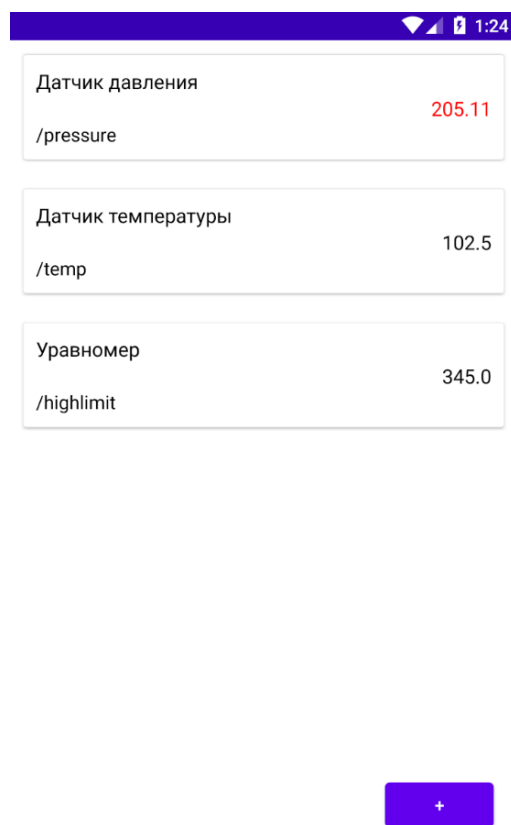
Рисунок 5 – Процесс подключения (а), ошибка подключения (б)

3.1.4. Экран списка устройств

На данном экране пользователь имеет возможность наблюдать в реальном времени показания с приборов, датчиков и т.д. Экран представляет список подключённых топиков, на которые публикуются показания приборов. Также есть возможность подписаться на новый топик, путём нажатия на кнопку “+”. После нажатия откроется диалоговое окно с полями для заполнения. Ещё в диалоговом экране осуществлена валидация, которая уведомит пользователя о пустом поле или неправильно записанном значении. Также, если получаемое значение зайдёт за указанные ранее пределы, то значение будет подсвечена красным цветом, тем самым пользователь будет уведомлён.



а)



б)

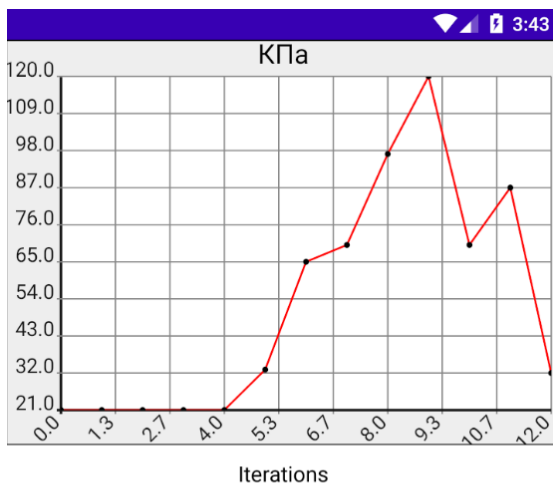
Рисунок 6 – Заполнение информации об устройстве (а), экран списка устройств (б)

3.1.5. Экран детальной информации

На этом экране мы можем видеть график, который строится на основе приходящих значений. И можно отслеживать следующие параметры:

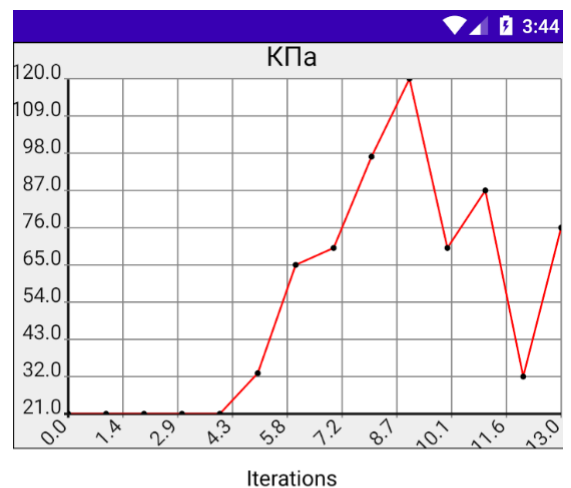
- текущее значение
- установленные пределы
- название устройства
- топик, на который подписаны
- qos

Как и на экране списка устройств, мы можем отслеживать текущее состояние устройства и также будет информирование пользователя, при захождении показаний за допустимые пределы.



TopLimit	100
Value	32.0
BottomLimit	40
Device name	Датчик давления
Topic	/pressure
Qos	1

a)



TopLimit	100
Value	76.0
BottomLimit	40
Device name	Датчик давления
Topic	/pressure
Qos	1

б)

Рисунок 7 – Индикация (а), построение графика (б)

3.2. Разработка программы для ПЛК Овен 200

Для программирования промышленного логического контроллера Овен 200, использовалась среда программирования Codesys. Для демонстрации работы системы мониторинга был спроектирован процесс регулирования уровня жидкости в ёмкости с помощью ПИД-регулятора.

В данной программе есть визуализация технологического процесса, для более понятного восприятия протекающих процессов и удобства управления. Для взаимодействия по MQTT используется библиотека Codesys MQTT Library, она предоставляет все возможные методы для работы с данным протоколом.

Рассмотрим процесс регулирования уровня жидкости. Управляющий сигнал с ПИД-регулятора попадает на блок ШИМ, в котором формируются импульсы разной длительности и затем эти импульсы подаются на клапан,

который и осуществляет регулирование по стоку. Данный процесс реализован с помощью FBD блоков и приведён на рисунке 8.

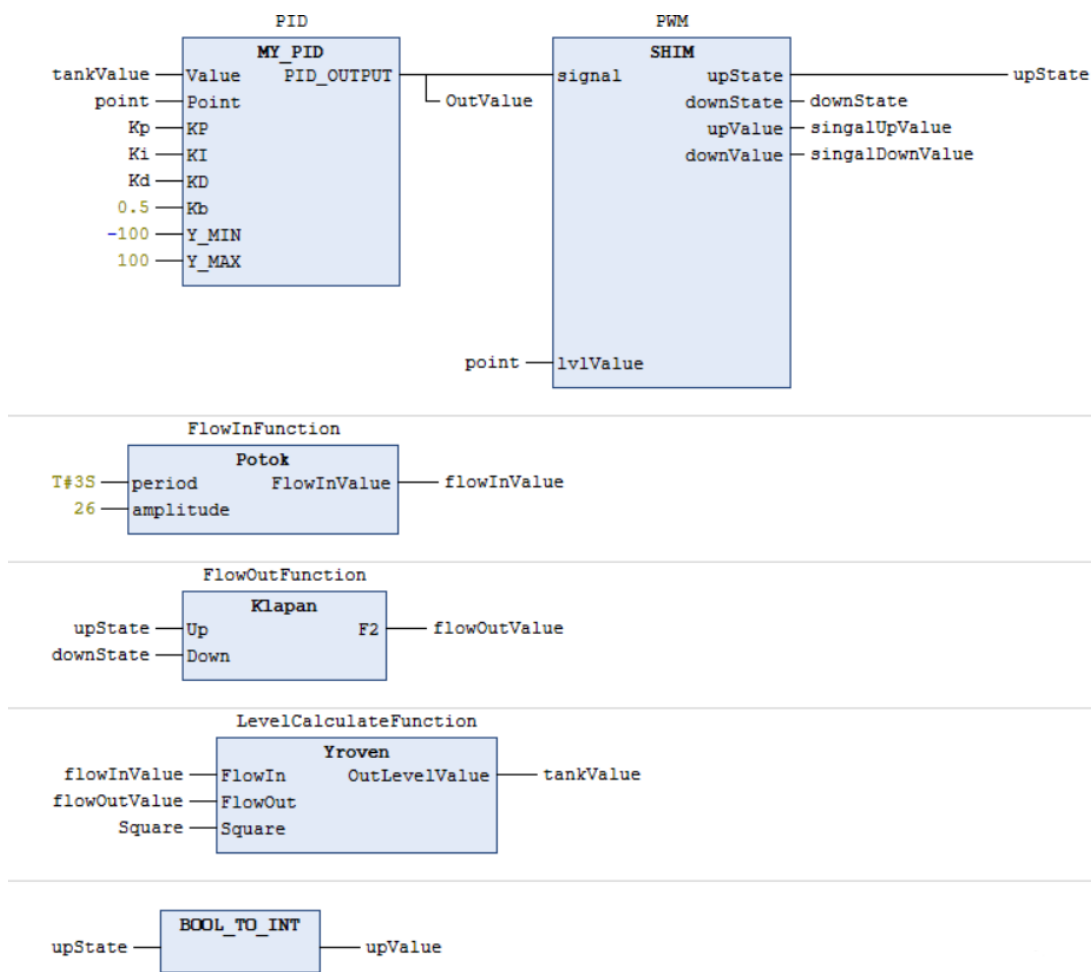


Рисунок 8 – Программа регулирования уровня жидкости

Далее рассмотрим работу с библиотекой Codesys MQTT Library. Перед началом работы с данной библиотекой в среде Codesys, следует её скачать с официального сайта ОВЕН и выполнить установку в разделе установки библиотек. Данная библиотека представляет собой функциональный блок, у которого мы используем следующие параметры:

- i_xEnable, для включения работы библиотеки, подаётся true;
- i_sBrokerAddress, вводится адрес брокера;
- i_uiPort, вводится порт;
- i_sPayload, сообщение, которое хотим отправить;
- i_sTopicPublish, вводим название топика для публикации;
- i_xPublish, при значении true, сообщение будет отправлено.

В данной программе, в качестве адреса и порта брокера, будет вводиться локальный адрес и открытый порт Raspberri Pi. В качестве нагрузки будет выступать текущие показания уровня жидкости, уставки, Kp, Ki, Kd и будут публиковаться на соответствующие топики. Также с помощью блока Blink мы можем регулировать период публикации сообщений. Ниже приведено соответствие, где выполнено соотнесение параметров и топиков, на которые они публикуются:

- уровень жидкости – “topicPublishUroven”;
- уставка – “topicPublishUstavka”;
- Kp – “topicPublishKp”;
- Ki – “topicPublishKi”;
- Kd – “topicPublishKd”.

На рисунке 9 приведён процесс взаимодействия с библиотекой и публикация значений уровня на топик “topicPublishUroven”.

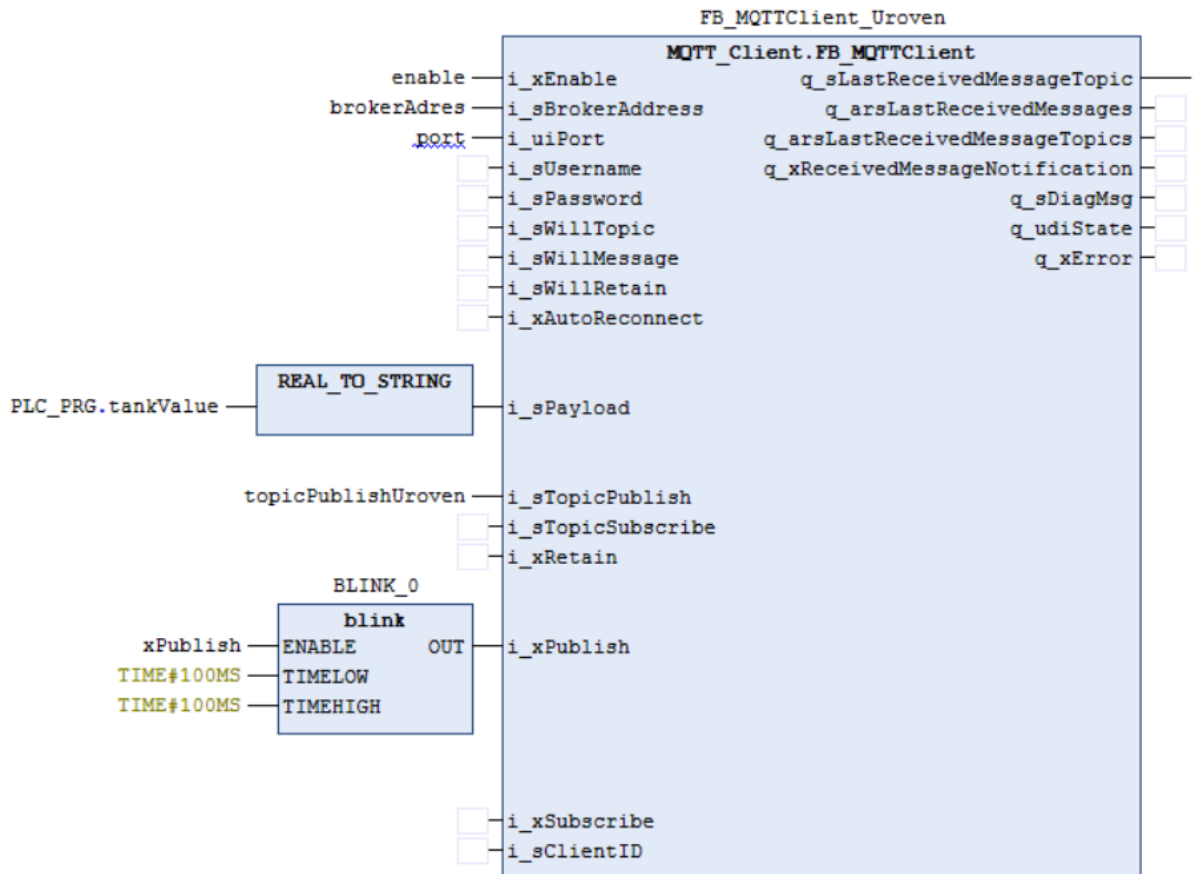


Рисунок 9 – Публикация значений уровня на топик “topicPublishUroven”

Также для удобства восприятия была сделана визуализация. С помощью визуализации, есть возможность с помощью ползунков управлять уставкой и K_i , K_p , K_d – коэффициентами ПИД-регулятора, а также в реальном времени отслеживать текущие показания уровня жидкости, наблюдать и задавать показания уставки. Данная визуализация приведена на рисунке 10.

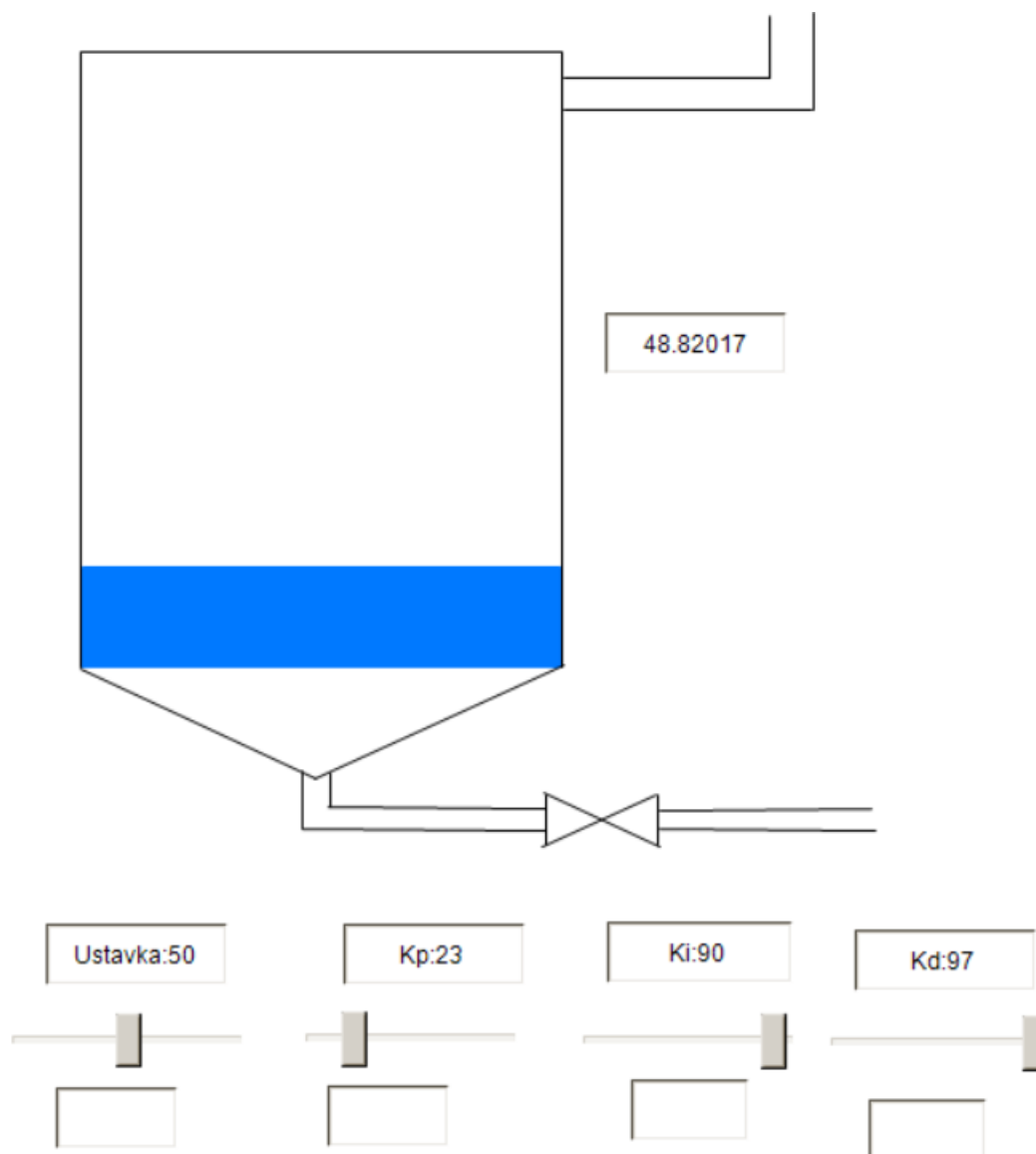


Рисунок 10 – Визуализация процесса регулирования жидкости

3.3. Связь мобильного приложения и ПЛК Овен 200

Для обмена сообщениями по MQTT, нам следует подключиться к глобальной сети, либо к локальной. Так как ПЛК Овен 200 находится в 106 аудитории, и к корпоративной сети нет прямого доступа, было принято решение

реализовать локальный сервер на Raspberry Pi. В качестве MQTT брокера выступает Mosquitto. Также плата раздаёт Wi-Fi для подключения к смартфону. Схема взаимодействия приведена на рисунке 14.

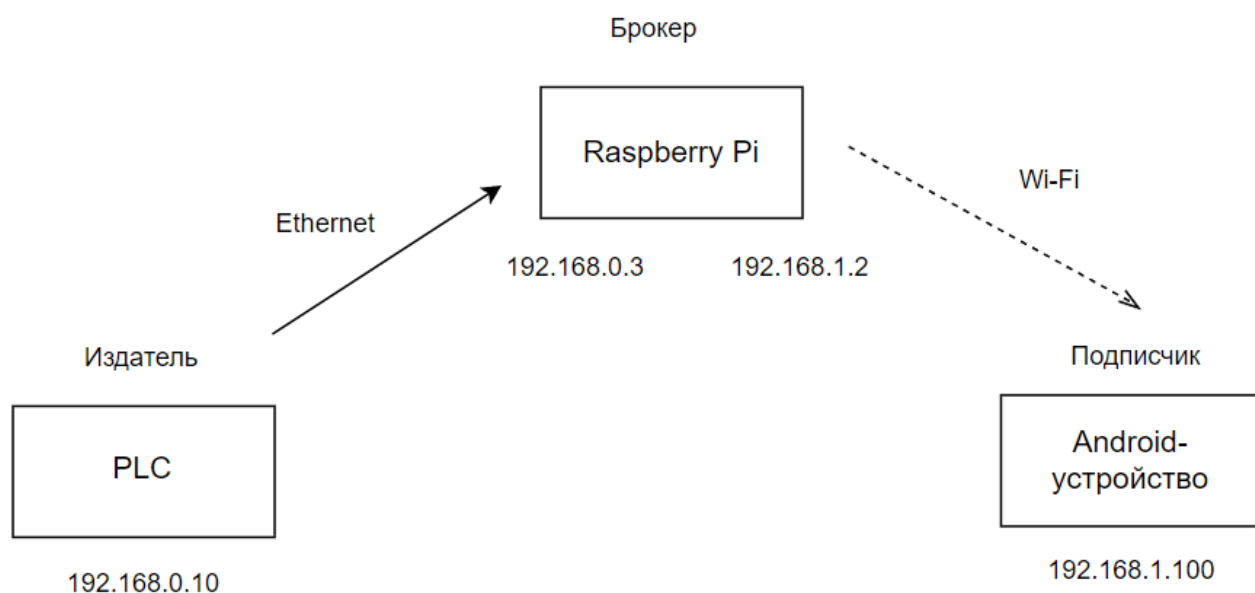


Рисунок 11 – Схема взаимодействия

Для настройки Raspberry Pi использовалась технология SSH, которая позволяет подключиться по IP к плате и выполнять настройку и конфигурирование платы. Плата была настроена на раздачу беспроводной сети, при этом Wi-Fi и Ethernet работают в разных подсетях, так как в данной схеме плата выполняет роль маршрутизатора. Также на ней был установлен MQTT брокер Mosquitto и настроен для взаимодействия с ПЛК Овен 200 и мобильным приложением.

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т92	Данилюку Егору Дмитриевичу

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. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 30000 руб. Оклад инженера – 15000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя – 30%; Премияльный коэффициент инженера – 20%; Доплаты и надбавки руководителя – 30%; Дополнительной заработной платы – 12%; Накладные расходы – 16%; Районный коэффициент – 1,3%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 7,6 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ разработанной стратегии.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работы. Расчет трудоемкости выполнения работ. Подсчет бюджета исследования.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения.

Перечень графического материала:

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ

- | |
|--|
| 4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ |
|--|

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	04.03.2023
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н, профессор		04.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Данилюк Егор Дмитриевич		04.03.2023

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Во время выполнения ВКР по разработке системы мониторинга АСУ ТП состояла из научного руководителя и инженера-разработчика.

Система мониторинга, является темой выпускной квалификационной работы и предназначено для получения разных показателей качества об автоматизированных процессах производства в режиме реального времени посредством сети Интернет. Объем работ охватывает проектирование и разработку основных модулей системы мониторинга.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является выявление наиболее конкурентоспособных методологий разработки, оценка эффективности, определение рисков и стратегий их устранения, формирование состава работ и бюджета проекта.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- проанализировать альтернативные варианты реализации проекта;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки проекта;
- провести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков;
- составить план работ по реализации проекта;
- рассчитать бюджет проекта.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности научных исследований

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Система мониторинга и анализа АСУ ТП предназначена для получения и обработки информации о параметрах технологического процесса, состоянии производственного оборудования и работе персонала. Как известно, под мониторингом понимают систематический сбор, обработку, хранение данных, наблюдение за состоянием объектов или процессов для последующего анализа,

оценки, прогноза и контроля. Так, система мониторинга и анализа – это надежный инструмент для получения достоверной информации и объективного управления производством. Внедрение автоматизированной системы мониторинга и анализа позволяет повысить скорость и качество работы сотрудников за счет автоматизации их работы. Руководство предприятия сможет контролировать использование финансовых ресурсов, направленных на повышение эффективности производства. В качестве потребителя результатов проведенной разработки выступают нефтегазовые компании, а также любые автоматизированные производства, которым необходимо осуществлять оперативный мониторинг за производственными процессами.

Таблица 3 представляет карту сегментирования рынка услуг по разработке автоматизированной системы со следующими критериями:

Тип платформы;

- удобство предоставления информации;
- работа с протоколом MQTT;
- локальный сбор информации;

Таблица 3 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке мобильного приложения.

	Тип платформы		
	Веб-приложение	Мобильное приложение	Чат-боты
Удобство предоставления информации	+	+	+
Работа с протоколом MQTT	+	+	
Локальный сбор информации		+	

Согласно карте сегментирования возможно сделать вывод о том, что только мобильное приложение может соответствовать данным требованиям.

4.1.2. Анализ конкурентных технических решений

При разработке программного продукта важно учитывать аналогичные реализации и сравнивать разрабатываемое решение с другими, чтобы оценить его наиболее вероятный уровень спроса. Это помогает подчеркнуть отличие предлагаемого решения от аналогов и, следовательно, определяет его ценность на рынке.

Для оценки конкурентоспособности системы мониторинга составлена карта сравнения конкурентных технических разработок (таблица 4). Индексом «ф» обозначена собственная разработка, индексом «к1» – техническое решение мобильного приложения «OwenCloud», индексом «к2» – техническое решение сайта «Simens LOGO App».

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Работа с MQTT	0.15	10	0	0	1.5	0	0
2. Использование в любых системах АСУ ТП	0.15	7	4	1	1.05	0.6	0.15
3. Удобство интерфейса	0.1	8	9	5	0.8	0.9	0.5
4. Отказоустойчивость	0.1	8	8	9	0.8	0.8	0.9
5. Масштабируемость	0.2	9	4	2	1.8	0.8	0.4
6. Безопасность	0.1	8	7	8	0.8	0.7	0.8
Экономические критерии оценки эффективности							
7. Уровень проникновения на рынок	0.1	8	5	1	0.8	0.5	0.1
8. Цена	0.1	10	9	8	1	0.9	0.8
Итого	1	68	46	34	8.55	5.2	3.65

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum Vi \times Bi$$

где K – конкурентоспособность вида;

B – вес критерия (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя. i

Как видно из таблицы наше решение улучшает недочёты конкурентов, например, возможность использовать в любых системах АСУ ТП и добавляет новый функционал, а именно работы с новым сетевым протоколом MQTT.

4.1.3. Технология QuaD

В ходе анализа по технологии QuaD было определено значение показателя качества и перспективности разработки равный 70. Данное значение показателя позволяет классифицировать разработку мобильного приложения к работам с перспективностью выше среднего.

4.1.4. SWOT-анализ

Для выявления всевозможных факторов, которые могут повлиять на успешность продукта в условиях рынка, необходимо следующим шагом провести SWOT-анализ. Результатом этого анализа будет стратегия дальнейшего развития и продвижения продукта на рынке. Также, посредством SWOT-анализа определяются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы.

Сильные стороны — это те факторы, которые характеризуют конкурентоспособность проекта.

Слабые стороны — это ограничения в возможностях или ресурсах, которые есть у проекта.

Возможности — это благоприятные характеристики внешней среды, которые можно использовать для составления успешной стратегии реализации проекта.

Угрозы — это негативные факторы, которые в настоящем или будущем могут стать барьером для успешности проекта.

Первый этап SWOT-анализа состоит из выявления сильных и слабых сторон, возможностей и угроз. Результаты первого этапа представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Матрица SWOT анализа

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Работа с протоколом MQTT; С2. Внедрение в любые системы АСУ ТП; С3. Удобство использования.	В1. Высокий спрос на данную систему из-за слабых конкурентов; В2. Тестирование в процессе внедрения; В3. Расширение возможностей системы.
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Отсутствие коммерческого опыта реализации данной системы; Сл2. Мобильное приложение только на Android устройства; Сл3 Сложность разработки.	У1. Несоответствие требованиям пользователей; У2. Нехватка специалистов для дальнейшей поддержки проекта; У3. Нехватка финансирования.

Второй этап состоит в построении интерактивной матрицы проекта. Она позволяет оценить взаимосвязь факторов, чтобы сформировать или скорректировать стратегию. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

		Сильные стороны			Слабые стороны		
Возможности проекта		С1	С2	С3	Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	+	-	-	-	-
	В2	+	+	+	-	-	+
	В3	+	+	-	-	-	+

Таблица 8 – Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

		Сильные стороны			Слабые стороны		
Угрозы проекта		С1	С2	С3	Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+	+	+	-
	У2	-	-	-	+	+	+
	У3	-	-	+	+	+	-

Корреляцию возможностей и угроз с сильными и слабыми сторонами можно записать в следующем виде:

- В1В2В3С1; В1В2В3С2; В2С3;
- В2В3Сл3;
- У1С1; У1С2; У1У3С3;
- У1У2У3Сл1; У1У2У3Сл2; У2Сл3.

Такой метод записи помогает выявить группы факторов, которые имеют единую природу.

На третьем этапе составляется итоговая матрица SWOT-анализа. В ней из результатов прошлого этапа формируются основные стратегии, которые позволят снизить риски. Итоговая матрица представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны: С1. Работа с протоколом MQTT; С2. Внедрение в любые системы АСУ ТП; С3. Удобство использования.	Слабые стороны: Сл1. Отсутствие коммерческого опыта реализации данной системы; Сл2. Мобильное приложение только на Android устройства; Сл3. Сложность разработки.
Возможности: В1. Высокий спрос на данное системы из-за слабых конкурентов; В2. Тестирование в процессе внедрения. В3. Расширение возможностей системы.	Сильные стороны и возможности в совокупности говорят о том, что на данную систему будет спрос, так как она предлагает новый функционал и исправляет недостатки конкурентов. Тестирование в процессе внедрения позволит выявить ранее не рассмотренные уязвимости системы и устранить ошибки.	Оценивая возможности и слабые стороны проекта, будет уместным сделать вывод, что оптимизация работы системы может потребовать дополнительных временных затрат, тем самым повышается вероятность того, что система может быть не разработана вовремя.

Продолжение таблицы 9

Угрозы внешней среды: У1. Несоответствие требованиям пользователей; У2. Нехватка специалистов для дальнейшей поддержки проекта; У3. Нехватка финансирования.	В связи с угрозой несоответствия приложения требованиям пользователей проект может повлечь за собой добавление дополнительных модулей в архитектуру системы.	Отсутствие опыта коммерческой реализации проектов вместе с нехваткой специалистов для дальнейшей поддержки проекта сигнализируют о том, что выпуск обновлений приложения с исправлением найденных ошибок может сопровождаться с большими временными задержками.
---	--	---

4.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Данный раздел посвящен определению возможных альтернатив проведения на основе морфологического подхода. Он основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

В качестве исследуемой предметной области возьмем разработку мобильного приложения. В качестве характеристик выделим следующие:

- тип платформы;
- средства разработки мобильного приложения;

- работа с MQTT;

В таблице 10 приведена морфологическая матрица по разработке мобильного приложения.

Таблица 10 – Морфологическая матрица разработки мобильного приложения

	1	2	3
А. Платформа	Android	IOS	Android + IOS
Б. Средства разработки мобильного приложения	Kotlin	Swift	Flutter
В. Работа с MQTT	Paho eclipse	CocoaMQTT	BitKnitting

Основным вариантом решения является А1Б1В1. По большей части такой фактор, как наличие опыта работы создание мобильных приложений под Android способствовал установлению данного подхода основным, что одновременно позволит сократить время разработки.

Альтернативными вариантами решения являются:

- А3Б3В3 – позволит разработать единое мобильное приложение, доступное для использования на обеих платформах Android и IOS.
- А2Б2В2 – позволит разработать мобильное приложение, доступное для использования на IOS.

4.3. Планирование работ по научно-техническому исследованию

4.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Предполагаемые работы, которые необходимо осуществить, спланированы следующим образом:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;

- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для проведения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, разработчики, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, производится распределение исполнителей по видам работ. Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Разработчик
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Разработчик
	4	Календарное планирование работ	Руководитель Разработчик
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Исследование методологии построения архитектуры системы	Руководитель Разработчик
	6	Концептуализация системы	Разработчик

Продолжение таблицы 11

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Разработчик
	8	Определение целесообразности проведения ОКР	Разработчик
Проведение ОКР			
Разработка технической документации и проектирование	9	Проектирование системы и составление диаграмм	Разработчик
	10	Оценка эффективности разработки и применения системы	Разработчик
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	11	Разработка системы	Разработчик
	12	Тестирование разработанной системы	Разработчик
	13	Развёртывание системы	Разработчик
Оформление отчета по НИР и комплекта документации по ОКР	14	Оформление эксплуатационно-технической документации	Разработчик
	15	Составление пояснительной записки	Разработчик

4.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, который зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_i + 2t_i}{5}$$

где $t_{ожі}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_i — минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

t_i — максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях учитывающая параллельность выполнения работ по нескольким исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

где T_{pi} — продолжительность одной работы, раб.дн.;

$Ч_i$ — численность исполнителей, выполняющих одновременно же работу на данном этапе, чел.

$t_{ожі}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта — горизонтальный ленточный график, на котором работы по выбранной теме изображены протяженными отрезками, представляющие собой временные промежутки, имеющие даты начала и окончания выполнения работ.

Данный вид диаграммы удобен и нагляден для представления проведения научных работ.

Для удобства построение графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения – коэффициент календарности i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}$$

где $T_{\text{кал}}$ - количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней в году.

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{365}{365 - 118} = 1.48$$

На основе таблицы (смотри Приложение Е) построим диаграмму Ганта, учитывая календарную продолжительность каждого процесса. Календарный план-график представлен в таблице (смотри Приложение Ж).

4.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научно-технического исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

- материальные затраты.
- затраты на спецоборудование.
- основная и дополнительная ЗП.
- социальные отчисления.
- прямые затраты.
- контрагентные расходы.
- накладные расходы.

4.4.1. Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_m = (1 + k_t) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расхi}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_t – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Оплата проживания в общежитии	год	0.5	0.6	0.5	4000	4000	4000	2308	2717	2444
Итого								2308	2717	2444

4.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования			Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Ис п. 1	Ис п. 2	Ис п. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3

Продолжение таблицы 15

№ п/п	Наименование оборудования			Кол-во единиц оборудова ния			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
1	Создание аккаунта разработ чика в Google Play	Создание аккаунта разработ чика App Store	Создание аккаунта разработ чика в Google Play	1	1	1	1643	6500	1643	1889	7475	1889
Итого:										1889	7475	1889

4.4.3. Основная заработная плата исполнителя темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приводится в таблице (смотри приложение Е). Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату и рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12–20 % от $З_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} * Т_{\text{р}}$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$Т_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} * М}{F_{\text{д}}}$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5–дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $М = 10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дн.

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней в общем	118	118
Количество выходных дней	104	104
Количество праздничных дней	14	14
Потери рабочего времени в общем	62	62
Потери рабочего времени (отпуск)	48	48

Приложение таблицы 16

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Потери рабочего времени (невыходы по болезни)	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	185	185

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30 процентов от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчет основной заработной платы представлен в таблице 18.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$k_{\text{т}}$	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	Тр, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	Доцент		33664	0.3	0.4	1.3	74397	4182	6	25094
Инженер	Разработчик		15000	0.3	0.2	1.3	29250	1644	148	243360
Итого $З_{\text{осн}}$										268454

4.4.4. Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый на стадии проектирования за 0,15.

4.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Расчет произведен в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ. Так как предстоящий проект является частью сферы информационных технологий, проводим дальнейший расчет с учетом письма ФНС России от 01.03.2022 N БС-4-11/2441:

- 6% на обязательное пенсионное страхование;
- 1,5% на обязательное социальное страхование;
- 0,1% на обязательное медицинское страхование.

Таким образом общий тариф составляет 7,6%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	25094	25094	25094	3764	3764	3764
Разработчик	618987	731910	656628	92848	109786	98494
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	7.60%					
Итого						
Исполнение 1	56293					
Исполнение 2	66162					
Исполнение 3	59582					

4.4.6. Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами, субподрядчиками). В данном случае контрагентные расходы отсутствуют и равны 0 руб.

4.4.7. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) * k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таблица 19 – Накладные расходы

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Оплата сети Интернет	мес	5.1	6.0	5.4	350	350	350	1773	2088	1878
USB-Флешка	шт	1	1	1	580	580	580	580	580	580
Бумага офисная	упаковка	1	1	1	449	449	449	449	449	449
Набор маркеров	упаковка	1	1	1	200	200	200	200	200	200
Ручка	шт	2	2	2	56	56	56	112	112	112
Итого (с учетом коэф-та накладных расходов)								498	549	515

4.4.8. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект приведено в таблице 21.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты	19558	19967	19694	Пункт 4.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1889	13030	1889	Пункт 4.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	644081	757004	681722	Пункт 4.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	96612	113551	102258	Пункт 4.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	56293	66162	59582	Пункт 4.4.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	-	-	-	Отсутствуют
7. Контрагентские расходы	-	-	-	Отсутствуют
8. Накладные расходы	498	549	515	Пункт 4.4.7
9. Бюджет затрат НТИ	818931	970262	865661	

4.5. Определение ресурсной (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 показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.1}} = \frac{818\,931}{970\,262} = 0.84$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.2}} = \frac{970\,262}{970\,262} = 1$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.3}} = \frac{865\,661}{970\,262} = 0.89$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i * b_i$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Удобство конечным пользователям	0.3	4	4	5
2. Удобство администраторам	0.1	5	5	5
3. Масштабируемость	0.2	3	5	3
4.Отказоустойчивость	0.2	4	4	4
5. Уровень оптимизации	0.2	4	4	4
Итого	1			

$$I_{p-исп1} = 0.3 \cdot 4 + 0.1 \cdot 5 + 0.2 \cdot 3 + 0.2 \cdot 4 + 0.2 \cdot 4 = 3.9$$

$$I_{p-исп2} = 0.3 \cdot 4 + 0.1 \cdot 5 + 0.2 \cdot 5 + 0.2 \cdot 4 + 0.2 \cdot 4 = 4.3$$

$$I_{p-исп3} = 0.3 \cdot 5 + 0.1 \cdot 5 + 0.2 \cdot 3 + 0.2 \cdot 4 + 0.2 \cdot 4 = 4.2$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}^{исп.1}} = \frac{3.9}{0.84} = 4.62$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}^{исп.2}} = \frac{4.3}{1} = 4.3$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{фин.р}^{исп.3}} = \frac{4.2}{0.89} = 4.71$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп2}}}{I_{\text{исп1}}}$$

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.84	1.00	0.89
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3.9	4.3	4.2
3	Интегральный показатель эффективности	4.62	4.30	4.71
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0.93	1.02

Сравнив значения интегральных показателей эффективности, можно сделать вывод, что реализация технологии в третьем исполнении является наиболее эффективным вариантом решения задачи. С другой стороны, первое исполнение, рассматриваемое в данной работе, с позиции отношения показателей финансовой и ресурсной эффективности близко третьему исполнению.

4.6. Выводы по главе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента был проведен анализ финансово-экономических показателей разработки системы мониторинга, а также был составлен список работ, продемонстрирован линейный график.

В ходе работы были предложены три альтернативы проведения работ, соответственно был проведен анализ трех исполнений. Полагаясь на результаты проведенной работы, разработка системы мониторинга в первом исполнении характеризуется как наиболее эффективным по сравнению с другими. В основном этому выводу способствовали такие пункты как средний бюджет затрат НТИ и сравнительно высокий показатель ресурсоэффективности исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа 8Т92		ФИО Данилюку Егору Дмитриевичу	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Разработка системы мониторинга состояния технологического процесса на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 200 с применением протокола MQTT

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования:</i> система мониторинга <i>Область применения:</i> информационные технологии, нефтегазовая промышленность <i>Рабочая зона:</i> <u>офис</u> <i>Размеры помещения:</i> 40 м ² <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> компьютер 1 шт. ПЛК ОВЕН 200 <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> разработка системы мониторинга
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 11.01.2023) 2. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78, ТК РФ
2. Производственная безопасность при эксплуатации: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные факторы: 1. Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения. 2. Повышенный уровень электромагнитных излучений, 3. Отклонение показаний микроклимата, 4. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.

	Опасные факторы: 1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: искусственное освещение, заземлённый блок питания ПЭВМ, тёплая одежда, физические упражнения, перерывы в работе, правила безопасности при работе с электрооборудованием.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на селитебную зону: выброс компьютеров и оргтехники. Воздействие на литосферу: выброс батареек и других элементов техники, содержащих вредные химические вещества, выброс деталей, сделанных из пластика. Воздействие на гидросферу: попадание токсичных веществ в воду, содержащиеся в деталях компьютера. Воздействие на атмосферу: утилизация ПЛК или смартфона.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: производственные аварии и пожары Наиболее типичная ЧС: возникновение пожара.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
24.01.2023	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		04.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Данилюк Егор Дмитриевич		04.03.2023

5. Социальная ответственность

Данная ВКР основана на создании системы мониторинга и анализа АСУ ТП на базе ПЛК ОВЕН 200 и мобильного Android-приложения.

Работы проводились в Томском политехническом университете и состояли из нескольких этапов. Обзор предметной области и этап проектирования, а также стадия разработки системы проходили в офисе с использованием ноутбука, ПЛК ОВЕН 200, и смартфона. Процесс разработки состоит из написания программного кода и отладки его. Проектируемое рабочее место представляет собой офис, в котором будет работать разработчик, выполняя написание программ на ноутбуке

Характеристика помещения:

- ширина – 8 м, длина – 5 м, высота – 3,0 м;
- площадь – 40 м²;
- объем – 120 м³;
- в помещении установлено искусственное освещение, имеется естественное освещение.

В среднем на одного сотрудника приходится 8,25 м² площади и около 24,75 м³ объема помещения. Данное помещение удовлетворяет санитарным нормам, согласно которым на одного работника должно приходиться не менее 6 м² площади и 24 м³.

В качестве потребителя результатов проведенной разработки выступают нефтегазовые компании, а также любые автоматизированные производства, которым необходимо осуществлять оперативный мониторинг за производственными процессами.

В данном разделе проведен анализ вредных и опасных факторов труда, определен комплекс мер организационного, правового, технического и режимного характера, который должен способствовать снижению возможности возникновения негативных последствий работы разработчика.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства

Защита трудовых прав и свобод граждан, установление благоприятных условий труда являются целью трудового законодательства. Посредством урегулирования вопросов организации труда и управлению трудом, заработной платы порядка решения спорных ситуаций Трудовой кодекс Российской Федерации согласует интересы сторон трудовых отношений.

Наиболее важным является соблюдение следующих положений:

- нормальная продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю;
- в течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается;
- всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых).

5.1.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Рабочее место должно быть обустроено с соблюдением с учетом требований ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». Должны быть соблюдены следующие условия:

Конструкция рабочего места и взаимное расположения всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009 «Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора» дополняет данный перечень тем, что конструкция мебели должна предоставлять возможность корректировки рабочих поз для выполнения нескольких задач (просмотр экрана, ввод с клавиатуры, использование устройств неклавиатурного ввода, запись и т.д.). Так, продолжительное нахождение в статическом положении сводится к минимуму [13].

При выполнении выпускной квалификационной работы правовых и организационных нарушений по указанным требованиям не было выявлено, рабочее место было оборудовано согласно всем нормам и правилам.

5.2. Производственная безопасность

Классификация производственных факторов приведена в нормативном документе «ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ». Они классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизические. Для данной работы актуальны физические и психофизические вредные и опасные факторы производства, характерные для рабочей зоны программиста. Выявленные факторы представлены в таблице 24.

Таблица 23 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте программиста

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Вредные факторы	
Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
Повышенный уровень электромагнитных излучений	Требования к уровню электромагнитных излучений изложены в СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
Отклонение показаний микроклимата	Требования к показаниям микроклимата определены в ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	Требования к регулированию умственного перенапряжения представлены в ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
Опасные факторы	
Поражение электрическим током человека	Требования к электробезопасности изложены в ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

5.3. Анализ выявленных вредных и опасных факторов

5.3.1. Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения

Важную роль в обеспечении благоприятных для работы условий играет освещение рабочего места, что актуально для инженеров- программистов, которые проводят время за созданием проектов, сидя за ПЭВМ. Недостаточная освещенность рабочего места может негативно повлиять на зрение работника, а также стать причиной переутомления. К наиболее распространённым профессиональным относят ухудшение зрения и усталость нервной системы.

Так же офис должен быть хорошо освещён. При недостаточном естественном освещении или его отсутствии, следует использовать искусственное освещение, согласно правилам освещенности производственных помещений регламентированы в нормативном документе СП 52.13330.2016. В таблице 24 приведена выписка нормативных показаний для искусственного и естественного освещения.

Таблица 24 – Требования к освещению рабочего помещения для разряда высокой точности Б1

Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Естественное освещение	
	Коэффициент естественной освещенности %, при	
	верхнем или комбинированном	боковом
Не менее 70	3,0	1,0

При отклонении данных показаний, можно использовать средства защиты, направленные на предотвращение заболеваний и дискомфорта, получаемых при недостаточном или чрезмерном освещении. Такими средствами являются:

- регулярная разминка глаз, отвлечение от рабочего процесса;
- сокращение рабочей смены.

5.3.2. Повышенный уровень электромагнитных излучений

Любое электрооборудование производит электромагнитное излучение (ЭМИ). Важно знать, что нахождение на рабочем месте с показателями ЭМИ выше нормы может привести к серьезным последствиям для организма человека. Чтобы избежать появления неврологических, эндокринных заболеваний, а также заболеваний сердечно-сосудистой системы, необходимо соблюдать соответствующие мероприятия, направленные на понижение факторов риска ЭМИ. К наиболее распространённым профессиональным травмам относятся негативные изменения в психическом состоянии: нарушение памяти и внимания, неблагоприятное воздействие на кровеносную систему, ухудшается проходимость нервных сигналов от мозга к другим органам.

Монитор является главным источником электромагнитного излучения (диапазон частот 3 кГц – 400 кГц), поэтому необходимо заострить на нём особое внимание. Производители дисплеев обязаны разрабатывать и выпускать в продажу только те модели, которые соответствуют стандартам безопасности. Для безопасной работы необходимо приобретать только качественные мониторы, сертифицированные стандартами правительства и отвечающие всем требованиям по защите здоровья пользователя.

Вторым модулем ПЭВМ, создающим электромагнитное излучение, является системный блок, диапазон частот ЭМИ которого равен 50 Гц. Несмотря на это, необходимо соблюдать стандарт для обеспечения здоровья работника, указанный в нормативном документе СанПиН 1.2.3685-21. Указанный документ нормирует предельно допустимые уровни напряженности электрического поля: при частоте 50 Гц 0.5 кВ/м для системного блока и 25 В/м при диапазоне частот 30-300 кГц.

Для защиты здоровья от электромагнитного излучения нужно заземлить системный блок ПЭВМ, не находиться вблизи задних стенок других мониторов, а также увеличить относительную влажность воздуха.

5.3.3. Отклонение показателей микроклимата

Факторы, характеризующие микроклимат помещения, указаны в нормативном документе ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Основные факторы указаны ниже:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Несоблюдение норм микроклимата в рабочем помещении может негативно отразиться на сотруднике. Пониженная температура провоцирует язвенные болезни, радикулит; могут появиться новые заболевания, связанные с органами дыхания и сердечно-сосудистой системы. Охлаждение тела работника также влечет за собой изменения в двигательной реакции и координации, что может привести к производственным авариям. Повышенная температура воздуха снижает производительность труда, способствует развитию заболеваний общего характера.

Показатели микроклимата разделены на допустимые значения и оптимальные значения микроклимата. У работника, находящегося в помещении с допустимыми показателями микроклимата, может снизиться работоспособность, но такие условия не влекут за собой ухудшение здоровья. Рабочее место, соблюдающее оптимальные значения микроклимата, способствует высокому уровню работоспособности и гарантирует нормальное здоровье работнику. Согласно вышеуказанному нормативному документу, работа с ПЭВМ относится к 2 категории работ. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в офисе.

Таблица 25 – Допустимые значения микроклимата холодного и теплого периода года для категории работ 2а

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С		Резуль- тирующая температура, °С		Относительна я влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптима льная	допу стим ая	оптима льная	допус тимая	оптима льная	допут имая, не более	оптима льная, не более	допус тимая, не более
Холодн ый	2	19-21	18- 23	18-20	17-22	45-30	60	0,2	0,3
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25	18- 28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

Для избежания проблем со здоровьем в условиях отличных от допустимых, необходимо использовать одежду для поддержания внутренней температуры тела или организовывать регулярные перерывы (физкультминутки) в течение рабочей смены.

5.3.4. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса

Длительные мыслительные процессы, связанные с созданием решения для поставленной задачи, оказывают негативное влияние на организм: возможны: нарушение сна, головные и мышечные боли, нарушение ритма сердцебиения, слабость, падение иммунитета. Документ ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ определяет умственное перенапряжение как часть нервно-психических перегрузок, которые в свою очередь являются частью вредных производственных факторов, обладающих свойствами психофизиологического воздействия на организм человека.

Мерами противодействия являются регулярные физические упражнения и соблюдение пауз между рабочими интервалами для восстановления умственных возможностей.

5.3.5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором, характерным для работы с любым электрооборудованием, в том числе и с ПЭВМ. Для того, чтобы избежать характерные происшествия, необходимо соблюдать нормы электробезопасности, описанные в нормативном документе ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ.

К наиболее распространённым профессиональным травмам относят сильный нагрев тканей и развития ожога, а также к нарушению работы внутренних органов, остановка сердца.

В представленном государственном стандарте приведены следующие мероприятия по электробезопасности производственного помещения:

- перед началом работы с ПЭВМ необходимо убедиться в том, что розетка и прочие выключатели корректно закреплены и не имеют оголённые токоведущие части;

– при возникновении какой-либо неисправности, необходимо немедленно обратиться к ответственному за данное оборудование сотруднику, не пытаясь предпринять что-то самостоятельно.

Таким образом, соблюдая данные мероприятия, можно снизить риск поражения электрическим током в процессе работы с ПЭВМ.

5.4. Экологическая безопасность

При разработке системы мониторинга АСУ ТП требовались следующие устройства: персональный компьютер, ПЛК, ноутбук, принтер и смартфон. Но несмотря на то, что их эксплуатация приносит незначительный вред, их утилизация является глобальной проблемой. Неправильно утилизированная оргтехника оказывает огромный вред на литосферу. Выброшенные комплектующие ЭВМ, например, батарейки, могут содержать в себе вредные химические элементы, наносящие ущерб почве, делая ее непригодной для дальнейшего ее использования. Более того, те же токсичные вещества, содержащиеся в компьютерах, могут напрямую контактировать с водой в реках и водоемах либо проникнуть глубже в недра Земли, вызывая дальнейшее загрязнение подземных вод.

Утилизация деталей ЭВМ путем сжигания является не менее вредным фактором для атмосферы. Многие детали ЭВМ сделаны из пластика, сгорание которого выделяет диоксины, ядовитые газы, вследствие чего загрязняется воздух, что, в свою очередь, в больших масштабах влияет на климат. Согласно ГОСТ Р 55102-2012 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов» сбор отработавших электротехнического и электронного оборудования производится в местах, где осуществляется распространение электрического или электронного оборудования среди конечных потребителей. После этого различные виды ОЭЭО собираются в отдельные упаковки и направляются для повторного внедрения.

5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления или иного бедствия, которые могут повлечь за собой ущерб здоровью людей, окружающей среде, а также принести материальные потери. Для понижения пагубного воздействия и риска возникновения ЧС, каждому сотруднику нужно быть ознакомленным с наиболее вероятными и типичными ЧС.

5.5.1. Анализ вероятных ЧС в процессе разработки

По характеру источников возникновения, ЧС делятся на:

- природные;
- техногенные;
- экологические;
- биолого-социального характера.

Для данного проекта наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар, который можно отнести к ЧС техногенного характера. Высокую вероятность возникновения пожара можно объяснить пожароопасностью электрических приборов, в том числе ПЛК. Во внутреннем устройстве может возникнуть перегрев элементов из-за некачественных компонентов или плохих условий микроклимата, или же произойти короткое замыкание из-за неосторожности сотрудника или плохого качества оборудования, вследствие чего так же может произойти пожар.

5.5.2. Разработка превентивных мер по предупреждению возникновения ЧС

Каждый сотрудник, участвующий в процессе разработки и работающий с ПЛК, должен пройти инструктаж по технике пожарной безопасности и соблюдать все перечисленные в нем меры. При соблюдении всех перечисленных ниже мер, содержащихся в инструктаже по пожарной безопасности, понижается вероятность возникновения пожара:

- запрещается использовать электроприборы в условиях, не соответствующих требованиям безопасности;

- не использовать электроприборы, имеющие неисправности, которые могут привести к пожару (в соответствии с инструкцией);
- не разрешается эксплуатировать оголённые электропровода;
- недопустимо хранение легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ.

При возникновении пожара или признаков горения (дым, повышение температуры, запах гари), сотруднику необходимо:

- немедленно уведомить пожарную службу по номеру «01» о случившемся ЧС, сообщив адрес происшествия и свою фамилию.
- обесточить электропитание.
- открыть все запасные выходы из здания.
- закрыть все окна, двери следует держать немного приоткрытыми.
- по возможности, принять меры по эвакуации людей и документов.
- приступить к тушению огня имеющимися средствами пожаротушения.
- встретить прибывшую команду пожарной службы и покинуть здание согласно плану эвакуации.

5.6. Выводы по разделу социальная ответственность

В рамках раздела были рассмотрены организационные и правовые аспекты обеспечения безопасности при разработке проектного решения. Проанализированы возможные опасные и вредные факторы производства, с приведением мер по снижению воздействия рассмотренных факторов. В подразделе по экологической безопасности проектного решения проанализировано воздействие разработки на окружающую среду и рассмотрены меры ее охране. Также в рамках раздела выявлена возможная ЧС, которая может произойти во время разработки решения и представлены меры для ее предотвращения.

Офис, в котором разрабатывается проектное решение соответствует – I категории по электробезопасности. Категория тяжести труда при разработке проектного решения – 2 а. В офисном помещении не производится работа с горючими материалами или газами, поэтому категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, соответствует умеренной пожароопасности. Объект не является оказывающим значительное негативное воздействие на окружающую среду и не соответствует критериям нормативной документации, поэтому отнести к какой-либо категории по этому фактору невозможно.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были выявлены недостатки существующих систем мониторинга, произведён анализ этих недостатков и выявлены решения по устранению данных недостатков, а также выявлены функциональные требования для проектируемой системы мониторинга.

Спроектирована и разработана система мониторинга на базе ПЛК Овен 200. Данная система включает в себя Android – приложение, которое может отслеживать показания технологического процесса в реальном времени, в виде списка или графика, а также уведомлять пользователя при отклонении показаний от допустимых. Разработана программа в среде Codesys для регулирования уровня жидкости в ёмкости с помощью ПИД-регулятора, с возможностью задавать уставку и коэффициенты ПИД-регулятора, а также в реальном времени отслеживать уровень жидкости. Выполнена настройка и отладка взаимодействия ПЛК Овен 200 и Android-приложения с помощью Raspberry Pi с использованием протокола MQTT.

Список использованных источников

1. Среда программирования CODESYS. – Текст: электронный. – URL: https://owen.ru/product/codesys_v3/ (дата обращения 30.04.2023).
2. Среда программирования CODESYS. – Текст: электронный. – URL: https://owen.ru/product/codesys_v3/ (дата обращения 30.04.2023).
3. Общие сведения о языке FBD. – Текст: электронный. – URL: https://sm1820.github.io/beremiz/iec_guide/fbd_guide.html/ (дата обращения 30.04.2023)
4. Документация Android. – Текст: электронный. – URL: <https://developer.android.com/> (дата обращения 30.04.2023)
5. Документация Raspberry Pi. – Текст: электронный. – URL: <https://www.raspberrypi.com/> (дата обращения 30.04.2023)
6. Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалов, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына. – Томск: Из-во Томского политехнического университета, 2014. –36 с.
7. Структура рынка АСУ ТП по отраслям потребления. – Текст: электронный.– URL: https://www.megaresearch.ru/knowledge_library/strukturarynka-asu-tp-po-otraslyam-potrebleniya-3119 (дата обращения 30.04.2023).
8. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_34683/ (дата обращения 30.04.2023). – Текст: электронный
9. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 30.04.2023). –Текст: электронный.
10. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения

2017-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 30.04.2023). – Текст: электронный.

11. 18. ГОСТ 22269-76 Система человек-машина. Рабочее место оператора.

12. Взаимное расположение элементов рабочего стола. Общие эргономические требования: дата введения 1978-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012834> (дата обращения: 30.04.2023). – Текст: электронный.

13. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 30.04.2023). – Текст: электронный.

14. ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009 Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействия с человеком: дата введения: 2010-12-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076090> (дата обращения: 30.04.2023). – Текст: электронный.

15. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение: дата введения 2017-05-08. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 30.04.2023). – Текст: электронный.

16. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов: дата введения 1983-07-01 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 30.04.2023). – Текст : электронный.

17. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»: дата введения 1986-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200272> (дата обращения: 30.04.2023). – Текст : электронный.

18. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности: дата введения 2009-05-01. – <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 30.04.2023). – Текст : электронный.

19. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов: дата введения 2011-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200081740> (дата обращения: 30.04.2023). – Текст : электронный.

20. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений: дата введения 1986-07-01 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003200> (дата обращения: 30.04.2023). – Текст : электронный.

21. Приказ Минприроды России N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду»: дата введения: 2014-12-04. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420240163> (дата обращения: 30.04.2023). – Текст : электронный.

Приложение А **(Обязательное)** **Блок-схема работы приложения**

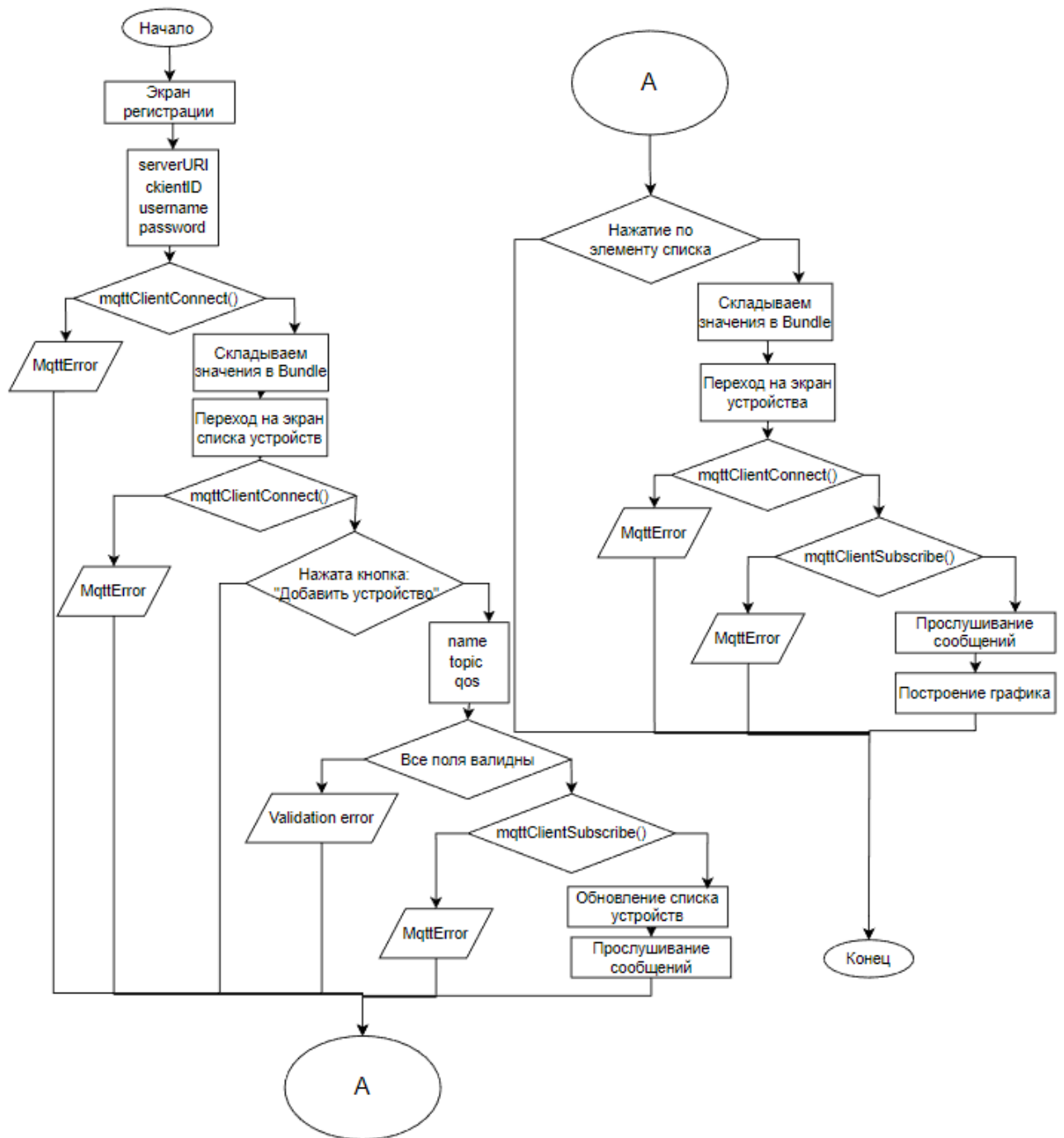


Рисунок А.1 – Блок-схема работы приложения

Приложение Б
(Обязательное)
Листинг экрана регистрации

Листинг Б.1 – Листинг экрана регистрации

```
1. @AndroidEntryPoint
2. class ConnectFragment : Fragment() {
3.
4.     private lateinit var binding: FragmentConnectBinding
5.     private val viewModel: ConnectViewModel by viewModels()
6.
7.     companion object {
8.
9.         const val MQTT_SERVER_URL_KEY = "MQTT_SERVER_URL"
10.        const val MQTT_CLIENT_ID_KEY = "MQTT_CLIENT_ID"
11.        const val MQTT_USERNAME_KEY = "MQTT_USERNAME"
12.        const val MQTT_PWD_KEY = "MQTT_PWD"
13.
14.        const val MQTT_SERVER_URL = "tcp://www.mqtt-dashboard.com:1883"
15.        const val MQTT_CLIENT_ID = ""
16.        const val MQTT_USERNAME = ""
17.        const val MQTT_PWD = ""
18.    }
19.
20.    override fun onCreateView(inflater: LayoutInflater, container: ViewGroup?,
21.        savedInstanceState: Bundle?): View {
22.        binding = FragmentConnectBinding.inflate(inflater)
23.        return binding.root
24.    }
25.
26.    override fun onViewCreated(view: View, savedInstanceState: Bundle?) {
27.        super.onViewCreated(view, savedInstanceState)
28.        setListeners()
29.        setObserves()
30.    }
```

Продолжение листинга Б.1

```
31.private fun setListeners() {
32.    with(binding) {
33.        buttonPrefill.setOnClickListener {
34.            editTextServerUrl.setText(MQTT_SERVER_URL)
35.            editTextClientId.setText(MQTT_CLIENT_ID)
36.            editTextUsername.setText(MQTT_USERNAME)
37.            editTextPassword.setText(MQTT_PWD)
38.        }
39.        buttonClean.setOnClickListener {
40.            editTextServerUrl.setText("")
41.            editTextClientId.setText("")
42.            editTextUsername.setText("")
43.            editTextPassword.setText("")
44.        }
45.
46.        buttonConnect.setOnClickListener {
47.            val serverURLFromEditText = editTextServerUrl.text.toString()
48.            val clientIDFromEditText = editTextClientId.text.toString()
49.            val usernameFromEditText = editTextUsername.text.toString()
50.            val pwdFromEditText = editTextPassword.text.toString()
51.
52.            viewModel.connectToBroker(
53.                ConnectModel(
54.                    serverURL = serverURLFromEditText,
55.                    clientID = clientIDFromEditText,
56.                    username = usernameFromEditText,
57.                    password = pwdFromEditText
58.                )
59.            )
60.        }
61.    }
62. }
63.
```

Продолжение листинга Б.1

```
64. private fun setObserves() {
65.     viewModel.state.observe(viewLifecycleOwner, ::handleState)
66. }
67.
68. private fun handleState(state: ConnectState) {
69.     when (state) {
70.         is ConnectState.Loading -> {
71.             renderLoading()
72.         }
73.
74.         is ConnectState.Connected -> {
75.             renderConnected(state)
76.         }
77.
78.         is ConnectState.Error -> {
79.             renderError()
80.         }
81.     }
82. }
83.
84. private fun renderLoading() {
85.     with(binding) {
86.         progressBar.visibility = View.VISIBLE
87.         buttonConnect.visibility = View.INVISIBLE
88.     }
89. }
90.
91. private fun renderConnected(state: ConnectState.Connected) {
92.     with(binding) {
93.         progressBar.visibility = View.INVISIBLE
94.         buttonConnect.visibility = View.VISIBLE
95.         buttonConnect.setBackgroundColor(resources.getColor(R.color.purple_700))
96.     }
```

Продолжение листинга Б.1

```
97.    val bundle = bundleOf(
98.        MQTT_SERVER_URL_KEY to state.serverURL,
99.        MQTT_CLIENT_ID_KEY to state.clientID,
100.        MQTT_USERNAME_KEY to state.username,
101.        MQTT_PWD_KEY to state.password
102.    )
103.    navigateToClientFragment(bundle)
104. }
105.
106.    private fun renderError() {
107.        with(binding) {
108.            progressBar.visibility = View.INVISIBLE
109.            buttonConnect.visibility = View.VISIBLE
110.            buttonConnect.setBackgroundColor(resources.getColor(R.color.error_color))
111.        }
112.    }
113.
114.    private fun navigateToClientFragment(bundle: Bundle) {
115.
116.        findNavController().navigate(R.id.action_ConnectFragment_to_devicesListFragment,
            bundle)
117.    }
```

Приложение В
(Обязательное)
Листинг экрана списка устройств

Листинг В.1 – Листинг экрана списка устройств

```
1. @AndroidEntryPoint
2. class DevicesListFragment : Fragment(), DevicesListOnClickListener {
3.
4.     private lateinit var binding: FragmentDevicesListBinding
5.     private val viewModel: DevicesListViewModel by viewModels()
6.     private lateinit var adapter: DevicesListRecyclerAdapter
7.
8.     companion object {
9.
10.         const val CONNECT_MODEL = "CONNECT_MODEL"
11.         const val DEVICE_MODEL = "DEVICE_MODEL"
12.
13.         const val SETUP_DEVICE = "Setup Device"
14.         const val ADD = "Add"
15.         const val VALUE_IS_EMPTY = "Value is empty"
16.         const val VALUE_IS_INVALID = "Value is invalid"
17.
18.     }
19.
20.     override fun onCreateView(inflater: LayoutInflater, container: ViewGroup?,
21.         savedInstanceState: Bundle?): View {
22.         binding = FragmentDevicesListBinding.inflate(inflater)
23.         val model: ConnectModel = arguments?.getSerializable(CONNECT_MODEL) as
24.             ConnectModel
25.         viewModel.initialization(model)
26.         return binding.root
27.     }
28.
29.     override fun onViewCreated(view: View, savedInstanceState: Bundle?) {
30.         super.onViewCreated(view, savedInstanceState)
```

Продолжение листинга В.1

```
29.setListeners()
30.    setObserves()
31. }
32.
33. private fun setAdapters() {
34.    adapter = DevicesListRecyclerAdapter(this)
35.    binding.recyclerAdapter.adapter = adapter
36.    val itemAnimator = binding.recyclerAdapter.itemAnimator
37.    if (itemAnimator is DefaultItemAnimator) {
38.        itemAnimator.supportsChangeAnimations = false
39.    }
40. }
41.
42. private fun setListeners() {
43.    with(binding) {
44.        buttonAddDevice.setOnClickListener {
45.            customAlertDialog {
46.                viewModel.subscribeToTopic(it)
47.            }
48.        }
49.
50.    }
51. }
52.
53. private fun setObserves() {
54.    viewModel.state.observe(viewLifecycleOwner, ::handleState)
55. }
56.
57. private fun customAlertDialog(onClick: (DeviceModel) -> Unit) {
58.    val dialogBinding = DevicesListCustomDialogBinding.inflate(layoutInflater)
59.    val dialog = AlertDialog.Builder(requireContext())
60.        .setTitle(SETUP_DEVICE)
61.        .setView(dialogBinding.root)
```

Продолжение листинга В.1

```
62.     .setPositiveButton(ADD, null)
63.     .create()
64.     dialog.setOnShowListener {
65.         dialogBinding.editTextDeviceName.requestFocus()
66.
67.         dialog.getButton(DialogInterface.BUTTON_POSITIVE).setOnClickListener {
68.             val deviceName: String = dialogBinding.editTextDeviceName.text.toString()
69.             val deviceTopic: String = dialogBinding.editTextTopic.text.toString()
70.             val deviceQos: Int? = dialogBinding.editTextQos.text.toString().toIntOrNull()
71.             val deviceTypeOfValue: String = dialogBinding.editTextTypeOfValue.text.toString()
72.             val topLimit: Int? = dialogBinding.editTopLimit.text.toString().toIntOrNull()
73.             val bottomLimit: Int? = dialogBinding.editBottomLimit.text.toString().toIntOrNull()
74.             if (deviceName.isBlank()) {
75.                 dialogBinding.editTextDeviceName.error = VALUE_IS_EMPTY
76.                 return@setOnClickListener
77.             } else if (deviceTopic.isBlank()) {
78.                 dialogBinding.editTextTopic.error = VALUE_IS_EMPTY
79.                 return@setOnClickListener
80.             } else if (deviceQos == null || deviceQos >= 2) {
81.                 dialogBinding.editTextQos.error = VALUE_IS_INVALID
82.                 return@setOnClickListener
83.             } else if (deviceTypeOfValue.isBlank()) {
84.                 dialogBinding.editTopLimit.error = VALUE_IS_EMPTY
85.                 return@setOnClickListener
86.             } else if (topLimit == null) {
87.                 dialogBinding.editTopLimit.error = VALUE_IS_INVALID
88.                 return@setOnClickListener
89.             } else if (bottomLimit == null) {
90.                 dialogBinding.editBottomLimit.error = VALUE_IS_INVALID
91.                 return@setOnClickListener
92.             }
93.             onClick.invoke(
94.                 DeviceModel(
```

Продолжение листинга В.1

```
95.         name = deviceName,
96.         nameOfTopic = deviceTopic,
97.         qos = deviceQos,
98.         topLimit = topLimit,
99.         bottomLimit = bottomLimit,
100.         typeOfValue = deviceTypeOfValue
101.     )
102. )
103.     dialog.dismiss()
104. }
105. }
106.     dialog.show()
107. }
108.
109. private fun handleState(state: DeviceListState) {
110.     when (state) {
111.         is DeviceListState.Loading -> {}
112.
113.         is DeviceListState.Content -> {
114.             renderContentState(state)
115.         }
116.
117.         is DeviceListState.Error -> {
118.             renderErrorState()
119.         }
120.     }
121.
122. }
123.
124. private fun renderContentState(state: DeviceListState.Content) {
125.     adapter.devices = state.listOfDevice
126. }
127.
```

Продолжение листинга В.1

```
128.     private fun renderErrorState() {  
129.         findNavController().popBackStack()  
130.     }  
131.  
132.     override fun onClick(model: DeviceModel) {  
133.         val bundle = bundleOf(  
134.             DEVICE_MODEL to model  
135.         )  
136.  
         findNavController().navigate(R.id.action_devicesListFragment_to_deviceInfoFragment,  
         bundle)  
137.     }  
}
```

Приложение Г
(Обязательное)
Листинг экрана детальной информации

Листинг Г.1 – Листинг экрана детальной информации

```
1. @AndroidEntryPoint
2. class DeviceInfoFragment : Fragment() {
3.     private lateinit var binding: FragmentDeviceInfoBinding
4.     private val viewModel: DeviceInfoViewModel by viewModels()
5.     companion object {
6.         const val DEVICE_MODEL = "DEVICE_MODEL"
7.         const val VALUE = ""
8.     }
9.     override fun onCreateView(inflater: LayoutInflater, container: ViewGroup?,
10.         savedInstanceState: Bundle?): View {
11.         binding = FragmentDeviceInfoBinding.inflate(inflater)
12.         val model: DeviceModel = arguments?.getSerializable(DEVICE_MODEL) as
13.             DeviceModel
14.         viewModel.initialization(model)
15.         with(binding) {
16.             graph.setTitle(model.typeOfValue)
17.             textTopLimit.text = model.topLimit.toString()
18.             textBottomLimit.text = model.bottomLimit.toString()
19.             textDeviceName.text = model.name
20.             textDeviceTopic.text = model.nameOfTopic
21.             textQos.text = model.qos.toString()
22.         }
23.         return binding.root
24.     }
25.
26.     override fun onViewCreated(view: View, savedInstanceState: Bundle?) {
27.         super.onViewCreated(view, savedInstanceState)
28.         setListeners()
29.         setObserves()
30.     }
31. }
```

Продолжение листинга Г.1

```
29. }
30. private fun setObserves() {
31.     viewModel.state.observe(viewLifecycleOwner, ::handleState)
32. }
33. private fun handleState(state: DeviceState) {
34.     when (state) {
35.         is DeviceState.Loading -> {}
36.         is DeviceState.Content -> {
37.             renderContentState(state)
38.         }
39.         is DeviceState.Error -> {}
40.     }
41. }
42. private fun renderContentState(state: DeviceState.Content) {
43.     with(binding) {
44.         graph.clear()
45.         val xySeries = SimpleXYSeries(state.list,
            SimpleXYSeries.ArrayFormat.Y_VALS_ONLY, VALUE)
46.         graph.addSeries(xySeries, LineAndPointFormatter(Color.RED, Color.BLACK, null,
            null))
47.         graph.invalidate()
48.         textView.text = state.list.last().toString()
49.         val valueFloat = state.list.last()
50.         val valueTopLimit = textViewLimit.text.toString().toFloat()
51.         val valueBottomLimit = textViewLimit.text.toString().toFloat()
52.         if (valueFloat in valueBottomLimit..valueTopLimit) {
53.             textView.setTextColor(textView.resources.getColor(R.color.black))
54.         } else {
55.             textView.setTextColor(textView.resources.getColor(R.color.error_color))
56.         }
57.     }
58. }
}
```

Приложение Д
(Обязательное)
Оценочная карта перспективности разработки

Таблица Д.1 – Оценочная карта перспективности разработки

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
Потребность в ресурсах памяти	0.01	60	100	0.60	0.006
Функциональная мощность	0.02	80	100	0.80	0.016
Простота эксплуатации	0.01	90	100	0.90	0.009
Качество графического интерфейса	0.01	80	100	0.80	0.008
Скорость работы	0.06	80	100	0.80	0.048
Энергоэффективность	0.04	80	100	0.80	0.032
Помехоустойчивость	0.04	60	100	0.60	0.024
Надёжность	0.05	80	100	0.80	0.040
Унифицированность	0.03	100	100	1.00	0.030
Уровень материалоемкости разработки	0.04	80	100	0.80	0.032
Уровень шума	0.01	100	100	1.00	0.010
Безопасность	0.05	80	100	0.80	0.040
Потребность в ресурсах памяти	0.03	80	100	0.80	0.024
Функциональная мощность	0.06	80	100	0.80	0.048

Продолжение таблицы Д.1

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Простота эксплуатации	0.05	100	100	1.00	0.050
Качество интеллектуального интерфейса	0.05	80	100	0.80	0.040
Ремонтопригодность	0.01	80	100	0.80	0.008
Показатели оценки экономического потенциала разработки					
Конкурентоспособность продукта	0.07	80	100	0.8	0.056
Уровень проникновения на рынок	0.08	20	100	0.2	0.016
Перспективность рынка	0.06	100	100	1	0.06
Цена	0.03	80	100	0.8	0.024
Послепродажное обслуживание	0.05	60	100	0.6	0.03
Финансовая эффективность разработки	0.04	40	100	0.4	0.016
Срок выхода на рынок	0.04	60	100	0.6	0.024
Наличие сертификации разработки	0.06	20	100	0.2	0.012
Итого	1.00				0.703

**Приложение Е
(Обязательное)**

Временные показатели проведения научного исследования

Таблица Е.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	Tmin, чел–дни			Tmax, чел–дни			Тожи, чел– дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Составление и утверждение ТЗ	2	2	2	3	3	3	2.4	2.4	2.4	Научный руководитель	2.4	2.4	2.4	4	4	4
Выбор направлений исследований	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	Научный руководитель, разработчик	0.7	0.7	0.7	1	1	1
Подбор и изучение материалов по теме	2	3	3	4	6	6	2.8	4.2	4.2	Разработчик	2.8	4.2	4.2	4	6	6

Продолжение таблицы Е.1

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	Tmin, чел–дни			Tmax, чел–дни			Тожи, чел– дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Календарное планирование работ	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	Научный руководитель, разработчик	0.7	0.7	0.7	1	1	1
Исследование методологии построения архитектуры системы	3	4	3	5	6	5	3.8	4.8	3.8	Разработчик	3.8	4.8	3.8	6	7	6

Продолжение таблицы Е.1

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	Tmin, чел–дни			Tmax, чел–дни			Тожи, чел– дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Оценка эффективности полученных результатов	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	Разработчик	1.4	1.4	1.4	2	2	2
Оценка целесообразности проведения ОКР	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	Разработчик	1.4	1.4	1.4	2	2	2

Продолжение таблицы Е.1

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	Tmin, чел–дни			Tmax, чел–дни			Тожи, чел– дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Оценка целесообразности проведения ОКР	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	Разработчик	1.4	1.4	1.4	2	2	2
Проектирование системы и составление диаграмм	6	6	10	8	8	14	6.8	6.8	11.6	Разработчик	6.8	6.8	11.6	10	10	17

Продолжение таблицы Е.1

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	T_{min} , чел–дни			T_{max} , чел–дни			$T_{ожі}$, чел– дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Оценка эффективности разработки и применения системы	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	Разработчик	1.4	1.4	1.4	2	2	2
Разработка системы	32	48	32	48	64	48	38.4	54.4	38.4	Разработчик	38.4	54.4	38.4	57	80	57
Тестирование разработанной системы	12	12	12	18	18	18	14.4	14.4	14.4	Разработчик	14.4	14.4	14.4	21	21	21
Развёртывание системы	2	2	2	3	3	3	2.4	2.4	2.4	Разработчик	2.4	2.4	2.4	4	4	4

Продолжение таблицы Е.1

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	Tmin, чел–дни			Tmax, чел–дни			Тожді, чел– дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Оформление эксплуатационно-технической документации	6	6	6	18	18	18	10.8	10.8	10.8	Разработчик	10.8	10.8	10.8	16	16	16
Составление пояснительной записки	6	6	6	18	18	18	10.8	10.8	10.8	Разработчик	10.8	10.8	10.8	16	16	16

**Приложение Ж
(Обязательное)**

Календарный план-график проведения научного исследования

Таблица Ж.1 – Календарный план-график проведения научного исследования

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль		март		апрель		май		июнь		июль	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Составление и утверждение ТЗ	НР	4												
2	Выбор направлений исследований	НР, Р	1												
3	Подбор и изучение материалов по теме	Р	4												
4	Календарное планирование работ	НР, Р	1												
5	Исследование методологии построения архитектуры системы	Р	6												

Продолжение таблицы Ж.1

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль		март		апрель		май		июнь		июль	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
6	Концептуализация системы	Р	6												
7	Оценка эффективности полученных результатов	Р	2												
8	Оценка целесообразности проведения ОКР	Р	2												
9	Проектирование системы и составление диаграмм	Р	10												
10	Оценка эффективности разработки и применения системы	Р	2												
11	Разработка системы	Р	57												

Продолжение таблицы Ж.1

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль		март		апрель		май		июнь		июль	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
12	Тестирование разработанной системы	Р	21												
13	Развёртывание системы	Р	4												
14	Оформление эксплуатационно-технической документации	Р	16												
15	Составление пояснительной записки	Р	16												

 – научный руководитель;  – разработчик

Приложение Е
(Обязательное)
Расчет основной заработной платы

Таблица Е.1 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители	Трудо-емкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель	4	4	4	2	8	8	8
2	Выбор направлений исследований	Научный руководитель, разработчик	1	1	1	1	2	2	2
3	Подбор и изучение материалов по теме	Разработчик	4	6	6	1	4	6	6
4	Календарное планирование работ	Научный руководитель, разработчик	1	1	1	2	4	4	4

Продолжение таблицы Е.1

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители	Трудо-емкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящая я на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
5	Исследование методологии построения архитектуры системы	Разработчик	6	7	6	2	12	14	12
6	Концептуализация системы	Разработчик	6	7	6	2	12	14	12
7	Оценка эффективности полученных результатов	Разработчик	2	2	2	1	2	2	2

Продолжение таблицы Е.1

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители	Трудо-емкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящая я на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
8	Оценка целесообразности и проведения ОКР	Разработчик	2	2	2	1	2	2	2
9	Проектирование системы и составление диаграмм	Разработчик	10	10	17	2	20	20	34
10	Оценка эффективности разработки и применения системы	Разработчик	2	2	2	1	2	2	2

Продолжение таблицы Е.1

№ п/п	Наименова ние этапов	Исполн ители	Трудо-емкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяс я на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
11	Разработка системы	Разраб отчик	57	80	57	3	171	240	171
12	Тестирова ние разработан ной системы	Разраб отчик	21	21	21	3	63	63	63
13	Развёртыв ание системы	Разраб отчик	4	4	4	2	8	8	8
14	Оформлен ие эксплуатац ионнотехн ической документа ции	Разраб отчик	16	16	16	1	16	16	16

Продолжение таблицы Е.1

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители	Трудо-емкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящая я на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
15	Составление пояснительной записки	Разработчик	16	16	16	1	16	16	16
						Итого	342	417	358

Приложение Ж (Обязательное)

Определения входящих и выходящих параметров библиотеки Codesys MQTT Library

Таблица Ж.1 – Определения входящих и выходящих параметров библиотеки
Codesys MQTT Library

Имя	Тип	Начальное значение	Comment
i_xEnable	<i>BOOL</i>	TRUE	Активация
i_sBrokerAddress	<i>STRING</i>	"	IP – адрес или URL брокера
i_uiPort	<i>UINT</i>	1883	Порт
i_sUsername	<i>STRING</i>	"	Имя пользователя
i_sPassword	<i>STRING</i>	"	Пароль
i_sWillTopic	<i>STRING</i>	"	Топик для будущей публикации
i_sWillMessage	<i>STRING</i>	"	Будущее сообщение
i_sWillRetain	<i>STRING</i>	FALSE	Сохранить или не сокращать последнее сообщение о публикации
i_xAutoReconnect	<i>BOOL</i>	TRUE	Автоматическое переподключение
i_sPayload	<i>STRING</i>	'Hello MQTT-Broker from CoDeSys'	Сообщение, которое необходимо отправить
i_sTopicPublish	<i>STRING</i>	'CoDeSys'	Топик публикации
i_sTopicSubscribe	<i>STRING</i>	'CoDeSys'	Топик подписки
i_xRetain	<i>BOOL</i>	TRUE	Сохранение флага
i_xPublish	<i>BOOL</i>	FALSE	Отправляет сообщение
i_xSubscribe	<i>BOOL</i>	FALSE	Подписывается на топик
i_sClientID	<i>STRING</i>	12345678	ID Клиента
q_stLastReceivedMessage	<i>STRING</i>	21	Приходящее сообщение

Продолжение таблицы Ж.1

Имя	Тип	Начальное значение	Comment
q_stLastReceivedMessageTopic	<i>STRING</i>	21	Топик, откуда пришло последнее сообщение
q_arsLastReceivedMessages	<i>ARRAY [0..24] of STRING</i>	2	Последние 25 полученных сообщений
q_arsLastReceivedMessagesTopic	<i>ARRAY [0..24] of STRING</i>	2	Последние 25 полученных тем
q_xReceivedMessageNotification	<i>BOOL</i>	2	Уведомление о полученном сообщении
q_sDiagMsg	<i>STRING</i>	2	Текущее состояние
q_udiState	<i>UDINT</i>	2	Текущее состояние функционального блока
q_xError	<i>BOOL</i>	21	Индикация ошибки