

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная система лабораторной установки узла учета нефти
УДК <u>004.896:004.65:621.398.08:622.276</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Головченко Станислав Сергеевич		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ООД ШБИП	Мезенцова Ирина Леонидовна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения

Код компетенции	Наименование компетенции
Общекультурные (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)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
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, 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	Готов 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 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 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

Период выполнения _____ весенний семестр 2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	60
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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.
 (Ф.И.О.)

 (Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8А	Головченко Станиславу Сергеевичу

Тема работы:

Автоматизированная система лабораторной установки узла учета нефти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: автоматизированная система лабораторной установки узла учета нефти. Цель работы: реорганизация телекоммуникационной системы сбора данных. Режим работы: постоянный. Сырье: товарная нефть.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Разработка структурной схемы автоматизированной системы; Разработка функциональной схемы автоматизации; Расчет погрешности метрологического канала АС; Расчет показателей надежности АС; Разработка алгоритмов управления АС; Разработка информационного обеспечения; Разработка экранных форм управления лабораторной установки узла учета нефти.
Перечень графического материала	Структурная схема; Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013; Структурная схема метрологического канала; Структурная схема надежности АС; Структурная схема САР; Экранные формы.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Креницына Зоя Васильевна, доцент ОСГН ШБИП, к.т.н.
Социальная ответственность	Мезенцова Ирина Леонидовна, Ст. преподаватель ООД ШБИП

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

-

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Головченко Станислав Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8А	Головченко Станислав Сергеевич

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	Автоматизации и робототехники
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 – 37 700 руб. Оклад инженера – 19 200 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы – 20% Районный коэффициент – 30% Норма амортизации – 33,3%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Технико-экономическое обоснование проекта, анализ конкурентных решений, SWOT-анализ
2. Планирования процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Определение трудоёмкости работ, планирование выполнения работ по проекту, формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный финансовый показатель – Интегральный показатель ресурсоэффективности –

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет НТИ 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Головченко Станислав Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Группа		ФИО	
8Т8А		Головченко Станислава Сергеевич	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Автоматизированная система лабораторной установки узла учета нефти	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования: автоматизированная система управления узла учета количества и качества нефти.</p> <p>Область применения: автоматизация в нефтегазовой отрасли.</p> <p>Рабочая зона: производственное помещение.</p> <p>Размеры помещения: 15x20 м.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: 1 персональный компьютер, 4 шкафа местного управления, 4 датчика температуры и давления, 2 пробоотборника, 2 массовых расходомера, 1 влагомер, 1 плотномер.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: контроль и вывод метрологические характеристики.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 22269.-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. 2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. 3. Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022)
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шума;

	<p>2. Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения;</p> <p>3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</p> <p>4. Отклонение параметров микроклимата.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: защитные костюмы, перчатки, беруши, наушники, защитные ограждения, очки.</p>
3. Экологическая безопасность при эксплуатации:	<p>Воздействие на литосферу: В случае аварийных ситуаций, при зачистке трубопроводов и при ремонте оборудования есть вероятность загрязнения почвы продуктами нефти.</p> <p>Воздействие на атмосферу: Легкие фракции углеводородов проникают, в окружающую среду в случае высвобождения нефти.</p> <p>Воздействие на гидросферу: При разливе нефти возможное попадание в водоемы.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:	<p>Возможные ЧС на объекте: Взрыв или разрыв трубопровода. Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.). Наиболее типичной ЧС является разрыв трубопровода.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Головченко Станислав Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 113 страниц, 33 рисунков, 35 таблиц, 29 использованных источников, 3 приложений.

Ключевые слова: система измерения количества и показателей качества нефти (СИКН), блок измерительных линий, система автоматизированного управления, программируемый логический контроллер, ПИД-регулятор, телекоммуникационная сеть, преобразователь протоколов и коммутатор.

Объектом исследования является блок учета количества нефти лабораторной установки «СИКН».

Цель работы - реорганизация телекоммуникационной системы сбора данных. лабораторной установки «СИКН».

В процесс исследования проводились такие работы, как: описание решений по автоматизации лабораторной установки, разработка схем автоматизации и экранной формы.

В результате исследования разработанная система будет применяться для обучения студентов принципам работы установки и основам управления запорной арматурой.

Область применения: нефтегазовая и химическая отрасли. В будущем планируется продолжать работу по тематике, запуск системы, ее модернизация и разработка руководства для лабораторных работ. Пояснительная записка выполнена с помощью текстового редактора Microsoft Word 2019. Графический материал выполнен в Splan. Моделирование алгоритма автоматического регулирования производилось в Matlab Simulink версии R2017a. Создание SCADA системы производилось в программном пакете SCADA Infinity.

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система: совокупность персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, которая реализует информационную технологию выполнения установленных функций.

интерфейс: совокупность аппаратных и программных средств, необходимых для взаимодействия с программой, устройством, функцией и т.д.

мнемосхема: графическое отображение в упрощенной форме функциональной схемы на экране АРМ.

интерфейс оператора: набор аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, который обеспечивает взаимодействие между пользователями и системой.

протокол: формальный набор соглашений, управляющий форматированием и относительной синхронизацией обмена сообщениями между двумя коммуникационными системами.

техническое задание: технический документ, устанавливающий цели, набор требований и ключевые исходные данные, требуемые на этапах разработки проектируемой системы.

технологический процесс: идущие подряд технологические взаимосвязанные действия, требуемых для производства конкретного типа работ. объект управления: система, на которую направлены управляющие воздействия с ПЛК.

автоматизированное рабочее место: индивидуальная совокупность технических средств и программных продуктов, предназначенная для автоматизации профессионального труда специалиста.

тег: дескриптор, который применяется для группирования, поиска, описания данных и задания внутренней структуры.

автоматизированная система управления технологическим процессом: комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях.

пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор: устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

программируемый логический контроллер: специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьезного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени.

стандарт: образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов. Стандарт в Российской Федерации – документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

архитектура АС: набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, 12 при помощи которых компонуется АС.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

АС – автоматизированная система;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

СИКН – система измерения количества и показателей качества нефти;

БИК – блок измерения параметров качества нефти;

ТЗ – техническое задание;

ТП – технологический процесс;

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерское управление и сбор данных);

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ПИД-регулятор – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ПО – программное обеспечение;

ИМ – исполнительный механизм;

ФСА – функциональная схема автоматизации;

БД – база данных

Оглавление

Введение.....	20
1. Техническое задание.....	22
1.1. Назначение и цели создания системы.....	22
1.2. Требования к техническому обеспечению	22
1.3. Требования к программному обеспечению	22
1.4. Требования к защищенности программного обеспечения	23
1.5. Требования к надежности технических средств и программного обеспечения	23
1.6. Требования к каналам ввода/вывода.....	24
1.7. Требования к интерфейсу оператора	24
2. Разработка структурной схемы	29
3. Разработка функциональной схемы.....	42
4. Расчет погрешности метрологического канала АС.....	45
5. Расчет показателей надежности АС.....	47
6. Разработка алгоритмов управления АС.....	53
7. Разработка информационного обеспечения.....	57
8. Разработка экранных форм управления лабораторной установкой узла учета нефти	62
9. Анализ полученных результатов.....	63
10. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	64
10.1. Потенциальные потребители результатов исследования	64
10.2. Анализ конкурентных технических решений	65
10.3. SWOT – анализ проекта	66
10.4. Планирование научно – исследовательских работ	70
10.4.1. Структура работ в рамках научного исследования	70
10.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ	72
10.4.3. Разработка графика проведения научного исследования	75

10.5.Бюджет	научно-технического	исследования	83
.....			83
10.5.1.Расчет	материальных	затрат	НТИ
.....			83
10.5.2.Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ			84
.....			84
10.5.3.Основная заработная плата исполнителей		темы	85
.....			85
10.5.4.Дополнительная заработная плата исполнителей		темы	87
.....			87
10.5.5.Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)			88
.....			88
10.5.6.Накладные		расходы	88
.....			88
10.5.7.Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта			89
.....			89
10.6.Оценка экономической эффективности		проекта	89
.....			89
10.6.1.Определение финансовой эффективности исследования			89
.....			89
10.6.2.Определение ресурсоэффективности исследования			90
.....			90
10.6.3.Определение эффективности исследования			91
.....			91
10.6.4.Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение			92
.....			92
11. Социальная ответственность			94
.....			94
11.1.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности			95
.....			95
11.2.Производственная		безопасность	96
.....			96
11.2.1.Производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий.			96
.....			96
11.2.2.Повышенный		уровень	шума
.....			97
.....			97

11.2.3.Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения.....	99
11.2.4.Отклонение параметров микроклимата	101
11.3.Экологическая безопасность	103
11.4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях	104
11.5.Вывод по разделу «Социальная ответственность»	105
Заключение	106
Список используемой литературы	107
Приложение А (Обязательное) Структурная схема	111
Приложение Б (Обязательное) Функциональная схема автоматизации	112
Приложение В (Обязательное) Функциональная схема автоматизации	113

Введение

Применение современных технологий становится необходимостью для опасных для человека и природы отраслей промышленности. Современная нефтегазовая отрасль неразрывна связана различными системами автоматизации. Системы автоматизации следят за техническим процессом, управляют им и обеспечивают безопасность для персонала и окружающего мира [1].

Можно сказать, что автоматизация значительно упростила рабочий процесс для персонала. Тяжелый физический труд сменился на интеллектуальный. Безопасность значительно повысилась и тем самым повлекло за собой повышения условий труда и снижение затрат на рабочий персонал. Благодаря использованию новых технологий процесс учета количества и качество нефти стал прозрачен. Телекоммуникация принесла существенный вклад в учет количества и качество нефти. Значения любого датчика можно отследить за считанные секунды с любого персонального компьютера и порой с любого мобильного устройства.

Для каждого предприятия встает очень важный вопрос контроль поступающего сырья. Для нефтегазовой отрасли таким сырьем зачастую является товарная нефть. Устройство, которое может обеспечить все необходимые требования называется “Система измерения количества и показателей качества нефти” сокращенно «СИКН». СИКН включает в себя различные измерительные устройства. Измерительные устройства благодаря применению современных технологий обеспечивают высокую точность измерения. Но для такой системы недостаточно иметь высокую точность, также необходимо и грамотную телекоммуникационную сеть. Сеть доставляет точную информацию до оператора и без нее точные показатели теряют свою ценность и могут пропасть.

Целью данной работы является реорганизация телекоммуникационной системы сбора данных для лабораторной установки СИКН.

Задачи разработки ВКР:

- Выполнить реорганизацию телекоммуникационной сети путем применения преобразователей протоколов, коммутаторов для сбора информации с полевого уровня и объединение всех протоколов связи в единую сеть;
- Разработать структурную схему нового исполнения автоматизации СИКН;
- Разработать функциональную схему автоматизации согласно требованиям ГОСТ 21.408-2013;
- Выполнить расчет погрешности измерительного канал датчика температуры и расчет надежности системы за первые 1000 часов.;
- Выполнить модельный анализ САР расхода нефти;
- Разработать экранные формы для операторов.

1. Техническое задание

1.1. Назначение и цели создания системы

Автоматизированная система сбора данных предназначен для сбора данных с датчиков температуры, датчиков давления, расхода нефти, плотномер, влагомера и вывода значений на экранные формы.

Цели создания автоматизированной системы сбора данных являются:

- сбор исходной информации с полевого уровня;
- объединение различных протоколов связи в единую сеть;

1.2. Требования к техническому обеспечению

Система сбора данных должна соответствовать стандартными протоколами международного образца.

Сеть должна иметь возможность расширения путем подключения стандартных устройств коммуникации.

Оборудования должно иметь защиту от перепадов температур и высокой влажности.

Состав оборудования должен быть минимально достаточным для обеспечения функционирования системы и выполнения требований, заданных в ТЗ.

1.3. Требования к программному обеспечению

Основное программное обеспечение должно обеспечивать основную функцию передачи данных и иметь: возможности модификации, построение модульным типом, российское происхождение и иметь возможность восстанавливаться в случае серьезных ошибок или кибератак.

Состав программного обеспечения должен включать в себя: основное программное обеспечение и стороннее программное обеспечения для поддержания основного.

Программное обеспечение должно обеспечить возможность проверки на целостность.

1.4. Требования к защищенности программного обеспечения

Система должна обеспечить защиту в случае несанкционированного доступа и преднамеренного нарушения и копирование программного обеспечения следующими средствами:

- идентификацией с помощью логина и пароля;
- разграничение доступа путем ввода учетных записей обслуживающего персонала;
- защита от несанкционированного запуска программы
- регистрация всех событий происходящих на автоматизированном рабочем месте во время работы СИКНа

Передача информации должна осуществляться только диспетчерскую.

Программное обеспечение должно иметь возможность предоставлять всю информацию разработчику или организации по сервисному обслуживанию.

1.5. Требования к надежности технических средств и программного обеспечения

Надежность оборудования должна осуществляться с помощью аппаратных платформ повышенной надежности, технические среда соответствующую решаемой задачи.

Коммуникационная система должна быть обеспечена бесперебойным питанием и в случае отключения питания продлить работоспособность АРМ на 10 минут.

Система должна оповестить оператора о переходе в автономный режим работы.

Для повышения надёжности технических средств и программного обеспечения должны соблюдаться правила эксплуатации оборудования и соблюдение норм.

Обслуживающий персонал должен быть обучен использованию программы.

1.6. Требования к каналам ввода/вывода

Устройства с аналоговым ввода/вывода должны обеспечивать:

- ввод/вывод унифицированных токовых сигналов 4-20 мА/HART;
- питание контуров аналогово ввода/вывода напряжением 24В постоянного тока;
- искрозащиту полевых устройств должно обеспечиваться с помощью активных барьеров искрозащиты с гальванической развязкой входных и выходных цепей и с электронной защитой от короткого замыкания;
- барьеры искрозащиты должны поддерживать обмен по протоколу HART;
- для аналоговых выходных сигналов системы управления барьеры должны быть одноканальными. Для сигналов СПАЗ барьеры должны быть одноканальными;
- мощность барьеров искрозащиты должна быть достаточным для обеспечения безопасности;

Устройство дискретного ввода/вывода должно обеспечивать:

- ввод и вывод искробезопасных дискретных сигналов при помощи активных барьеров искрозащиты с гальванической развязкой по питанию (с электронной защитой от короткого замыкания);
- питание напряжения 24В постоянного ток;

Подключение «полевых» кабелей к шкафам управления должно производиться через кроссовые шкафы.

1.7. Требования к интерфейсу оператора

Технологические сообщения оператору должны быть на русском языке, системные сообщения могут быть на английском и русском языках.

Взаимодействие оператора с Системой должно обеспечиваться иерархической системой видеокадров. Каждый видеокадр должен содержать:

- рабочую область, содержащую мнемосхему процесса;
- кнопки для вызова требуемых мнемосхем в верхней части экрана;
- сигнальную строку в нижней части экрана.

Мнемосхемы процесса должны в максимальной степени отражать структуру объекта и его текущее состояние, а именно:

- состав технологического оборудования;
- динамику изменения состояния процесса;
- численные значения параметров процесса;
- состояние отсечных клапанов и агрегатов

По степени детализации отображения информации операторский интерфейс должен включать следующие виды мнемосхем:

- детальные мнемосхемы;
- групповые мнемосхемы;
- обзорные мнемосхемы.

Операторский интерфейс должен включать стандартные видеogramмы:

- тренды реального времени;
- исторические тренды;
- экраны настройки регуляторов;
- экраны аварийной и предупредительной сигнализации (текущие и исторические);
- экраны формирования отчетов;
- экран диагностики Системы;
- экран парольной защиты.

Тренды должны обеспечивать отображение текущих (в реальном времени) и зарегистрированных (история процесса) значений параметров в

виде временных графиков. Исторические тренды должны быть доступны для просмотра и печати в виде графиков.

Экран аварийной и предупредительной сигнализации должен содержать в хронологическом порядке перечень сообщений об отклонениях контролируемых параметров.

Экран формирования отчетов должен содержать меню с перечнем формируемых отчетов. Допускается формирование отчетов на сервере БД верхнего уровня. Перечень и форма отчетов определяется на этапе выполнения технорабочего проекта.

Графическое содержание мнемосхем и видеограмм определяется на этапе разработки проекта.

Информация о значениях параметров процесса должна отображаться в виде численных значений. Параметры и их значения должны отображаться следующим образом:

- аналоговые сигналы должны иметь поле с наименованием позиции датчика, поле численного значения и единиц измерения;
- дискретные сигналы должны иметь поле с наименованием позиции датчика.

Наименование позиций аналоговых и дискретных сигналов на мнемосхемах должно состоять из обозначения типа измерения, функции, выполняемой прибором, степени отклонения параметра в схемах сигнализации, номера технологического блока и порядкового номера.

Первые буквы в наименовании позиции прибора должны обозначать измеряемую величину:

- А – величина, характеризующая качество (состав, концентрация);
- В – наличие пламени в печи;
- F – расход;
- Р – давление, вакуум;

- L – уровень;
- T – температура;
- V – вибрация;
- H - ручное воздействие.

Последующие буквы в наименовании позиции прибора должны обозначать функцию, выполняемую прибором:

- D – разность, перепад;
- Q – интегрирование, суммирование;
- Q – интегрирование, суммирование;
- C – регулирование;
- I – показание;
- S – включение, отключение, переключение;
- V – клапан.

Последние буквы в наименовании позиции прибора должны обозначать степень отклонения параметра в схемах сигнализации и блокировки:

- H – высокое предельное отклонение;
- L – низкое предельное отклонение.

Для сигнализации отклонений аналоговых параметров от заданных пределов должно применяться цветовое кодирование.

При получении сигналов от датчиков-сигнализаторов должно применяться цветовое кодирование наименования позиции, соответствующее отклонению параметра от уставки:

- при значении параметра ниже предупредительной уставки;
- при значении параметра ниже аварийной уставки;
- при значении параметра выше предупредительной уставки;
- при значении параметра выше аварийной уставки

Цветовое кодирование состояния запорной арматуры должно быть следующим:

- открыто - ЗЕЛЕНЫМ цветом;
- закрыто - КРАСНЫМ цветом;
- промежуточное положение - БЕЛЫМ (СВЕТЛО-СЕРЫМ) цветом;
- неисправность – мигающая СИНЯЯ рамка вокруг оборудования.

Цветовое кодирование состояния насосных агрегатов, компрессоров, вентиляторов должно быть следующим:

- включено – ЗЕЛЕНЫМ цветом;
- отключено - КРАСНЫМ цветом;

неисправность – мигающая СИНЯЯ рамка вокруг оборудования

2. Разработка структурной схемы

Автоматизированная система сбора данных представлена в виде двухуровневой схемы. Нижний уровень представлен в виде барьеров искрозащиты и полевого оборудования: датчики, задвижки, насосы и вентиляторы. Верхний уровень представлен в виде коммутаторов, ПЛК, ПЧВ, преобразователей сигнала, серверов и автоматизированного рабочего места [2]. Структурная схема представлена в приложении А. Более детально каждый из уровней представлен ниже.

Нижний уровень

Нижний уровень представлен различными датчиками и исполнительными устройствами:

- датчик давления Cerabar M PMP41–FE23U2P11MP;
- датчик температуры RTD THERMOMETER TR10–EBD1BHSC3000;
- плотномер Solartron 7835;
- влагомер Phase Dynamics
- расходомер массовый OPTIMASS7300 T 80
- вентилятор ВР80-75В исп. 1 N2.5 Пр90* с 0,25/1500 (63 А4 взр/защ);
- электронагреватель ПИЭН –1,6/220/Гц–Т6-4-5
- модули ввода–вывода ОВЕН МУ110-224. Д
- Активный барьер искрозащиты ОВЕН НПТ-1К.Ех

Каждый из них объединён в единую сеть с помощью различных протоколов. Определим протокол связи для каждого устройства в таблицу 1.

Таблица 1 – Протокол связи устройств

Устройство	Протокол связи
Датчик температуры RTD THERMOMETER TR10	Profibus PA

Устройство	Протокол связи
Датчик давления Cerabar M PMP41	Profibus PA
Плотномер Solartron 7835	Modbus RTU
Влагомер Phase Dynamics	Modbus RTU
Расходомер массовый ОПТИМАСС7300 Т 80	Profibus PA, Modbus RTU
Вентилятор ВР80-75В исп. 1	Modbus RTU
Электронагреватель ПИЭН	Modbus RTU
Модули ввода–вывода ОВЕН МУ110-224. Д	Modbus RTU

Приведем структурные схемы для блок-бокса измерения и регулирования. Датчики температуры RTD THERMOMETER TR10, датчики давления М РМР41 и массовый расходомер ОПТИМАСС7300 Т 80 подключены в единую сеть с помощью протокола Profibus PA. Структурная схема блок измерения и регулирования представлена на рисунке 1 [3].

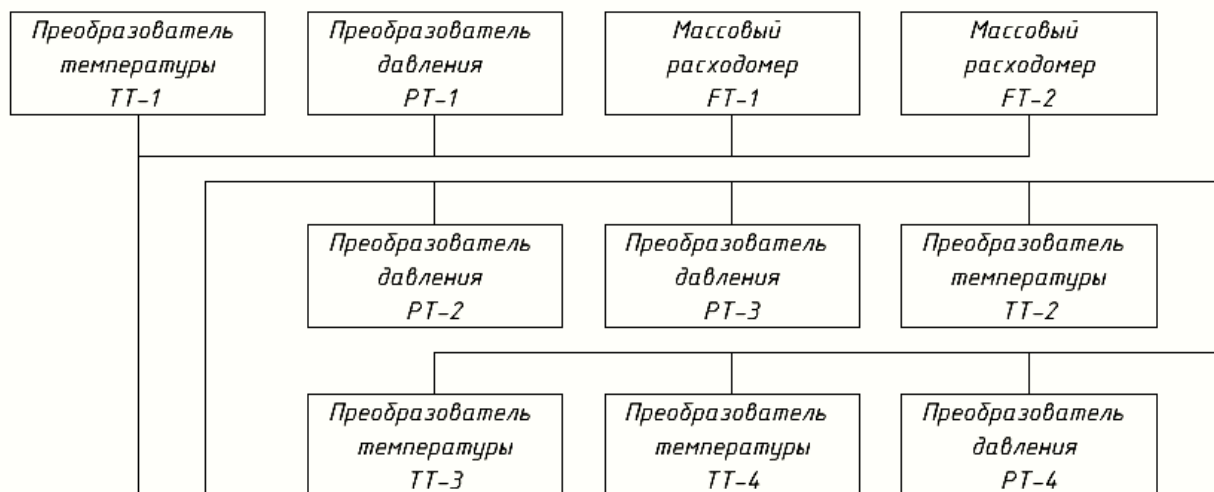


Рисунок 1 – Структурная схема Profibus PA

На рисунке 1 видно, что большая часть оборудования использует протокол Profibus PA, по причине того, что данный протокол является

искробезопасным и данное оборудование находится непосредственно вблизи к нефти.

Приведем структурную схему для устройств, подключённых с помощью Modbus на рисунке 2.

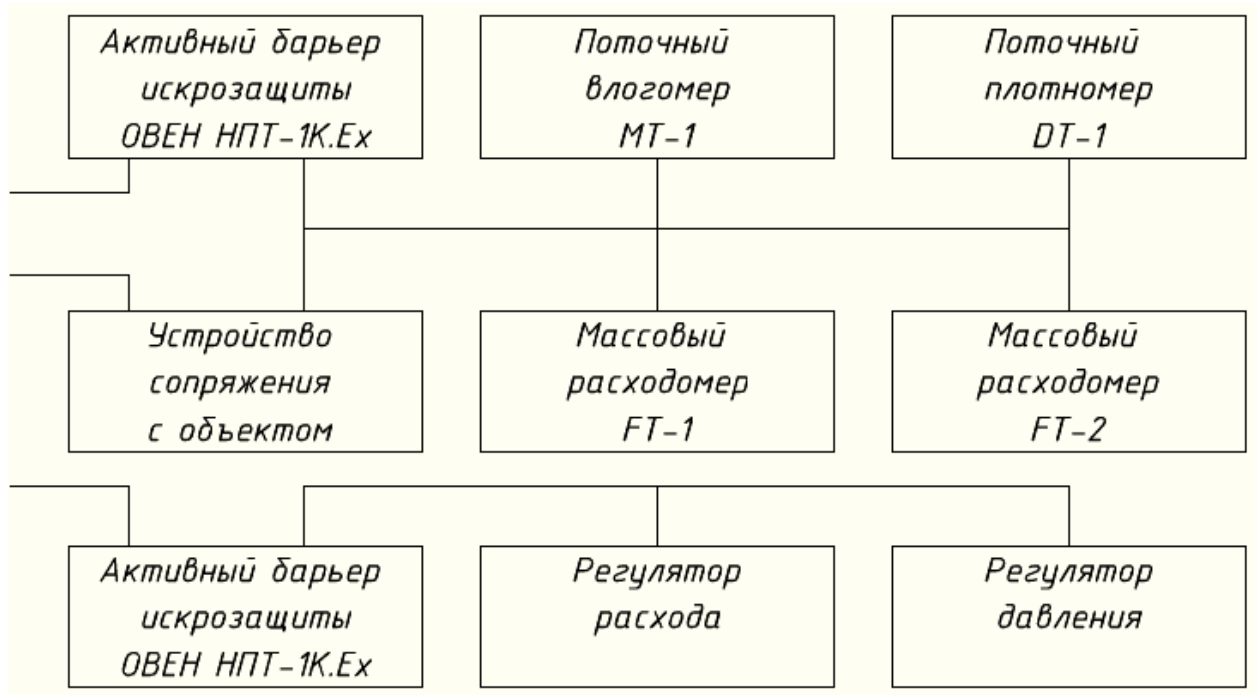


Рисунок 2 – Структурная схема Modbus

Из рисунка можно видеть, что массовый расходомер использует два протокола одновременно и отправляет сигналы в два протокола одновременно.

Разберем структурную схему для насосной и приведем ее на рисунок 3.

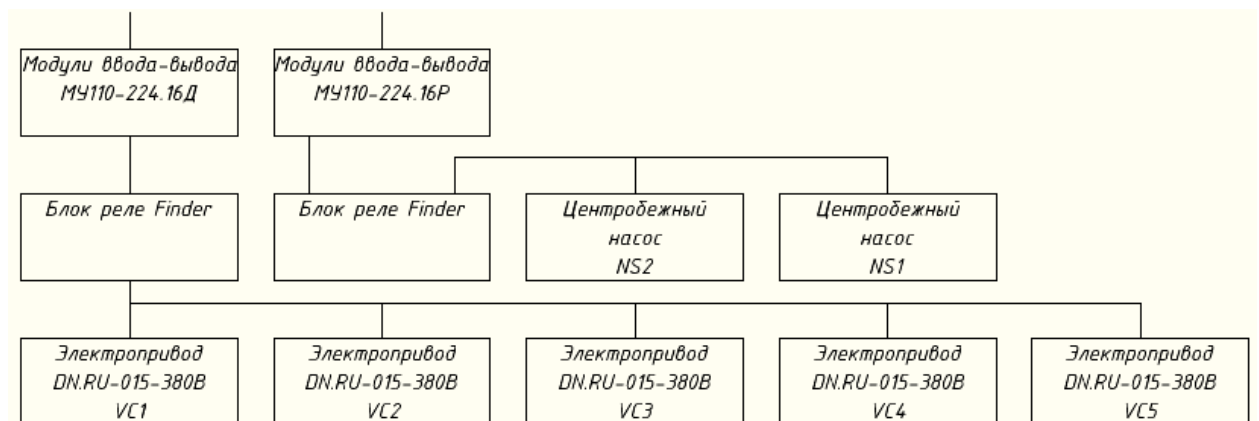


Рисунок 3 – Структурная схема насосной

На рисунке 3 видно такие устройства: электроприводы, насосы блок рели и модули ввода-вывода [4].

Электропривод DN.RU – 015–380В создан для дистанционного и местного управления арматурой. Диапазон температур $-20^{\circ}\dots+70^{\circ}\text{C}$, возможность работы при низких температурах обеспечена установкой внутренним обогревателем (7-10W 220В). Электропривод является асинхронным с короткозамкнутым ротором, имеет функция автоблокировка положения электропривода и механическая рукоятка. Ход электропривода рассчитан 90° и возможность регулирования $\pm 10^{\circ}$. В качестве обратной связи используется концевые выключатели. Устройство рассчитано на питание 3х фазным переменным напряжением 380 В частотой 50 Гц. Приведем рисунок 4 электропривода Электропривод DN.RU – 015–380В.



Рисунок 4 – Электропривод DN.RU – 015–380В

Верхний уровень

На верхнем уровне находятся устройства функции которых заключается в принятие, обработку, вывод и хранение информации и нижнего уровня. Верхний уровень представлен на рисунке 5.

Нижний коммутатор Phoenix Contact собирает всю информацию с нижнего уровня и доставляет на верхний уровень. Данные попадает на второй коммутатор Phoenix Contact и от него информация с полевого уровня распространяется на верхнем уровне.

Данные с УСО на полевом уровне приходят напрямую в Октопус – Л по двум неиспользуемых жил в витой паре. Октопус – Л является двухуровневой компьютерной системы для фиксации параметров давления температуры, плотности, расхода и влагосодержания и дальнейший перерасчет в объём и расход нефти. Принцип работы ИВК Октопус – Л заключается в ежесекундном опросе устройства (УСО) и перерасчет новой информации. В связи с тем, что УСО отвечает за сопряжение со всеми протоколами связи Октопус – Л не имеет задержек при работе и малую погрешность.

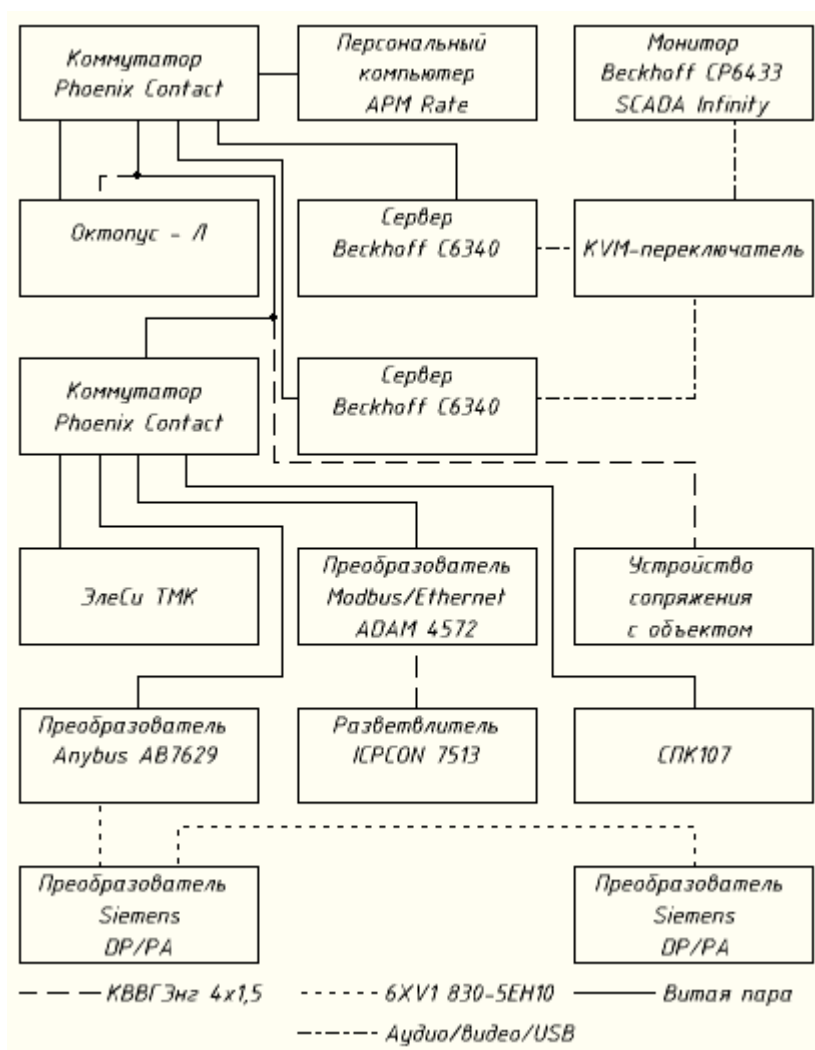


Рисунок 5 – Структурная схема для верхнего уровня

Информация с датчиков поступает в основной магистральный провод и поступает в модуль сопряжения Profibus PA/DP. Модуль Profibus PA/DP для протокола Profibus DP является ведомым устройством, а для Profibus PA блок

сопряжения Profibus PA/DP является ведущим. Если посмотреть со стороны Profibus DP блок Profibus PA/DP является модульным устройством с качествами устройств которые подключены к магистральному кабелю. Модуль является представителем всех устройств, которые подключены к нему. На рисунке 6 представлен модуль сопряжения Profibus PA/DP.



Рисунок 6 – Модуль сопряжения Profibus PA/DP

Далее информация с модуля сопряжения Profibus PA/DP отправляется в Anybus AB 7629. Разберем устройство Anybus AB 7629 и ее функции. Anybus AB 7629 является мостом для объединения 2 разных сетей. Для Profibus DP данное устройство является ведущим и ему служит блок сопряжения Profibus PA/DP в качестве ведомого, а для Modbus являться Master. На рисунке 7 представлен Anybus AB 7629



Рисунок 7 – Anybus AB 7629

Другая часть информации поступает через Modbus и для этого протокола необходим активный барьер для предотвращения появления искры. Активный барьер искрозащиты ОВЕН НПТ-1К.Ех создан для обеспечения безопасного работы маломощных устройств во взрывоопасных зонах и дает

возможности появления искры. Преимущество от пассивного является в том, что у активного барьера реализована гальваническая развязка. На рисунке 8 представлен Активный барьер искрозащиты ОВЕН НПТ-1К.Ех.



Рисунок 8 – Активный барьер искрозащиты ОВЕН НПТ-1К.Ех

После прохождения информации через активный барьер информация поступает в разветвитель I-7513. Разветвитель I-7513 представляет собой концентратор с тремя портами для входа, и они являются независимыми друг от друга. Данное свойство обеспечено путем добавления собственного драйвера с возможностью передачи данных по кабелю длиной 1200 метров. Помимо функции концентратора IPCON I-7513 может выполнять функции ретранслятора что способствует простому увеличению сети. На рисунке 9 представлен IPCON I-7513.



Рисунок 9 – IPCON I-7513

Данные с разветвителя I-7513 поступают на преобразователь Modbus/Ethernet ADAM 4572. Преобразователь ADAM 4572 выполняет роль моста между двумя разными протоколами Modbus и Ethernet.

Информация с датчиков напрямую поступает в устройство сопряжения с объектом. Устройство сопряжения с объектом (УСО) представляет собой взрывозащищённую конструкцию с большим количеством входов под различное оборудование. Данное оборудование тесно связано с измерительно-вычислительным комплексом (ИВК). УСО собирает данные напрямую с датчиков и преобразователей в ИВК обходя средний уровень. Данный метод отправки данных с полевого уровня на высокий уровень обеспечивает минимальные погрешности проходимых данных и увеличивает скорость получения. На рисунке 10 представлен УСО.

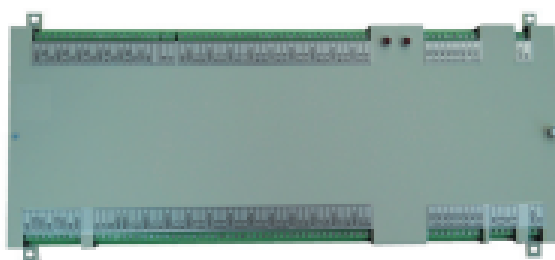


Рисунок 10 – УСО

Основным элементом любой системы автоматизации является программируемый промышленный контроллер (ПЛК). В ПЛК происходит управление и первичная обработка информации. ЭлеСи ТМК имеет модульную структуру что является удобным средством для построения систем автоматизации для малых и средних клиентов. ЭлеСи ТМК обладает такими особенностями как: резервирование каналов связи и питания, горячие резервирование мест соединений для модулей, система самодиагностики, использование стандартных протоколов и интерфейсов, встроенная пассивная система теплоотвода. На рисунке 11 представлен



Рисунок 11 – ЭлеСи ТМК

ПЛК программируется на стандартных языках программирования МЭК 61131-3. Программирование происходит в CoDeSys v3.5.

Контроллер ЭлеСи ТМК спроектирован как промышленный контроллер. Данное устройство применяется в нефтяной и газовой, пищевой и аграрной и горнорудной промышленности. Контроллер имеет возможность установки в промышленный шкаф.

Вся информация концентрируется в одном месте под названием коммутатор Phoenix Contact FL SWITCH SFN 6GT/2LX. Коммутатор Phoenix Contact FL SWITCH SFN 6GT/2LX имеет 6 портов RJ45 для использования протокола Ethernet. Скорость передачи составляет 10/100/1000 Мбит/с. Помимо 6 портов RJ45 имеются и одномодовых порта SC-D с большой дальностью передачи. Присутствует функционал по автосогласованию скорости и режима работы для портов RJ45 и автоматической коммутации. Коммутатор выдерживает широкий диапазон температур. На рисунке 12 представлен



Рисунок 12 – Phoenix Contact FL SWITCH SFN 6GT/2LX

Для управления реле необходим блок которые может вместить в себя большое количество сигналов. Модули ввода-вывода МУ100 – 224.16Д производства ОВЕН. Модули выполняют функцию управления встроенными выходными элементами руководствуясь сигналами из сети. Модуль имеет интерфейс RS-485 и поддерживает протокол Modbus RTU что значительно упрощает организации автоматизированной системы управления. В качестве

дополнительных функции модуль может: генерировать ШИМ – сигнал до 1 Гц, в случае потери интерфейсной линии модули могут самостоятельно переходить в безопасное состояние если было задано пользователем при конфигурировании, все модули могут сами определять по какому интерфейсу будет осуществляться передача данных (Modbus RTU, Modbus ASCII и ОВЕН) кроме модуля МУ110-32Р, клеммники оснащены невыпадающими винтами что делает работу приятной, возможность обновления встроенного программного обеспечения используя интерфейс RS-485b и при интегрировании в систему сетевого шлюза появляется возможность вывести контакты модуля в сеть Internet. На рисунке 13 представлен модуль ввода-вывода МУ100 – 224.16Д



Рисунок 13 – Модуль ввода-вывода МУ100 – 224.16Д

Преобразователи частоты векторный (ПЧВ) используется для управления различными приводами на базе асинхронных двигателей. ПЧВ может выполнять большой набор функций. ПЧВ имеет функциональные возможности: плавные пуск и остановка двигателя, компенсация нагрузки и скольжения, использование векторных и вольт–частотных алгоритмов управления, оптимизация энергопотребления и поддержание высокого уровня энергоэффективности, встроен сетевой дроссель, ПИ-регулятор для управления, управление по физическому протоколу RS-485. На рисунке 14 представлен преобразователь частоты векторный (ПЧВ)



Рисунок 14 – Преобразователь частоты векторный (ПЧВ)

Вся информация собирается в сенсорную панель контролера Ethernet СПК 107. Контроллер с сенсорным экраном на 7” для локальных систем является устройством класса человек – машинный интерфейс и функции программируемого логического контроллера. СПК107 имеет отличительные характеристик: совмещении сенсорной панели и стандартного ПЛК, панель 7”, яркая насыщенность цветов 65535 (16 бит), сенсорное управление, наличие двух независимых последовательных интерфейсов RS-232/RS-485, использование операционной системы Linux, поддержка стандартных протоколов связи Modbus. На рисунке 15 представлен контроллер СПК 107.



Рисунок 15 – Контроллер СПК 107

Сервер Beckhoff C6340 представляет собой промышленный компьютер в компактном корпусе. Корпус выполнен из алюминия что повышает сопротивляемость к ударам и повреждениям. Так же алюминиевый корпус способствует хорошему теплоотведению. Компактная сборка

осуществима благодаря малым размерам материнской платы. Данный промышленный компьютер внутренним устройством и компонентным составом не отличается от офисного. Благодаря данному свойству обеспечивается быстрая организация верхнего уровня. На рисунке 21 представлен Сервер Beckhoff C6340.



Рисунок 21 – Сервер Beckhoff C6340

На KVM – переключатель приходят данные со серверов. KVM – переключатель выполняет роль концентратора аудио – видео сигнала и сигнал клавиатуры и мыши. Данное устройство может переключаться между 2 портами и выводить на изображения с сервера Beckhoff C6340 на монитор Beckhoff C6433. Данное оборудование необходимо по причине того, что по техническому заданию нужно иметь горячие резервирование серверов. В связи с тем, что на промышленный шкаф нецелесообразно использовать два отдельных монитора было решено поставить такой переключатель и установить один монитор. На рисунке 22 представлен KVM – переключатель ATEN CS84AC-AT.



Рисунок 21 – ATEN CS84AC-AT KVM – переключатель

Панель Beckhoff CP6433 представляет из себя монитор со встроенной клавиатурой и сенсорной панелью. Из KVM – переключателя приходят данные в виде аудио–видео сигнала и клавиатуры и отображается на панели. С помощью панели можно выполнять функции также, как и на обычной клавиатуре и мыши. На рисунке 22 представлен Beckhoff CP6433.








Рисунок 22 – Панель Beckhoff CP6433

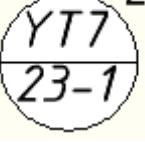
3. Разработка функциональной схемы



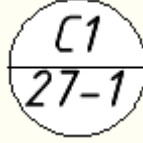
Функциональная схема автоматизации (ФСА) является техническим документом. ФСА входит в состав рабочих чертежей и соответствует ГОСТ 21.408 – 2013. Предназначение функциональной схем автоматизации является в отображении основных технических решений.

Функциональная схема автоматизации приводиться в приложении Б. Приведем обозначение для каждого устройства в таблицу 2 [5].

Таблица 2 – Обозначение устройств

Обозначение на схеме	Расшифровка
	Исполнительное устройство пробоотборника, предназначен для отбора пробы товарной нефти. Устройство пробоотборник Отбор – А – Рслив
	Управляющие устройство пробоотборника, предназначен для управления дозой товарной нефти. БАЗИС – 12.П
	Исполнительное устройство пробоотборника, предназначен для отбора пробы товарной нефти. Устройство пробоотборник Отбор – А – Рслив
	Управляющие устройство пробоотборника, предназначен для управления дозой товарной нефти. БАЗИС – 12.П
	Регулятор расхода, предназначен для регулирования расхода проходимой товарной нефти. Электропривод взрывозащищенный ELESYB V-04-L-4.5-18000-ESD-VCX
	Регулятор давления, предназначен для регулирования давления проходимой товарной нефти. Электропривод взрывозащищенный ELESYB V-04-L-4.5-18000-ESD-VCX

Обозначение на схеме	Расшифровка
	Активный барьер искрозащиты ОВЕН НПТ – 1К.Ех, предназначен для предотвращения появления искры и гальванической развязки
	Разветвитель ICPCON 7513, предназначен для соединения сигналов по Modbus
	Активный барьер искрозащиты ОВЕН НПТ – 1К.Ех, предназначен для предотвращения появления искры и гальванической развязки
	Модуль сопряжения Profibus DP/PA, предназначен для преобразования сигнала с Profibus PA в Profibus DP
	Модуль сопряжения Profibus DP/PA, предназначен для преобразования сигнала с Profibus PA в Profibus DP
	Устройство сопряжения с объектом, представляет собой устройство, к которому можно подключить любой преобразователь со стандартным протоколом связи
	Преобразователь ADAM 4572 с протокола Modbus в протокол Ethernet, предназначен для преобразования одного сигнала в другой.
	Преобразователь Anybus AB7629, предназначен для преобразования сигнала с протокола Profibus DP в сигнал Ethernet/

Обозначение на схеме	Расшифровка
	Коммутатор Phoenix Contact FL SWITCH SFN 6GT/2LX является промышленным коммутатором и предназначен для концентрирования и распределения кадров.
	Коммутатор Phoenix Contact FL SWITCH SFN 6GT/2LX является промышленным коммутатором и предназначен для концентрирования и распределения кадров.
	Измерительно – вычислительный комплект Октопус–Л, предназначен для периодического расчета расхода нефти.

Из функциональной схемы можно сделать вывод о том, что сердцем телекоммуникационной системы являются два коммутатора YТ9 и YТ10. Все сигналы с датчиков приходят в единое место и распределяется каждому устройству.

4. Расчет погрешности метрологического канала АС

Формула для расчета среднеквадратичного отклонения (СКО) погрешностей компонентов измерительного канала [6].

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n Y_i^2}}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

где σ – СКО погрешности измерительного канала

Y_i – основная приведённая погрешность

n – количество устройств

Измерительный канал представлен в виде последовательно соединённых приборов:

- Термометр сопротивления платиновый Pt 100, TF – 0,15 %;
- Преобразователь TR10 Omnigrad M 0,2%;
- Активный барьер искрозащиты НПТ-1К.Ех – 0,1 %;
- ПЛК ЭЛСИ ТМК – 0,2%;

Приведем структурную схему измерительного канала на рисунке 23.

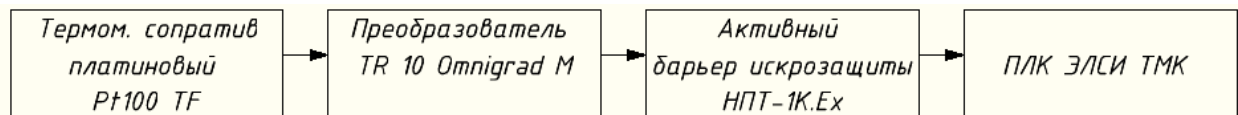


Рисунок 23 – Структурная схема измерительного канала

Приведем расчет измерительного канала.

$$\sigma = \frac{\sqrt{0.15^2 + 0.20^2 + 0.10^2 + 0.20^2}}{\sqrt{3}} = 0.194 \approx 0.2$$

Найдем дополнительную погрешность вызванной температура окружающего воздуха, частота тока питания, напряжение питания.

$$\sigma_1 = \frac{0,043 \cdot 5\%}{100\%} = 0,00215\%$$

$$\sigma_2 = \frac{0,043 \cdot 2\%}{100\%} = 0,00086\%$$

$$\sigma_3 = \frac{0,043 \cdot 5\%}{100\%} = 0,00215\%$$

Рассчитаем дополнительную погрешность.

$$\sigma_{\text{дон}} = \sqrt{\frac{0,0025^2 + 0,00086^2 + 0,0025^2}{3}} = 0,0018\%.$$

Рассчитаем итоговую погрешность.

$$\sigma_{\text{общая}} = 0,194 + 0,0018 = 0,196\%$$

5. Расчет показателей надежности АС

Рассчитаем надежность разрабатываемой системы. Расчет произведен для телекоммуникационной системы по причине того, что данный компонент системы при отказе способен полностью остановить установку. Приведем структурную схему для расчета надежности на рисунке 24 [7].

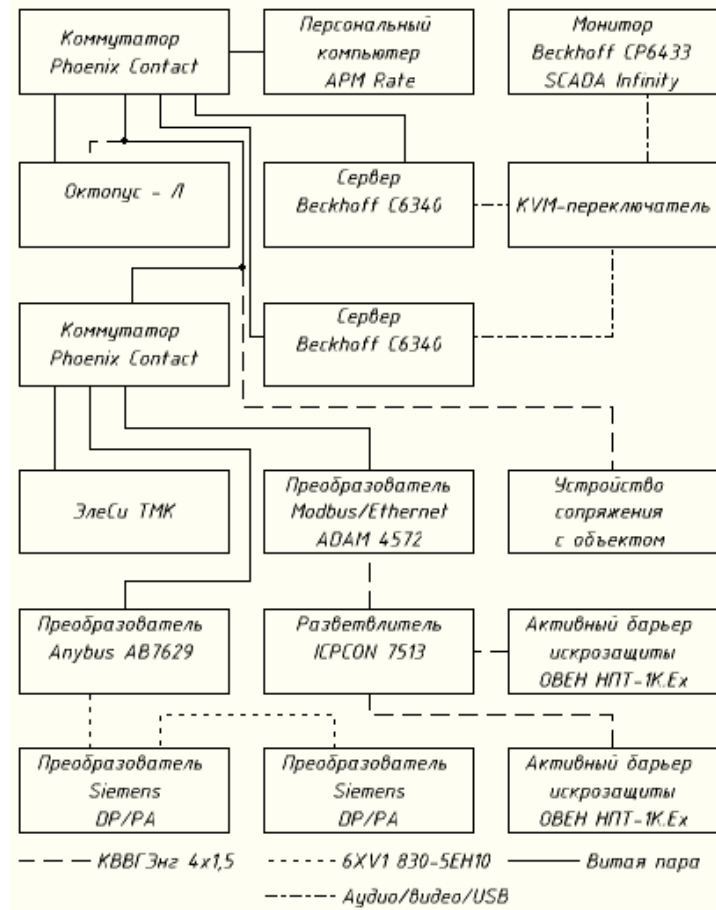


Рисунок 24 – Структурная схема для расчета надежности
Интенсивность отказа рассчитывается по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{T} \quad (2)$$

где λ – интенсивность отказа, $\frac{1}{\text{час}}$;

T – средняя наработка до отказа, час.

Вероятность безотказной работы рассчитывается по формуле:

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (3)$$

где P – вероятность безотказной работы;

λ – интенсивность отказа, $1/\text{час}$;

t – заданное время наработки, час.

Вероятность безотказной работы при последовательном соединении элементов рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{посл}}(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t) \quad (4)$$

где $p(t)$ – вероятность безотказной работы;

n – количество устройств.

Вероятность безотказной работы при параллельном соединении элементов рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{пара}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i(t)) \quad (5)$$

где $p(t)$ – вероятность безотказной работы;

n – количество устройств.

Приведем расчет интенсивности отказа с помощью формулы 2 и вероятность безотказной работы с помощью 3 в таблицу 3. В качестве t возьмём 1000 часов работы СИКН.

Таблица 3 – Интенсивность отказа и вероятность безотказной работы

№	Модуль	Средняя наработка до отказа t , час	Интенсивность отказов	Вероятность безотказной работы
1	КВВГЭнг 4x1,5	131 400	0.0000076	0.992
2	Кабель 6XV1 830-5EN10	170 080	0.0000059	0.994
3	Витая пара	100 600	0.0000099	0.990
4	Провод аудио/видео сигнала	100 600	0.0000099	0.990
5	USB провод	100 600	0.0000099	0.990
6	Активный барьер искрозащиты	100 000	0.0000100	0.990

	ОВЕН НПТ–1К. Ех			
--	--------------------	--	--	--

Продолжение таблицы 3

№	Модуль	Средняя наработка до отказа t, час	Интенсивность отказов	Вероятность безотказной работы
7	Активный барьер искрозащиты ОВЕН НПТ–1К. Ех	100 000	0.0000100	0.977
8	Преобразователь PROFIBUS DP-РА	43 800	0.0000228	0.980
9	Преобразователь PROFIBUS DP-РА	43 800	0.0000228	0.988
10	Межсетевой шлюз Anybus AB7629	50 000	0.0000200	0.989
11	Разветвитель i-7513	80 000	0.0000125	0.983
12	ЭлеСи ТМК	87 600	0.0000114	0.983
13	Преобразователь Modbus/Ethernet ADAM 4572	60 000	0.0000167	0.984
14	Устройство сопряжение с объектом	60 000	0.0000167	0.989
15	Phoenix Contact FL SWITCH SFN 6GT/2LX	61 320	0.0000163	0.983
16	Phoenix Contact FL SWITCH SFN 6GT/2LX	61 320	0.0000163	0.980
17	Сервер Beckhoff C6340	87 600	0.0000114	0.980
18	Сервер Beckhoff C6340	87 600	0.0000114	0.989
19	ИБК «OctopusL»	60 000	0.0000167	0.992

20	Персональный компьютер АРМ Rate	50 000	0.0000200	0.994
21	KVM переключатель	50 000	0.0000200	0.990

Продолжение таблицы 3

№	Модуль	Средняя наработка до отказа t, час	Интенсивность отказов	Вероятность безотказной работы
22	Монитор Beckhoff CP 6433	87 600	0.0000114	0.990

Рассчитаем надежность для части системы на рисунке 25.

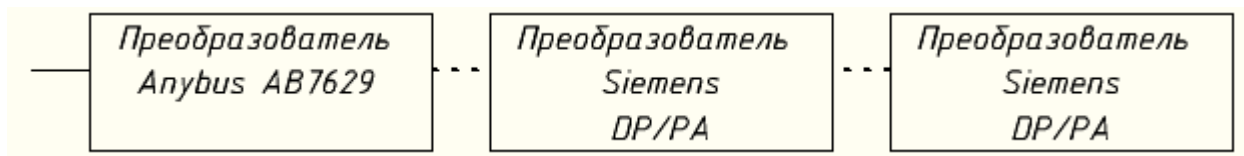


Рисунок 25 – Часть системы

Используя формулу 4, посчитаем надежность для части системы.

$$P_8 P_2 P_9 P_2 P_{10} P_3(t) = P_8(t) \cdot P_2(t) \cdot P_9(t) \cdot P_2(t) \cdot P_{10}(t) \cdot P_3(t) = 0.916$$

Рассчитаем надежность для части системы на рисунке 26. Активные барьеры соединены последовательно по причине того, что при поломки одного устройства ломается вся установка.

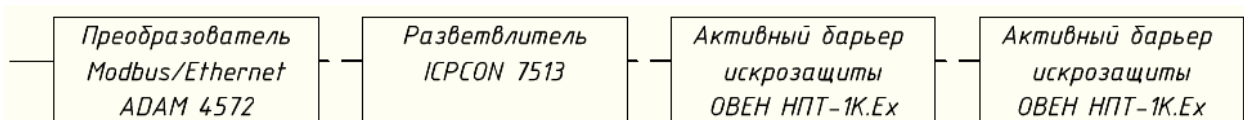


Рисунок 26 – Часть системы

Используя формулу 4, посчитаем надежность для части системы.

$$P_6 P_1 P_7 P_1 P_{11} P_1 P_{13} P_3(t) = P_6(t) \cdot P_1(t) \cdot P_7(t) \cdot P_1(t) \cdot P_{11}(t) \cdot P_1(t) \cdot P_{13}(t) \cdot P_3(t) = 0.921$$

Рассчитаем надежность для части системы на рисунке 27.

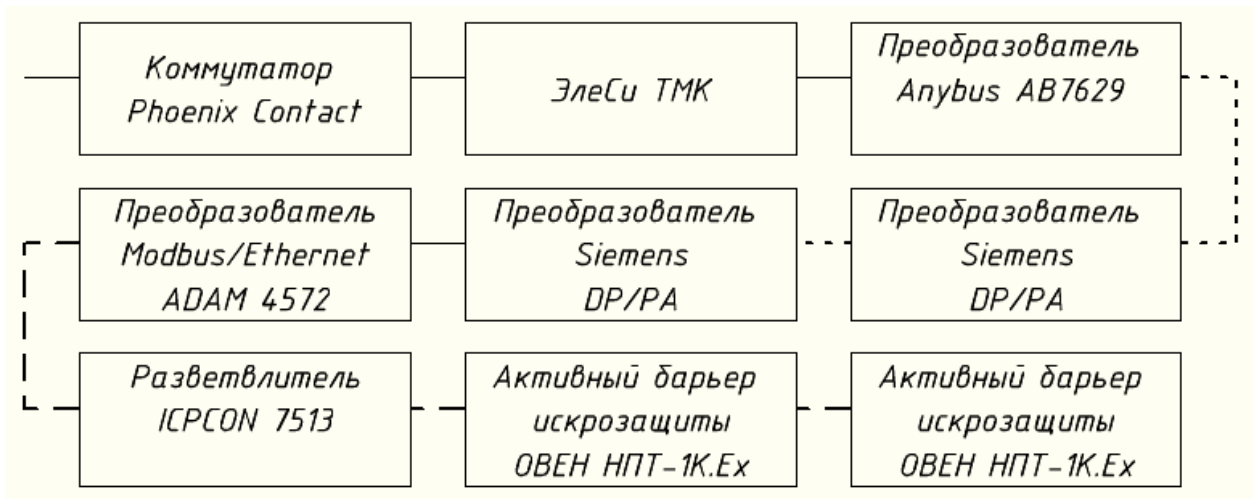


Рисунок 27 – Часть системы

Используя формулу 4, посчитаем надежность для части системы.

$$P_8 P_2 P_9 P_2 P_{10} P_3 P_6 P_1 P_7 P_1 P_{11} P_1 P_{13} P_3 P_{12} P_3 P_{15} P_3(t) = P_8 P_2 P_9 P_2 P_{10} P_3(t) \cdot P_6 P_1 P_7 P_1 P_{11} P_1 P_{13} P_3(t) \cdot P_3(t) \cdot P_{15}(t) \cdot P_3(t) \cdot P_{12}(t) = 0.805$$

Рассчитаем надежность для части системы на рисунке 28.

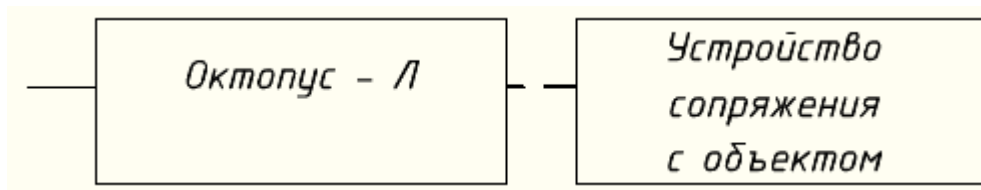


Рисунок 28 – Часть системы

Используя формулу 4, посчитаем надежность для части системы.

$$P_{14} P_1 P_{19} P_3(t) = P_{14}(t) \cdot P_1(t) \cdot P_{19}(t) \cdot P_3(t) = 0.95$$

Рассчитаем надежность для части системы на рисунке 29.

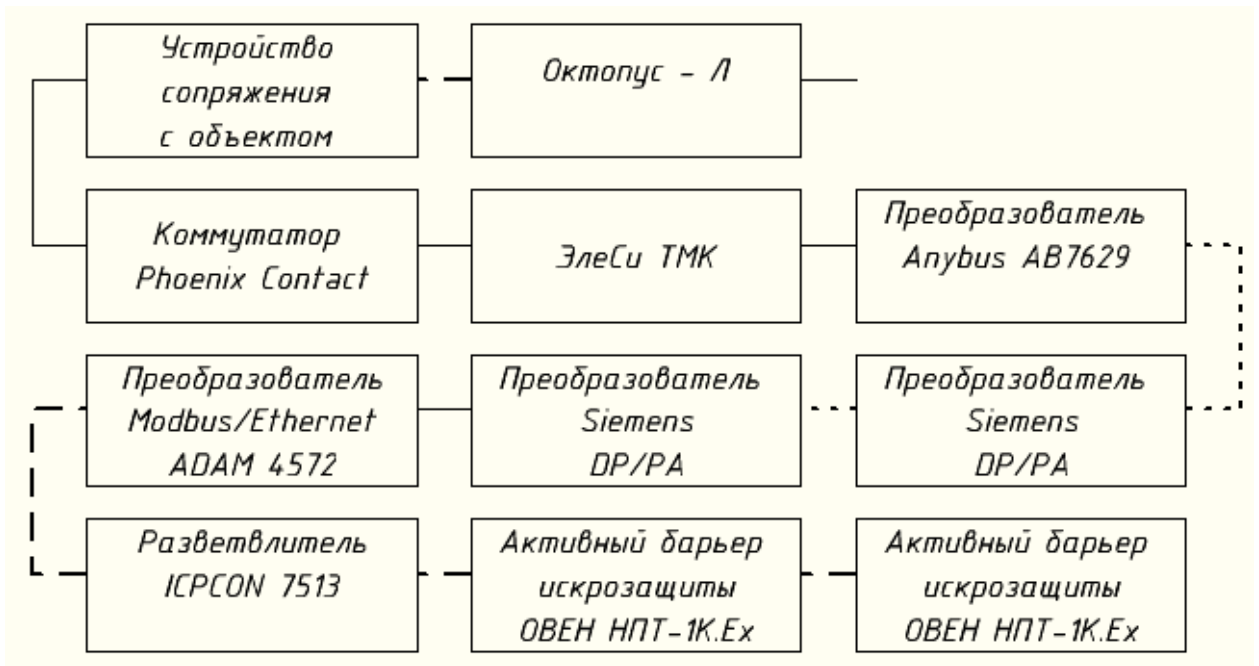


Рисунок 29 – Часть системы

Используя формулу 4, посчитаем надежность для части системы.

$$P_{14} P_{19} P_{38} P_{29} P_{10} P_{36} P_{17} P_{11} P_{13} P_{312} P_{315} P_3(t) = P_{14} P_{19} P_3(t) \cdot P_{82} P_{92} P_{103} P_{61} P_{71} P_{111} P_{133} P_{123} P_{153} P_3(t) = 0.765$$

Рассчитаем надежность для части системы на рисунке 30.

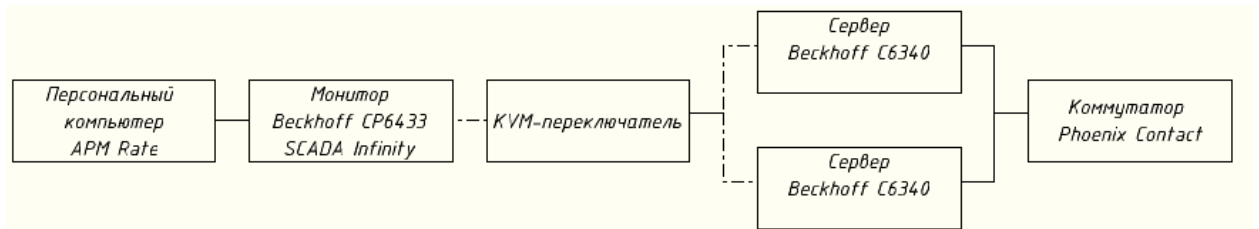


Рисунок 30 – Часть системы

Используя формулу 5, посчитаем надежность для части системы.

$$P_{15} P_{318} P_{45} P_{318} P_{45} P_{214} P_{522} P_{320}(t) = P_{15}(t) \cdot [1 - (1 - P_3(t) \cdot P_{18}(t) \cdot P_4(t) \cdot P_5(t)) \cdot (1 - P_3(t) \cdot P_{18}(t) \cdot P_4(t) \cdot P_5(t))] \cdot P_{21}(t) \cdot P_4(t) \cdot P_5(t) \cdot P_{22}(t) \cdot P_3(t) \cdot P_{20}(t) = 0.906$$

Найдем итоговую вероятность безотказной работы за первые 1000 часов.

$$P_{\Sigma}(t) = P_{15} P_{318} P_{45} P_{318} P_{45} P_{214} P_{522} P_{320}(t) \cdot P_{14} P_{19} P_{38} P_{29} P_{10} P_{36} P_{17} P_{11} P_{13} P_{312} P_{315} P_3(t) = 0.82$$

6. Разработка алгоритмов управления АС

Для регулирования расходом в установке СИКН предусмотрена автоматическая арматура. Объектом управления является трубопровод. Приведем расчет передаточных функций [8].

Передаточная функция трубопровода представлена формулой 6.

$$W(s) = \frac{1}{Ts + 1} e^{-\tau_0 s}, \quad (6)$$

где τ_0 – время запаздывания, числовое значение определяется формулой (2);

T – постоянная времени, числовое значение определяется формулой (8).

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad (7)$$

$$T = \frac{2Lfc}{Q}, \quad (8)$$

где L – длина между автоматической арматуры и расходомером;

f – площадь поперечного сечения;

Q – пропускная способность трубопровода;

c – константа по формуле (9).

$$c = \frac{\gamma}{2\Delta p g}. \quad (9)$$

где γ – удельный массовый расход.

Приведем значение для параметров в таблицу 4 для передаточных функций трубопровода.

Таблица 4 – Параметры передаточных функций

Параметр	Значение
$L, м$	3
$f, м^2$	0.02
$Q, м^3/ч$	300

Параметр	Значение
$\Delta p, \text{МПа}$	0.2
$g, \text{м/с}^2$	9.8
$\gamma, \text{кг/с}$	100
$\rho, \text{кг/м}^3$	600

Задвижка автоматической арматуры представлено формулой 10.

$$W(s) = \frac{1}{s}, \quad (10)$$

Передаточная функция электропривода представлена формулой 11.

$$W_{\partial v}(s) = \frac{K_{\partial v}}{T_{\partial v} \cdot s + 1}, \quad (11)$$

где $T_{\partial v}$ – постоянная времени, числовое значение определяется формулой (12);

$K_{\partial v}$ – усиливающий коэффициент, найденный по формуле (13).

$$T_{\partial v} = \frac{\omega J}{M_k}, \quad (12)$$

где J – момент инерции;

ω – скорость вращения;

M_k – момент силы ротора.

$$K_{\partial v} = \frac{\omega}{f_{\max}}, \quad (13)$$

где f_{\max} – частота сигнал.

Приведем значение для параметров в таблицу 5 для передаточной функции электропривода.

Таблица 5 – Параметры передаточных функций

Параметр	Значение
----------	----------

$\omega, \text{рад}/\text{с}$	170
$M_k, \text{Н} \cdot \text{м}$	50

Продолжение таблицы 5

Параметр	Значение
$J, \text{Н} \cdot \text{м}$	0.45
$f_{\max}, \text{Гц}$	50

Передаточная функция частотного преобразователя по формуле 14.

$$W_{чп}(s) = \frac{K_{чп}}{T_{чп} \cdot s + 1}, \quad (14)$$

где $T_{чп}$ – постоянная времени, числовое значение определяется формулой (15);

$K_{чп}$ – усиливающий коэффициент, найденный по формуле (16).

$$T_{чп} = \frac{T_{\text{дв}}}{3}, \quad (15)$$

$$K_{чп} = \frac{f_{\max}}{I_{\max}}, \quad (16)$$

где I_{\max} – токовый сигнал и выполняет роль управления 20 мА.

Приведем САР системы с Inferntial Model Control – регулированием на рисунке 31.

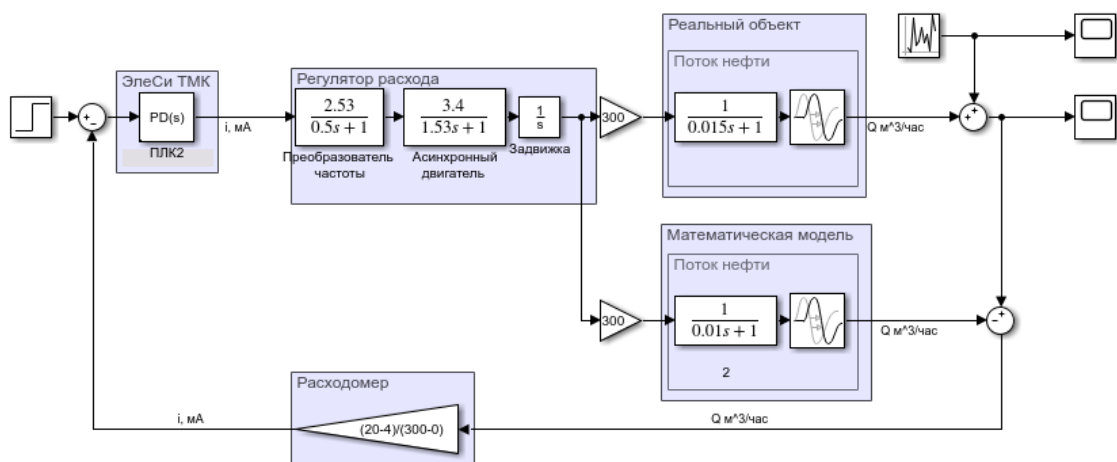


Рисунок 31 – Модель САР

На рисунке 31 представлена САР с двумя ответвлениями: реальный объект и математическая модель реального объекта. Схема работает

следующим образом на ПЛК подается уставка, ПЛК обрабатывает сигнал и дает управляющее воздействие на преобразователь частоты. Преобразователь частоты подает напряжение с заданной частоты на асинхронный двигатель. Двигатель поднимает задвижку и некоторый объем товарной нефти проходит через задвижку и проникает в трубы СИКН. Расход нефти распределяется на две ветви. Мы имеем реальную модель трубопровода и математическую модель, и они схожи между собой. Благодаря тому что у нас есть математическая модель трубопровода мы можем получить дополнительную информацию и поведению нефти в трубопроводе. На выходе передаточной функции трубопровода с обеих веток расход между двумя ветками вычитается и остается небольшой остаток. Остаток отправляется в расходомер. После расходомера информация подается опять на ПЛК [9].

Приведем переходный процесс на рисунке 32.

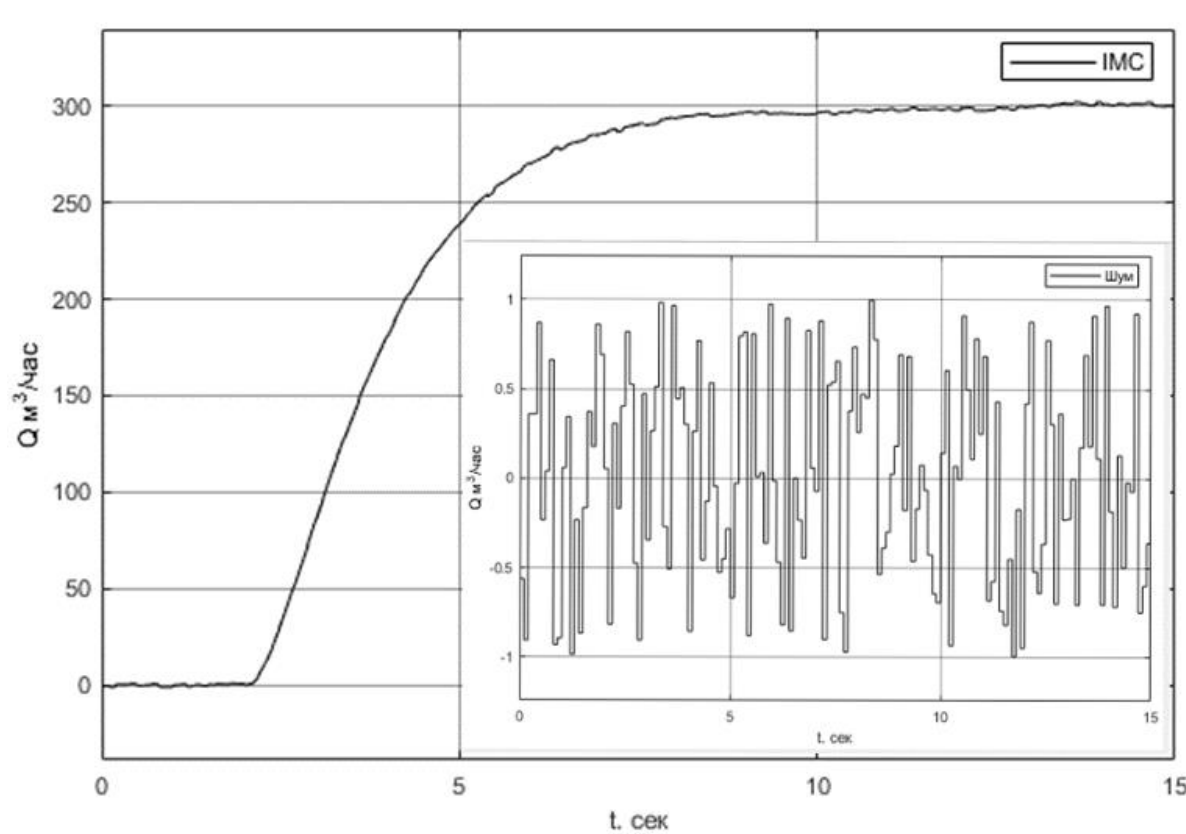


Рисунок 32 – Переходный процесс

Из рисунка видно, что переходный процесс проходит без перерегулирования и время переходного процесса составляет 10 секунд. Эти показатели являются удовлетворительными.

7. Разработка информационного обеспечения

Приведем структурную схему информационного обеспечения для каждого компонента на рисунке 33.

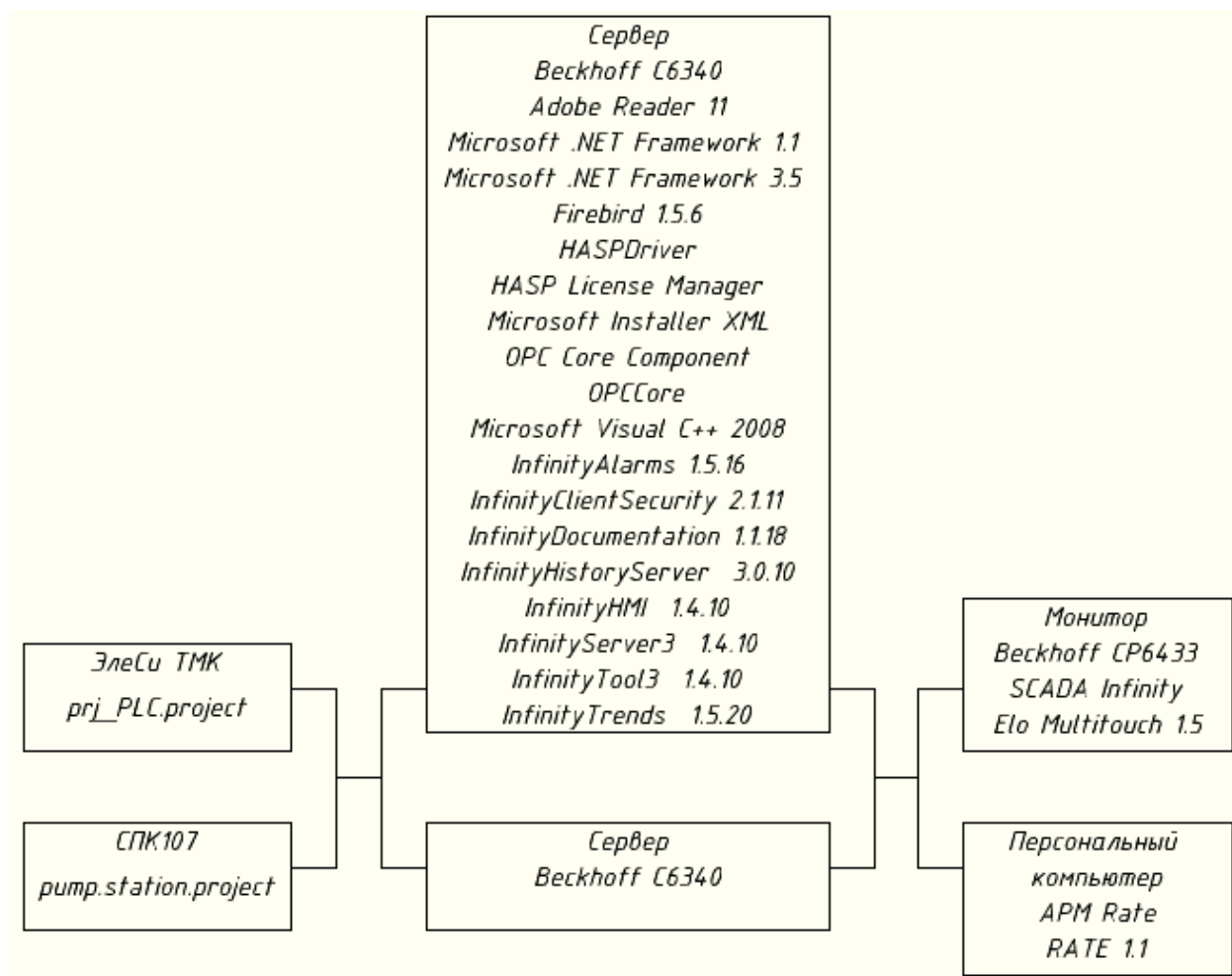


Рисунок 33 – Информационное обеспечение

В связи с горячем резервом сервера Beckhoff C6340 второй сервер Beckhoff C6340 имеют одинаковый набор ПО. Разберем каждую программу по отдельности.

prj_PLC.project – Программа написанная в профессиональной среде CoDeSyS 3.5. Программа отвечает за работоспособность блока измерения качества и регулирования.

pump.station.project – Программа написанная в профессиональной среде CoDeSyS 3.5. Программа отвечает за работоспособность насосной станции.

Adobe Reader 11 – Программное обеспечение для просмотра и печати оперативного отчета СИКН. Так же данное программное обеспечение используется для работы со SCADA Infinity программы, в качестве инструмента по автоматическому созданию документов и вывод оперативного отчета на печать. В связи с широким распространением формат документов в PDF – формате, Adobe Reader 11 способен открыть любой PDF – файл.

Microsoft .NET Framework 1.1 – платформа представляет собой набор различных библиотек необходимых для SCADA Infinity. Данная ПО строго необходима для установки если в Windows не предусматривает автоматическая скачивание данного продукта, по причинам того что Microsoft Visual C++ 2008 не сможет корректно работать. Microsoft Visual C++ 2008 является языком, на котором написана SCADA Infinity.

Microsoft .NET Framework 3.5 – платформа является улучшенной версий Microsoft .NET Framework 1.1. Но некоторые компоненты которых нет в Microsoft .NET Framework 1.1 нужны для SCADA Infinity.

Firebird 1.5.6 – программное обеспечение является свободно распространённой и кроссплатформенной. ПО отвечает за управление реляционной базой данных. Firebird 1.5.6 используется в InfinityHistoryServer 3.0.10 для работы с базами данных.

HASPDriver – расшифровывается как Hardware Against Software Piracy Driver. Данной ПО обеспечивает защиту лицензионного продукта. Данный продукт представляет собой программное обеспечение (HASPDriver) и физический USB – ключ. ПО рассчитано для создателей программное обеспечения и помогает при защите и регулирование распространения. USB – ключ могут использоваться в различных операционных системах. Для издателя предоставляться физические USB – ключи, но и также утилиты и ПО

для управления USB – ключами. В новых версиях SCADA Infinity используется программная реализация защиты лицензии.

HASP License Manager – ПО предназначено для регулирования распространения программного обеспечения.

Microsoft Installer XML – Данная программа отвечает за установку других ПО с форматом файла (.MSI). Формат файла (.MSI) относится к установочным пакетам Windows Installer.

OPC Core Component – ПО в состав которого входят необходимые компоненты для OPCCore.

OPCCore – Данное ПО используется для установки OPC в ОС Windows. Программа обеспечивает единый интерфейс для работы с объектами OPC.

Microsoft Visual C++ 2008 – является пакетом для установки библиотек написанных на Microsoft Visual C++ 2008 без установки самого ПО Microsoft Visual C++ 2008. И необходим в первую очередь для SCADA Infinity.

InfinityAlarms 1.5.16 – ПО отвечает за обнаружение, сортировки и определении аварийных ситуаций. Предусмотрен просмотр аварийных сообщений за любой период. Возможность добавления комментариев к поступившему сообщению. Использование звуковых оповещений при получении нового сообщения. Программа полностью поддерживает стандарт OPC AE. Есть возможность выгрузки выбранных сообщений в формате *.xls для дальнейшей обработки.

InfinityClientSecurity 2.1.11 – ПО для регулирования правами доступа конечных пользователей. Данный права доступа распространяется на ресурсы, компоненты системы, администрированию и вход в учетные данные. InfinityClientSecurity 2.1.11 использует возможности предоставляемых компании Microsoft.

InfinityDocumentation 1.1.18 – Данный компонент отвечает для автоматизированного оформление оперативных отчетов со заданным шаблоном.

InfinityHistoryServer 3.0.10 – Данный компонент используется записи исторических данных. Скорость чтения/записи - 150 000 записей в секунду. InfinityHistoryServer 3.0.10 использует специальную систему правления базами данных. Данное СУБД оптимизированно использует все пространство диска и обеспечивает высокую плотность записи 20 байт на сигнал.

InfinityHMI 1.4.10 – Предназначен создания мнемосхем с визуализацией и управлении технологическим процессом. Программирование алгоритмов происходит с помощью Visual Basic for Applications компании Microsoft. Мнемосхема может создаваться путем использования стандартных компонентов InfinityHMI 1.4.10 или с помощью готовых библиотек. Присутствует возможность созданий анимации в зависимости от приходящих данных. Продуктом данного компонента является SCADA программа [10].

InfinityServer3 1.4.10 – ПО для сервера ввода/вывода для непрерывного опроса данных с датчиков на объекте. Возможен обмен данными с объекта с помощью стандартных протоколов Modbus (RTU, Plus, TCP/IP), Profibus, Ethernet IP и т.д. Особенностью данного сервера ввода/вывода является «горячие» резервирование серверов, обеспечение контроля связи, качества канала и проверка достоверности проходящей информации. Сервера ввода/вывода производит оповещение в случае выхода приходящих значений за рамки, установленных пользователем.

InfinityTool3 1.4.10 – Библиотека программ, которая включает различные вспомогательные модули и инструменты.

InfinityTrends 1.5.20 – Назначение компонента заключается в регистрации изменении параметров во времени и вывод изменений на монитор с использованием графического отображения с помощью графиков в реальном времени. Также есть возможность [11] выгрузки данных в MS Excel.

Elo Multitouch 1.5 – Является драйвером для использования сенсорного экрана и клавиатуры в мониторе CP6433.

RATE 1.1 – ПО создан фирмой «СИСТЕМЫ НЕФТЬ И ГАЗ». Имеет схожий функционал с InfinityНМІ 1.4.10. Отличительной чертой является возможность передачи данных с использованием таких телемеханик как Motorola, Genesis, ЭЛЕСИ-Т, MMG NOVA, Honeywell и Delta-V. Предусмотрен экспорт данных в «1С:».


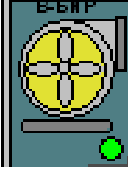
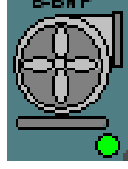


8. Разработка экранных форм управления лабораторной установки узла учета нефти

Экранная форма для SCADA–системы представлено в приложении В.

Приведем один из объектов с динамизацией и логику поведения при подачи различных сигналов.

Динамизация вентилятора представлена на в таблице 6.

Таблица 6 – Вентилятор

Тэг	Состояние тэга	Состояние	Расшифровка
БИР.Вентилятор.Запитан	TRUE		Включен
БИР.Вентилятор.Включен	TRUE		
БИР.Вентилятор.Отключен	FALSE		
БИР.Вентилятор.Запитан	TRUE		Отключен
БИР.Вентилятор.Включен	FALSE		
БИР.Вентилятор.Отключен	TRUE		
БИР.Вентилятор.Запитан	TRUE		Запитан
БИР.Вентилятор.Включен	FALSE		
БИР.Вентилятор.Отключен	FALSE		
БИР.Вентилятор.Запитан	FALSE		Нет сигнала
БИР.Вентилятор.Включен	FALSE		
БИР.Вентилятор.Отключен	FALSE		
БИР.Вентилятор.Запитан	TRUE		Авария
БИР.Вентилятор.Включен	TRUE		
БИР.Вентилятор.Отключен	TRUE		

9. Анализ полученных результатов

В основной части выпускной квалификационной работы проведена реорганизация телекоммуникационной сети путем применения различных преобразователей протоколов, коммутаторов для сбора информации с полевого уровня и объединение всех протоколов связи в единую сеть.

Была приведена структурная схема в приложении А. В структурной схеме можно видеть из чего состоит система и каким образом каждое устройство подключено и какие роли выполняет [12].

Была приведена функциональная схема автоматизации согласно требованиям ГОСТ 21.408-2013. Функциональная схема автоматизации отражает каким образом телекоммуникационная система подключена к полемому уровню и более детально показано какие протоколы используются в определенных участках системы [13].

Приведен расчет измерительного канала датчика температуры. Данные по итоговой погрешности удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Произведен расчет надежности системы за первые 1000 часов. Исходя из расчетов вероятность безотказной работы составляет 0,82, что говорит нам о достаточной надежности установки в целом

Собрана САР для некоторого сектора схемы. ИМС– структура показала свою работоспособность. На переходном процессе не наблюдалось перерегулирования что является хорошим признаком и правильно подобранным ПИД–регулятором.

Для информационного обеспечения был предоставлен полный список необходимого программного обеспечения. Также приведены описание программы и какую функцию выполняет каждый из перечисленных.

Разработаны экраны для операторов и было выведено вся необходимая информация. В качестве примера показана динамизация для вентилятора и поведение при изменении подаваемых сигналов [14].

10. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

10.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Проведем анализ потребителей и найдем целевой рынок. Телекоммуникационная система сбора данных для лабораторной установки Системы измерения количества и качество нефти (СИКН) будет интересна компаниям, чей основным видом деятельности является проектирование, строительство, монтажа и пуск СИКН.

Конкретизируем целевой рынок путем сегментирования рынка. Потребителем являются коммерческие организации по созданию СИКН и критерий сегментирования является размер компании и перечень услуг. Приведем карту сегментирования рынка в таблицу 7 и список сокращений для таблицы. ООО «НЕФТЕГАЗОБОРУДОВАНИЕ» – «НГО», «Системы нефть и газ» – «СНГ», «ЭлеСи» – «ЭС», «РНГ- Инжиниринг» – «РНГ».

Таблица 7 – Карта сегментирования рынка

		Перечень услуг			
Размер компании		Проектирование АСУ ТП	Строительство и монтаж	Пуско- наладочные работы	После продажная поддержка
	Малая	НГО	–	НГО	НГО
	Средняя	ЭС, СНГ	ЭС	ЭС, СНГ	ЭС, СНГ
	Крупная	РНГ	РНГ	РНГ	–

Из таблицы можно сделать вывод что компания ЭлеСи является наиболее лучшим выбором по ряду причин. Компания ЭлеСи предоставляет широкий спектр услуг и хорошим началом является сотрудничество со средней компаний исходя из того, что цена ошибки меньше. По мере получения опыта есть большая вероятность сотрудничества с более крупными компаниями.

10.2. Анализ конкурентных технических решений

Для повышения конкурентоспособности необходимо регулярно проводить различные тесты рынка по причине того, что рынок всегда в движении. Одним из таких тестов является оценочная карта. В таблицу 8 заносим оценки от 1 до 5 где 1 – самая низкая оценка и 5 – самая наивысшая оценка. В колонку вес критерия B_i распределяем вес показателя в долях единицах. В колонку B_ϕ ставим балл для своей разработки и в колонках $B_{\kappa 1}$ и $B_{\kappa 2}$ баллы разработок уже конкурирующих фирм. В колонках рассчитываем конкурентоспособность используя формулу [15]

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (17)$$

Таблица 8 – Оценочная карта

Критерий оценки	Вес критерия B_i	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_ϕ	$B_{\kappa 1}$	$B_{\kappa 2}$	K_ϕ	$K_{\kappa 1}$	$K_{\kappa 2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Простота в эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
2. Использование стандартных протоколов связи	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
3. Документация на русском языке	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
4. Надежность	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
5. Работа в неблагоприятных условиях	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Экономический критерий оценки эффективности							
1. Цена	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
2. Произведено в России	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
3. Гарантия	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5

4. Пост продажное обслуживание	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
Итог	1				4,7	4	4,15

По таблице можно сказать, что разрабатываемая телекоммуникационная система сбора данных показала самый высокий результат. Самый низкий балл был получен за надёжность. Сильными сторонами проекта являются простота в эксплуатации, использование стандартных протоколов связи, документация на русском языке, цена, производство в России и пост продажное обслуживание.

10.3.SWOT – анализ проекта

Проведем еще один анализ. SWOT – анализ является комплексным анализом для научно-исследовательских проектов. SWOT – анализ имеет такие разделы как Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы). В Strengths (сильные стороны) записываем сильные и конкурентоспособные стороны проекта. В Weaknesses (слабые стороны) относим недостатки и ограничения научно-исследовательского проекта. В Opportunities (возможности) включаем ситуации, которые могут возникнуть в настоящем или будущем и положительно скажутся на проекте. В Threats (угрозы) внесем ситуации в настоящем или будущем которые крайне негативно скажутся на конкурентоспособности проекта и на проект в целом. Анализ помогает определить меры для повышения сильных сторон и минимизировать угрозы [16].

Приведем таблицу 9 упрощённая матрица SWOT.

Таблица 9 – Упрощённая матрица SWOT

Сильные стороны научно – исследовательского проекта	Слабые стороны научно – исследовательского проекта
С.1 Работа с отечественными поставщиками помогает при	Сл1. Частичное использование зарубежного программного

<p>появлении узкоспециализированных вопросах</p> <p>С.2 Использование стандартных протоколов связи</p> <p>С.3 Предоставление документации на русском языке</p> <p>С.4 Компания российского происхождения</p> <p>С5. Использование компонентов отечественного производства</p>	<p>обеспечения и трудности при получении лицензии на ПО</p> <p>Сл2. Малый опыт в своей сфере</p> <p>Сл3. Необходимость работы с зарубежным оборудованием и сопряжение с отечественным ПО.</p> <p>Сл4. Рынок сбыта сильно ограничен, потребителями являются страны СНГ.</p> <p>Сл5. Отечественное оборудование имеет низкую скорость передачи информации и малые возможности.</p>
Возможности	Угрозы
<p>В1. Введение налоговых послабления для ИТ – компаний.</p> <p>В2. Введение ограничения на установку заграничного ПО и устройств</p> <p>В3. Введение отсрочки от армии для ИТ – специалистов что повлечет рост программистов и конкуренцию на рынке труда</p> <p>В4. Повышение качество продукции путем тесного сотрудничества с производителями оборудования</p> <p>В5. Нет необходимости требовать больших знаний английского языка</p>	<p>У1. Временное преимущество зарубежных аналогов</p> <p>У2. Первоначальный дефицит качественного отечественного оборудования</p> <p>У3. Более высококвалифицированные ИТ – специалисты имеют возможность легко получить гражданство другого государства (утечка кадров)</p> <p>У4. Малое количество узкоспециализированных отечественных программных продуктов</p> <p>У5. Потеря мотивации улучшения продуктов у отечественных производителей вследствие потери конкуренции с зарубежными аналогами</p>

Исследуем сочетания различных сторон и выделим «+» сильные стороны, «-» слабые стороны и «0» если есть сомнения. Проведем второй этап путем и приведем таблицу 10 [17].

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Возможности	Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4
В1	0	0	–	+	+
В2	+	+	–	+	+

	B3	–	–	+	+	0
	B4	+	–	0	+	+
	B5	0	0	+	+	–

Сильные сочетания сильных сторон и возможности проекта: B1C4C5, B2C1C1C4C5, B3C3C4, B4C1C4C5, B5C3C4.

Приведем сочетания слабых сторон и возможностей в таблицу 11.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта (слабые стороны и возможности)

Возможности проекта	Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
B1	–	–	–	+	+
B2	+	0	–	–	+
B3	–	0	+	0	0
B4	+	+	0	+	+
B5	+	0	+	+	–

Сильные сочетания слабых сторон и возможностей проекта: B1Сл4Сл5, B2Сл1Сл4Сл5, B3Сл3, B4Сл1Сл2Сл4Сл5, B5Сл1Сл3Сл4.

Приведем интерактивную матрицу сильных сторон и угроз проекта в таблицу 12.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта (сильные стороны и угрозы)

Угрозы проекта	Сильные стороны проекта				
		C1	C2	C3	C4
У1	+	–	–	+	+
У2	+	–	–	+	+
У3	–	–	0	–	–
У4	+	0	0	0	+
У5	–	0	+	+	–

Сильные сочетания слабых сторон и возможностей проекта: У1С1С4С5, У2С1С4С5, У4С1С5, У5С3С4.

Приведем интерактивную матрицу слабых сторон и угроз проекта в таблицу 13.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта (слабые стороны и угрозы)

		Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	–	+	–	+
	У2	+	–	–	+	+
	У3	–	–	0	–	–
	У4	+	+	0	+	+
	У5	–	0	+	+	–

Сильные сочетания слабых сторон и угроз проекта: У1Сл1Сл3Сл5, У2Сл1Сл4Сл5, У4Сл1Сл2Сл4Сл5, У5Сл3Сл4.

Составим итоговую матрицу SWOT – анализа в таблицу 14.

Таблица 14 – Итоговая матрица SWOT – анализа

		Сильные стороны проекта					Слабые стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4	С5	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Возможности проекта	В1	Ввиду того что на IT-компаниях получили налоговые послабления. Необходимо снизить стоимость услуг, но не терять в качестве и использовать оборудование российского производства для повышения продаж и отечественного производителя, и повешения мотивация для производства и более мощного оборудования. Ввиду того, что будет проводиться взаимодействие с российскими компаниями можно будет заказывать индивидуальные и					Тесное сотрудничество с производителем оборудования поможет ускорить процесс импорта замещения. Опыт работы с зарубежным оборудованием поможет совершенствовать будущую линейку оборудования. В следствие длительного использования зарубежного оборудования количество уже установленных достаточно высоко. Работа с производителем значительно ускорит				
	В2										
	В3										
	В4										

	B5	уникальное оборудования под свои нужды что повлечет за собой значительное повышение предоставляемых услуг IT-компаний.	решение проблемы сопряжения иностранного оборудования и отечественного ПО и оборудования
Угрозы проекта	У1	Следствие того, что появляется резкий спрос на качественное оборудование. Возникает мотивация у других компаний поднять качество производимого оборудования. Тесное сотрудничество IT-компаний и производителей поможет сократить дефицит качественного оборудования. Также использования компонентов российского производства не будет тормозить производство изделий высокого качества.	При сильном дефиците узкоспециализированных программных продуктов будет производиться поиск аналоги среди российского ПО и увеличения штата программистов на создание своих программных продуктов для нужд компании и повышения качество до зарубежных аналогов и выше.
	У2		
	У3		
	У4		
	У5		

По таблице 14 были прописаны поведения компании в случае возникновения угроз или возможностей. Также были найдены слабые стороны проекта, на которые нужно обратить внимание и сильные стороны, которые нужно развить.

10.4. Планирование научно – исследовательских работ

10.4.1. Структура работ в рамках научного исследования

В ходе проектирования коммуникационной системы сбора данных для системы измерения количества и качества нефти необходимо составить перечень этапов и работ и представить в таблицу 15.

Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта

Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих проектов	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель проекта, инженер
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов качества нефтепродукта	Инженер

Продолжение таблицы 15

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
	6	Построение модели системы автоматического сбора данных и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель проекта, инженер
Руководитель проекта, инженер	9	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер
	10	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
	11	Составление структурной схемы сбора данных	Инженер

	12	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	13	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	14	Подбор оборудования для сбора данных	Инженер
	15	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	16	Проектирование SCADA-системы	Инженер
Испытание установки	17	Запуск и наладка установки	Руководитель, инженер
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Инженер

10.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов [18]. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макси}}{5} \quad (18)$$

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

$t_{мини}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{макси}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i} \quad (19)$$

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

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Приведем таблицу 16 с трудозатратами на выполнение проекта

Таблица 16 – Трудозатраты на выполнения проекта

Этапы	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел. - дн.
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	T_{pi}
1	2	3	4	5	6
Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	1	3	1,8	1,8
Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	2	5	3,2	3,2
Изучение существующих проектов	Инженер	1	3	1,8	1,8

Календарное планирование работ	Руководитель проекта, инженер	1	2	1,4	1,4
Проведение теоретических расчетов качества нефтепродукта	Инженер	2	6	3,6	3,6
Построение модели системы автоматического сбора данных и проведение экспериментов	Инженер	5	10	7	7
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер	2	5	3,2	3,2

Продолжение таблицы 16

Этапы	Исполнители	t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	T_{pi}
Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель проекта, инженер	1	3	1,8	1,8
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер	2	10	5,2	5,2
Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер	1	3	1,8	1,8

Составление структурной схемы сбора данных	Инженер	2	10	5,2	5,2
Разработка схемы внешних проводок	Инженер	2	12	6	6
Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер	2	5	3,2	3,2
Подбор оборудования для сбора данных	Инженер	2	5	3,2	3,2
Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер	1	10	4,6	4,6
Проектирование SCADA-системы	Инженер	2	10	5,2	5,2
Запуск и наладка установки	Инженер	5	15	9	9
Составление пояснительной записки	Инженер	1	3	1,8	1,8
Итого:				69	69

10.4.3. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы представляются в виде отрезком на линии времени и каждый отрезок работы прикреплен к исполнителю.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (20)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (21)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году, 365 дней;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году 52;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году 14;

Приведем таблицу 17 для значений в календарных днях по каждой работе T_{ki} при $k_{\text{кал}} = 1,22$

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t_{min} чел дни	t_{max} чел дни	$t_{\text{ож}}$ чел дни			
Составление и утверждение технического задания	1	7	3,4	1	3,4	4
Подбор и изучение материалов по теме	3	8	5	1	5	6
Изучение существующих проектов	1	3	1,8	1	1,8	2
Календарное планирование работ	1	2	1,4	2	0,7	1

Проведение теоретических расчетов качества нефтепродукта	5	12	7,8	1	7,8	10
Построение модели системы автоматического сбора данных и проведение экспериментов	5	10	7	1	7	9
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	5	3,2	1	3,2	4
Оценка эффективности полученных результатов	1	5	2,6	2	1,3	2
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	2	10	5,2	1	5,2	6
Составление перечня вход/выходных сигналов	1	3	1,8	1	1,8	2
Составление структурной схемы сбора данных	3	15	7,8	1	7,8	10
Разработка схемы внешних проводок	2	12	6	1	6	7
Разработка алгоритмов сбора данных	1	10	4,6	1	4,6	6
Подбор оборудования для сбора данных	2	5	3,2	1	3,2	4

Продолжение таблицы 17

Название работы	t_{\min} чел дни	t_{\max} чел дни	$t_{\text{ож}}$ чел дни	Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
Разработка алгоритмов сбора данных	1	10	4,6	1	4,6	6
Проектирование SCADA-системы	2	10	5,2	1	5,2	6
Запуск и наладка установки	5	15	9	1	9	11
Составление пояснительной записки	1	3	1,8	1	1,8	2

По таблице можно видеть, что инженер работает 90 дней, а руководитель 7 дней.

На основе таблицы 18 построим календарный план-график

Таблица 18 – График план-график выполнения проекта

№	Вид работы	Исполнители	Продолжительность выполнения работ													
			февраль			март			апрель			май				
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер														
3	Изучение существующих проектов	Инженер														
4	Календарное планирование работ	Руководитель проекта, инженер														
5	Проведение теоретических расчетов качества нефтепродукта	Инженер														

Продолжение таблицы 18

№	Вид работы	Исполнители	Продолжительность выполнения работ														
			февраль			март			апрель			май					
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
6	Построение модели системы автоматического сбора данных и проведение экспериментов	Инженер															
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер															
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель проекта, инженер															
9	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер															

Продолжение таблицы 18

№	Вид работы	Исполнители	Продолжительность выполнения работ														
			февраль			март			апрель			май					
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
10	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер															
11	Составление структурной схемы сбора данных	Инженер															
12	Разработка схемы внешних проводок	Инженер															
13	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер															
14	Подбор оборудования для сбора данных	Инженер															
15	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер															

Продолжение таблицы 18

№	Вид работы	Исполнители	Продолжительность выполнения работ														
			февраль			март			апрель			май					
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
16	Проектирование SCADA-системы	Инженер															
17	Запуск и наладка установки	Инженер															
18	Составление пояснительной записки	Инженер															



– Руководитель проекта



– Инженер

10.5. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

10.5.1. Расчет материальных затрат НТИ

Необходимо рассчитать стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта [19].

Расчет материалов затрат производится по формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (22)$$

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.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15% от стоимости материалов.

Приведем таблицу 19 для материальных затрат.

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед. в руб.	Затраты на материалы
Сервер BECKHOFF C6340	шт.	2	45000	90000
Шлюз AB7629	шт.	1	10000	10000
Модуль 6ES7157-0AD82-0XA0	шт.	2	30000	60000
Industrial redundant Ethernet Switch EDS-5184	шт.	2	15000	30000
Разветвитель 6GK1 905-0AA00	шт.	10	5000	50000
Разветвитель I-7513	шт.	2	5000	10000
6XV1 830-5EH10	м.	30	850	25500
Витая пара PROconnect 01-0043-3-25	м.	40	550	22000
Итого материальных затрат				297500
Транспортно-заготовительные расходы	%	15		44625
Всего				342125

10.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения. В таблице 19 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ. Примем процент использования специализированного программного обеспечения равным 20 % от стоимости, так как программное обеспечение будет применяться для работ с другими проектами [20].

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат на специальное оборудование

№	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Лицензионное ПО SCADA Infinity	1	30000	30000
2	Остальное лицензионное ПО	1	100000	100000
3	Лицензионное ПО Windows 7	1	10000	10000
4	Процент использования ПО	3	20%	21000
	Итого			161000

10.5.3. Основная заработная плата исполнителей 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% от тарифа или оклада [21].

В таблицу 20 приведем баланс рабочего времени

Таблица 20 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
• выходные дни	52	52
• праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
• отпуск	56	28
невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени (Фд)	243	271

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (23)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Рассчитаем месячный должностной оклад работника в таблицу 21.

Таблица 21 – Месячный должностной оклад работника

Исполнители	Оклад, руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб
Руководитель	37700	0.3	0.2	1.3	73515
Инженер	19200	0.3	0.2	1.3	37440

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (24)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 14).

Приведем таблицу с расчетом среднедневной заработной платы в таблицу 22.

Таблица 22 – Среднедневная заработная плата

Исполнители	Z_m , руб	M	F_d	$Z_{дн}$, руб
Руководитель	73515	10.4	243	3146.321
Инженер	37440	10.4	271	1436.812

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя и инженера от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (25)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 11);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Приведем расчет основной заработной платы ($Z_{осн}$) руководителя и инженера в таблицу 23.

Таблица 23 – Основная заработная плата

Исполнители	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб, дни	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	3146.32	7	22024.25
Инженер	1436.81	90	129313.06
Итого			151337.31

Суммарные затраты по основной заработной плате $Z_{осн}$ составляют 151337.31 руб.

10.5.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают 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.) [21].

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (26)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

Приведем расчет дополнительной заработной платы в таблицу 24.

Таблица 24 – Дополнительная заработная плата

Исполнители	$Z_{осн}$, руб	$k_{доп}$	$Z_{доп}$, руб
Руководитель	22024.25	0.15	3303.64
Инженер	129313.06	0.15	19396.96
Итого			22700.60

10.5.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (27)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2022 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 25).

Таблица 25 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	$Z_{\text{осн}}$, руб	$Z_{\text{доп}}$, руб	$k_{\text{внеб}}$	$Z_{\text{внеб}}$, руб
Руководитель	22024.25	3303.64	0.30	7598.37
Инженер	129313.06	19396.96	0.30	44613.01
Итого				52211.37

10.5.6. Накладные расходы

В статье «Накладные расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{со}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (28)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Расчет приведем в таблицу 26.

Таблица 26 – Расчет накладных расходов

$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{со}}$, руб	$Z_{\text{осн}}$, руб	$Z_{\text{доп}}$, руб	$Z_{\text{внеб}}$, руб	$k_{\text{нр}}$	$Z_{\text{накл}}$, руб
342125.00	161000.00	151337.31	22700.60	52211.37	0.16	116699.88

10.5.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции [23].

Приведем таблицу 27 с расчетами.

Таблица 27 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Обозначение	Сумма, руб
Материальные затраты	Z_m , руб	342125.00
Затраты на специальное оборудование	Z_{co} , руб	161000.00
Основная заработная плата	$Z_{осн}$, руб	151337.31
Дополнительная заработная плата	$Z_{доп}$, руб	22700.60
Отчисления во внебюджетные фонды	$Z_{внеб}$, руб	52211.37
Накладные расходы	$Z_{накл}$, руб	116699.88
Итоговый бюджет НИИ		846074.16

10.6. Оценка экономической эффективности проекта

10.6.1. Определение финансовой эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения [24].

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как :

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (29)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения НИИ.

Приведем таблицу 28 для расчета интегрального финансового показателя разработки.

Таблица 28 – Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	Φ_{pi} руб	Φ_{max} руб	$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$
Инженер и руководитель проекта	846074.16	900000	0.94
ООО «НЕФТЕГАЗОБОРУДОВАНИЕ»	946074.16	1000000	0.95
«Системы нефть и газ»	1146074.16	1100000	1.04

По таблице можно видеть, что самая малая величина интегрального финансового показателя у инженера и руководитель проекта.

10.6.2. Определение ресурсоэффективности исследования

В данном разделе необходимо произвести оценку ресурсоэффективности проекта, определяемую посредством расчета интегрального критерия, по следующей формуле:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (30)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в форме таблицы 29.

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерий	Весовой коэффициент параметра	Инженер и руководитель проекта $I_{ИН-РУК}$	ООО «НЕФТЕГАЗОБОРУДОВАНИЕ» $I_{НГО}$	«Системы нефть и газ» $I_{СНГ}$
Простота в эксплуатации	0,2	5	4	3
Использование стандартных протоколов связи	0,1	4	3	4
Надежность	0,1	5	5	3
Цена	0,3	5	3	4
Произведено в России	0,3	4	4	5
Итого	1	4,6	3,7	4

$$I_{ИН-РУК} = 5*0,2 + 4*0,1 + 5*0,1 + 5*0,3 + 4*0,3 = 4,6;$$

$$I_{НГО} = 4*0,2 + 3*0,1 + 5*0,1 + 3*0,3 + 4*0,3 = 3,7;$$

$$I_{СНГ} = 3*0,2 + 4*0,1 + 3*0,1 + 4*0,3 + 5*0,3 = 4;$$

10.6.3. Определение эффективности исследования

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}}, \quad (31)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}) :

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}, \quad (32)$$

Таблица 30 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Инженер и руководитель проекта	ООО «НЕФТЕГАЗОБОРУДОВАНИЕ»	«Системы нефть и газ»
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,96	0,96	1,06
2	Интегральный показатель ресурсоэффективной разработки	4,60	3,70	4,00
3	Интегральный показатель эффективности	4,80	3,84	3,78
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,00	0,80	0,79

По таблице можно сказать, что из полученных данных, представленных в таблице 30, следует, что наиболее эффективной является система, разработанная студентом дипломником.

10.6.4. Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Было оценены экономические аспекты разработки автоматизированной системы сбора данных. Проведен анализ конкурентных технических решений среди существующей системой сбора данных сторонней компанией. Разрабатываемая система имеет ряд преимуществ, но также имеются уязвимости.

При планировании научно-исследовательских работ была определена структура работ в рамках научного исследования, по результату которого можно сделать вывод, что большинство работы проделано самостоятельно, но на некоторых этапах требовалась помощь консультанта и руководителя. Также был разработан график проведения научного исследования в виде диаграммы Ганта.

В процессе расчета бюджета НИИ было выявлено, что затраты на заработную плату студента превосходит затраты на заработную плату консультанта и руководителя, это связано с количеством рабочих дней. Также бюджет, требуемый на проведение НИИ составил 873290,60 руб.

При оценке эффективности исследования было выявлено, что разработанный проект автоматизированной системы сбора данных эффективен среди таких компаний, ООО «НЕФТЕГАЗОБОРУДОВАНИЕ» и «Системы нефть и газ».

11. Социальная ответственность

В выпускной квалификационной работе представлена автоматизированная система сбора данных для лабораторной установки СИКН. Автоматизированная система сбора данных представляет собой телекоммуникационную сеть между датчиками и панелью оператора. Были представлены схемы и оборудование. Телекоммуникационная система присутствует в каждой установке СИКН для сбора данных. Пользователи данной системы являются компании по проектированию, сбору и монтажу СИКНа. В качестве примера можно взять «ЭлеСи», ООО «НЕФТЕГАЗОБОРУДОВАНИЕ» и «Системы нефть и газ». Данное решение актуально для России и стран СНГ по причине того, что используется отечественное оборудование и программное обеспечение. В следствии того, что в стране активно происходит импортозамещение, данное решение становится еще более актуально. Как говорилось выше разработка включает продукты отечественного производства и тем самым происходит поддержка отечественного производителя.

Рабочая зона представляет собой два помещения: промышленное помещение, где находится установка и жилое помещение, где находится автоматическое рабочее место. Промышленное помещение с установкой имеет размеры 25x25 м. Рабочее место оператора находится на удалении от установки СИКН. Помещение для работы оператора представляет собой жилую комнату 15x20 метров. В промышленном помещении находятся следующие оборудование: 4 датчика температуры и давления, 2 пробоотборника, 2 массовых расходомера, 1 влагомер, 1 плотномер и 3 шкафа управления. В помещении оператора находится 1 персональный компьютер и 1 шкаф управления. В помещении со СИКНом происходит замер проходящей по трубам товарной нефти, а в помещении с оператором приходящая информация с датчиков складывается в базы данных, если необходимо составляется оперативный отчет на любой диапазон времени. В

разделе ВКР обратим внимание на рабочее место. Проанализируем вредные и опасные факторы на рабочем месте и разработаем методы по защиты от них.

11.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В трудовом кодексе РФ находятся ряд положений, которые регулируют норму труда и размер заработной платы, отпуск и отношения между сотрудником и работодателем.

Работа оператора является второй степени тяжести. Продолжительность рабочего времени составляет 40 часов в неделю. Работа осуществляется посменно в связи круглосуточной работы СИКН. Существует 3 смены:

1. Ночная смен с 22 часов вечера до 6 часов утра;
2. Дневная смена с 6 утра до 14 часов дня;
3. Вечерняя с 14 часов до 22 часов вечера.

В ночную смену не допускаться: беременные женщины, работники, не достигшие возраста восемнадцати лет, женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, инвалиды.

Используя ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.» разместим средства отображения информации. Очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости.

Воспользуемся ГОСТ 22269.-76 «Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.» для размещения органов управления. При размещении органов управления необходимо наиболее важные и часто используемые органы управления должны быть расположены в зоне легкой досягаемости моторного

поля и расположение органов управления должно обеспечивать равномерность нагрузки обеих рук и ног человека-оператора [25].

11.2. Производственная безопасность

Каждый работник сталкивается с вредными и опасными факторами в ходе трудовой деятельности. Приведем факторы таблицы 31 согласно ГОСТ 12.0.003-2015.

Таблица 31 – Возможные опасные и вредные факторы в операторской АСУ
ТП

Факторы ГОСТ 12.0.003-2015	Нормативные документы
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.019-2017 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты"
Повышенный уровень шума	СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
Отклонение параметров микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания

11.2.1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий.

В ходе эксплуатации системы измерения количества и качества нефти есть вероятность поражение электрическим током. Источниками могут быть:

ЭВМ оператора, центробежный насос, шкафы местного управления, осветительные приборы, регулирующие и запорные арматуры.

В случае контакта с высоким напряжением могут возникнуть различные повреждения тканей от электроожогов до дыхательной недостаточности.

Допустимые нормы для переменного тока частотой 50 Гц значение напряжения составляет 2 В и силы тока – 0,3 мА. Для постоянного тока – 8 В и 1 мА.

Средствами защиты от предельно допустимых значений напряжения являются изолирующие устройства, устройства автоматического отключения и др

11.2.2. Повышенный уровень шума

Источниками шума в СИКН является центробежные насосы, вентиляторы на ЭВМ оператора и в шкафе местного управления, шум протекания нефти по трубам.

При работе с повышенном уровне шума появляются профессиональные болезни такие как тугоухость, нервные и сердечно-сосудистые заболевания [26].

Предельно допустимые уровни звука и звукового давления в октавных полосах частот на рабочих местах представлен в таблице 32, согласно СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (пункт 6.3).

Таблица 32 – Предельно допустимые уровни звука и звукового давления

Назначение помещения или территории	Время суток, ч	Для источников постоянного шума									Для источников непостоянного шума		
		Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, скорректированный по А. L _A , дБ	Эквивалентный скорректированный по А уровень звука L _{Aэкв} , дБ	Максимальный скорректированный по А уровень звука L _{Aмакс} , дБ
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
I Предельно допустимые октавные уровни звукового давления, дБ; уровни звука, скорректированные по А, дБ; эквивалентные и максимальные уровни звука, скорректированные по А, дБ, на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях, на площадках промышленных предприятий для основных видов трудовой деятельности													
1 Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий	—	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	65	80

Для снижения уровня шума необходимо выполнить ряд действий: провести звукоизоляцию рабочего места если установка СИКН находится в непосредственной близости к рабочему месту оператора и предоставить оператору средства индивидуальной защиты (беруши).

11.2.3. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения

Недостаточная освещённость появляется по причине смены дня и ночи и малых окон, через которые проникает естественный свет.

При недостаточном освещении и работе с мелкими деталями глаза сильно напрягаются и ведет к раздражительности. При постоянном напряжении глаз ведет к снижению остроты зрения, плохое восприятие цвета, близорукость и нарушение фокусировки.

Приведем требования к освещению помещений промышленных предприятий в таблицу 33, согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05- 95* (пункт 4.2).

Таблица 33 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Под-разряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации		КЕО, %			
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения		UGR, не более	Кп, %, не более	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
Всего	В том числе от общего												
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное;	-	VIII	a	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном -	-	-	200	28	20	3,0	1,0	1,8	0,6

Для повышения освещённости рабочего места необходимо установить дополнительное осветительное оборудование.

11.2.4. Отклонение параметров микроклимата

Источниками отклонения параметров микроклимата является неправильно установленная температура в помещении, где работает человек. Источником могут быть нагретые предметы, плохо спроектированная вентиляция.

При длительном воздействии высоких температур появляется судорожная болезнь,. При длительном воздействии низких температур: гипотермия при общем охлаждении, поражение периферической нервной системы такие как полиневритов и воспалительные

И приведем допустимые величины параметров микроклимата на рабочем месте в таблицу 34, согласно СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (пункт 29).

Таблица 35 – Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

Для создания нормального микроклимата необходимо установить дополнительное обогревательное оборудование при низкой температуре и установка вентиляции в случае высоких температур.

11.3. Экологическая безопасность

Атмосфера. Источником выброса являются легкие фракции углеводородов, которые содержатся в нефтегазовой смеси. Для предотвращения выбросов необходимо устанавливать газоанализаторы. Для отвода газа необходимо устанавливать вентиляцию в производственных помещениях.

Литосфера. Источником загрязнения почвы являются аварийные ситуации, при ремонте оборудования и при зачистки трубопроводов. Удаление загрязнённой почвы происходит путем закапывания. Материалы способные гореть и загрязнены мазутом утилизируется путем сжигания.

Гидросфера. Источником загрязнения воды являются аварийные ситуации, утечки и ремонт нефтепровода. Для предотвращения подобный ситуаций необходимо проводить регулярные проверки мест соединений. Загрязнённая вода собирается и очищается.

11.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Перечислим возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть на СИКН: Взрыв или разрыв трубопровода. Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.). Наиболее вероятное разрыв трубопровода. Источником возникновения разрыва трубопровода является высокая давление и плохое соединение труб. Использование прокладок плохого качества для герметизации место соединений. Приведем превентивные меры по предупреждению возникновения ЧС: обязательная установка аппаратных защит на центробежных насосах. Приведем порядок действий в случае возникновения ЧС и меры ликвидации ее последствий: срочным образом сообщить о возникновении разрыва трубопровода в МЧС и в местную пожарную бригаду, отключить подачу электроэнергии на объект. На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" Для данной установки категория пожарной опасности В – пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов. В случае обнаружения признаков горения (задымления, запах гари, повышение температуры) срочным образом сообщить в местную пожарную охрану следующую информацию: адрес объекта, место возникновения пожара и ФИО позвонившего. Своими силами приступить к тушению пожара и провести эвакуацию всех сотрудников [28].

11.5. Вывод по разделу «Социальная ответственность»

Исходя из раздела можно сделать вывод о том, что для обеспечения высокой эффективности работника недостаточно повышать денежное вознаграждение, но и климат, освещение и повышенный уровень шума. Помимо высокой эффективности от оператора и требуется внимательность и усидчивость. И как можно заметить работа оператора состоит в монотонном контроле метрологических значений на протяжении долго времени. В связи с такой спецификой работы очень остро встает вопрос качества рабочего места.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК Седьмое издание Раздел 1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА Глава 1.1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ (пункт 1.1.13) относится к помещению с повышенной опасностью. IV группа персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок. Категорию тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" для оператора является Ia – ряд профессий на предприятиях, в сфере управления. Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» категория помещения, в котором находится оператор Г умеренная пожароопасность. [29] Категория I объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду по причине участие в производства нефтепродуктов.

Заключение

Выполнена основная задача выпускной квалификационной работы: реорганизация телекоммуникационной сети АС СИКН путем применения специального лабораторного набора преобразователей протоколов, коммутаторов для сбора информации с полевого уровня и объединение всех протоколов связи в единую сеть. Были разработаны структурная схема, функциональная схема автоматизации согласно требованиям ГОСТ 21.408-2013. Выполнен метрологический расчет измерительного канала Произведен расчет надежности системы за первые 1000 часов. Выполнен анализ САР расхода нефти в трубопроводе. Разработаны экранные формы для операторов.

В «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» дано экономическое описание проекта и выполнены расчеты затрат на разработку. Приведен график работ для инженера и руководителя проекта. Для них рассчитана заработная плата и время необходимое на выполнение проекта. Проведен конкурентный анализ среди аналогов и был сделан вывод, что данная разработка является конкурентоспособной.

В «Социальной ответственности» разработаны меры для нормальной работы сотрудника согласно с трудовым законодательством. Были проанализированы вредные и опасные факторы, определены опасные факторы, которые может создать СИКН при неправильной работе телекоммуникационной системы на производстве и разработаны меры их предотвращения.

Список используемой литературы

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009. – 156 с.
2. ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированные системы управления. Общие требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200008639>. (Дата обращения: 21.05.2022).
3. ГОСТ 8009-84. «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200004505>. (Дата обращения: 21.05.2022).
4. ГОСТ 34602-89. «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200006924>. (Дата обращения: 22.05.2022).
5. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 «Контроллеры программируемые. Языки программирования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200135008>. (Дата обращения: 22.05.2022).
6. ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (с Поправками)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200108005>. (Дата обращения: 23.05.2021).
7. РД 39-0137095-001-86 «Автоматизация и телемеханизация нефтегазодобывающих производств. Объекты и объемы автоматизации. Основные положения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200069569>. (Дата обращения: 23.05.2022).
8. Каталог продукции фирмы «Katronic». Датчики расхода [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.katronic.com/ru/products/ultrasonic-flow-measurement/>. (Дата обращения: 23.05.2022).

9. Каталог продукции фирмы «Endress+Hauser». Датчики температуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ru.endress.com/ru/Tailor-made-field-instrumentation/Temperaturemeasurementthermometertransmitters/TR10>. (Дата обращения: 24.05.2022).

10. Каталог продукции фирмы «Endress+Hauser». Датчики давления

12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.casc.endress.com/ru/Tailor-made-field-instrumentation/PMP41>. (Дата

13. обращения: 23.05.2022).

11. Каталог продукции фирмы «Krohne». Массовые расходомеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.krohne.com/ru/pribory/izmerenie-raskhoda/raskhodomery/koriolisovyemassovye-raskhodomery/> (Дата обращения: 25.05.2022).

12. Каталог продукции фирмы «Emerson». Расходомеры

14. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.emerson.ru/ruru/automation/measurement-instrumentation/metran/catalogues.pdf>. (Дата обращения: 24.05.2022).

13. Каталог продукции фирмы «ЭлеСи». Контроллеры [Электронный

15. ресурс]. – Режим доступа: <http://elesy.ru/products/products/plc.aspx>. (Дата обращения: 23.05.2022).

14. Каталог продукции фирмы ООО НПО «Сибирский машиностроитель». Электропривод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nposibmach.ru/wp-content/uploads/2017/01/RE-blokupravleniyaE32-SOKRAT-R3_N3-TOMPRIN_GUSAR.pdf. (Дата обращения: 23.05.2022). 1

15. Кабель КВВГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://kps.ru/spravochnik/kabeli-kontrolnyie/s-pvx-izolyacziej-\(0,66kv\)/kvvg/](https://kps.ru/spravochnik/kabeli-kontrolnyie/s-pvx-izolyacziej-(0,66kv)/kvvg/). (Дата обращения: 23.05.2022).

16. Кабель ВВГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
16. <https://www.elcn.ru/inf/3764/>. (Дата обращения: 25.05.2022).
17. Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ
17. (ред. от 30.04.2022) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://docs.cntd.ru/document/901807664>. (Дата обращения: 23.05.2021).
18. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://docs.cntd.ru/document/1200012834>. (Дата обращения: 25.05.2022).
19. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200272>. (Дата обращения: 23.05.2022).
20. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>. (Дата обращения: 23.05.2022).
21. ГОСТ 12.1.003-2014. «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606>. (Дата обращения: 23.05.2022).
22. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://seut.ru/sanpin-2-2-2-2-4-1340-03/>. (Дата обращения: 24.05.2022).
23. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054197>. (Дата обращения: 24.05.2022).
24. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200313>. (Дата обращения: 24.05.2022).

25. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/9051953>. (Дата обращения: 24.05.2022).

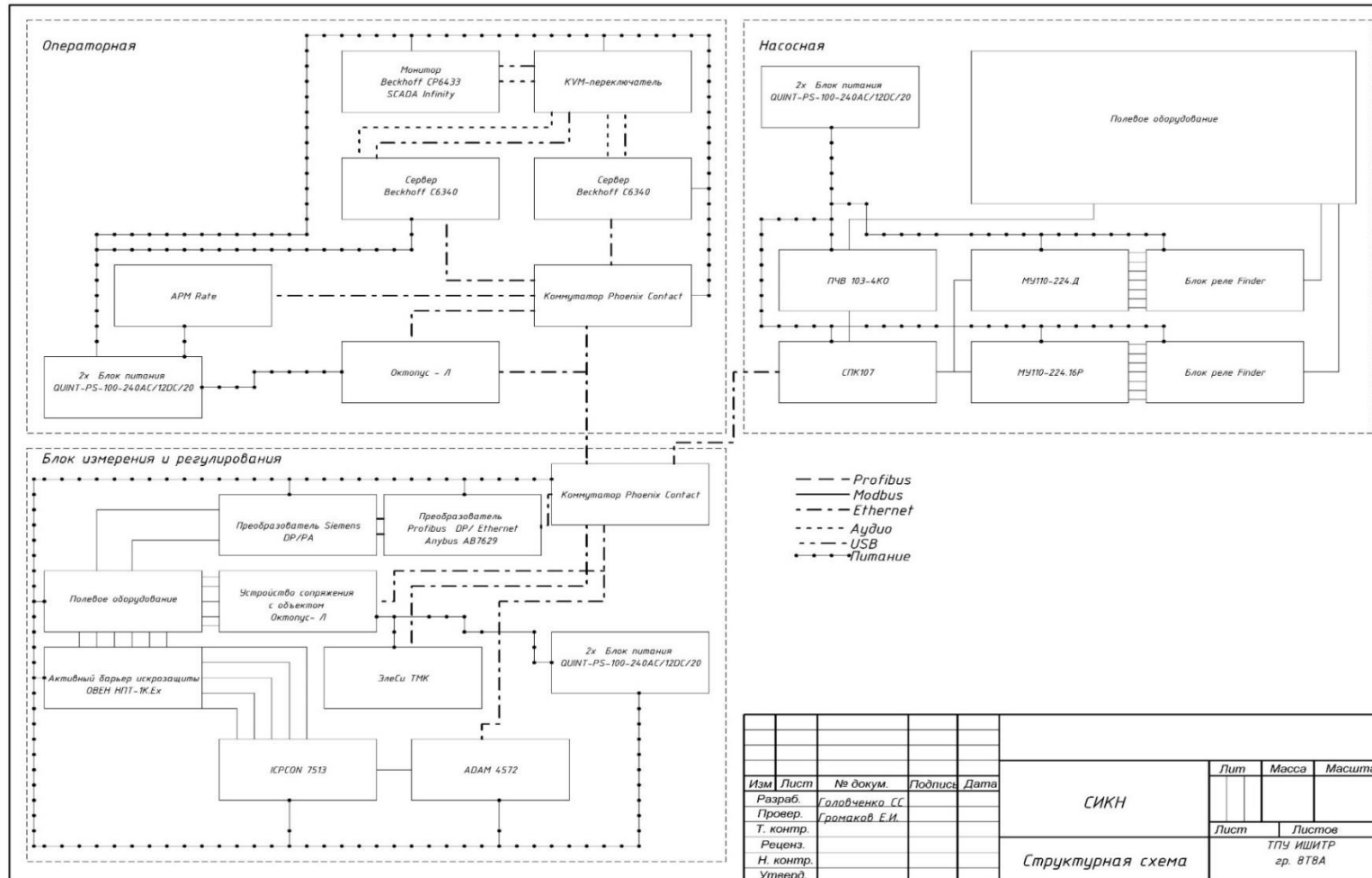
26. ГОСТ Р 51330.11-99. Электрооборудование взрывозащищенное. Классификация смесей газов и паров с воздухом по безопасным экспериментальным максимальным зазорам и минимальным воспламеняющим токам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200008226>. (Дата обращения: 24.05.2022).

27. ГОСТ Р 52350.10-2005. Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200008226>. (Дата обращения: 24.05.2022).

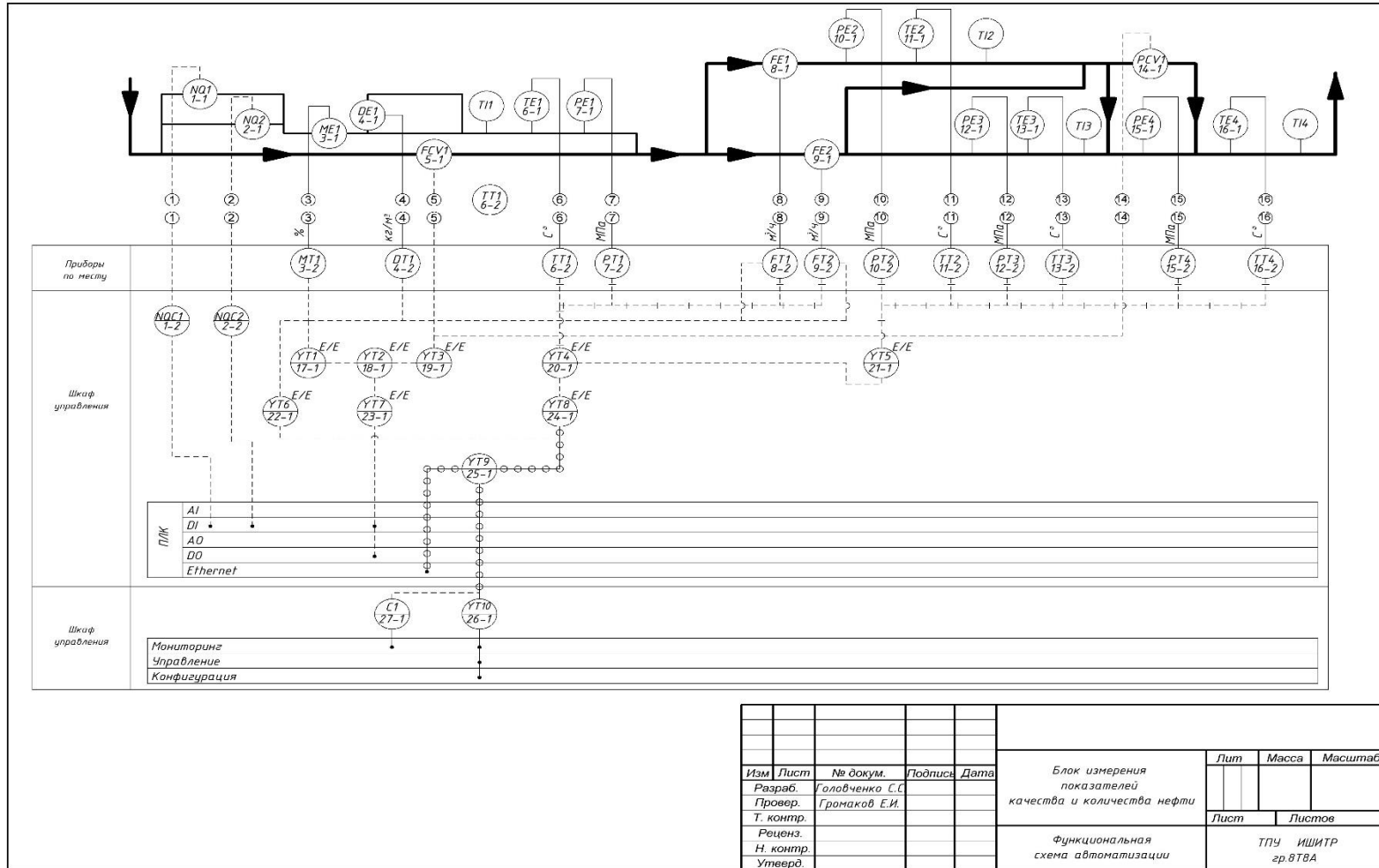
28. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156>. (Дата обращения: 24.05.2022).

29. СНиП 2.11.03–93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/871001020>. (Дата обращения: 24.05.2022).

Приложение А (Обязательное) Структурная схема



Приложение Б (Обязательное) Функциональная схема автоматизации



Приложение В (Обязательное) Функциональная схема автоматизации

