

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
Модернизация автоматизированной системы групповой замерной установки
УДК 004.896:622.276.8-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т71	Литвинович Владислав Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Воскобойникова Ольга Борисовна			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	Д.М.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	К.Т.Н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-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 безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
ОПК(У)-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
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	Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей
ПК(У)-2	Способность к математическому моделированию процессов и объектов оптоэлектроники и их исследованию на базе профессиональных пакетов

	автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов
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 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)-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
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – осенний/весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Воскобойникова Ольга Борисовна			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	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
 _____ Воронин А.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т71	Литвинович Владислав Олегович

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы групповой замерной установки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№47-8/с от 16.02.2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: Автоматизированная система групповой замерной установки. Цель работы: Модернизация системы групповой замерной установки путем замены оборудования. Режим работы: Непрерывный.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание технологического процесса. 2. Выбор технических средств. 3. Разработка технологической схемы автоматизированной системы. 4. Разработка структурной схемы. 5. Разработка функциональной схемы автоматизации. 6. Разработка схемы соединения внешних проводов.

	7. Разработка алгоритмов логического управления. 8. Настройка контуров непрерывного регулирования 9. Разработка экранных форм.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Структурная схема автоматизированной системы. 2. Функциональная схема автоматизации. 3. Схема соединений внешних проводок. 4. Блок-схемы алгоритмов управления. 5. Экранные формы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Верховская Марина Витальевна, доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	Федоренко Ольга Юрьевна, профессор ООД ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.04.2022
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Воскобойникова Ольга Борисовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т71	Литвинович Владислав Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-8Т71		Литвинович Владислав Олегович	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Тема ВКР:

Модернизация автоматизированной системы групповой замерной установки

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- оклад инженера – 22031,5 руб. в месяц; - оклад руководителя проекта – 27152,1 руб. в месяц.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- накладные расходы 16%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- коэффициент отчислений во внебюджетные фонды 30%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет инновационного потенциала НТИ	- технология QuaD.
2. Планирование научно – исследовательских работ	- структура работ в рамках научного исследования; - определение трудоемкости выполнения работ; - разработка графика проведения научного исследования.
3. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	- расчет материальных затрат; - расчет основной и дополнительной заработной платы; - расчет отчислений во внебюджетные фонды.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Календарный план-график

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т71	Литвинович Владислав Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-8Т71		Литвинович Владислав Олегович	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Тема ВКР:

Модернизация автоматизированной системы групповой замерной установки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение

- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.
- Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации

Объект исследования: АГЗУ (блок автоматики и технологический блок).
Область применения: нефтедобыча, замерная установка.
Рабочая зона: производственное помещение.
Размеры (ДхШхВ мм): БА (2500х3000х2500), ТБ (3000х6000х2500).
Количество и наименование оборудования рабочей зоны: шкаф автоматики, оборудование КИПиА, сепаратор.
Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: контроль работоспособности оборудования КИПиА, наблюдение за технологическим процессом, обнаружение и устранение неисправности.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.03.2022).
 СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
 ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Перечень опасных и вредных факторов.
 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
 ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
 ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
 Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 N 903Н об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.
 Инструкция по охране труда при эксплуатации и при работе в электроустановках до 1000В с 3 группой допуска ИОТВ №76-19.
 Инструкция по охране труда по применению и содержанию средств защиты в используемых электроустановках ПЗ-05 И-101725 ЮЛ-769.06.
 Инструкция по охране труда при работе с ручным слесарным инструментом ИОТВ №55-19.

	<p>Инструкция по охране труда при выполнении работ по прокладке кабельных линий ИОТВ №40-19.</p> <p>Инструкция по охране труда при безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ИОТВ №41-19.</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.</p> <p>Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда.</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наличие электростатического поля, чрезмерно отличающегося от поля Земли; - наличие электромагнитных полей промышленных частот (порядка 50-60 Гц). <p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума; - зрительное напряжение; - отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; - производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего. <p>Средства коллективной защиты: наличие отопления, осветительные приборы, устройства дист. управления, знаки безопасности, защитные заземления, устройства автоматического отключения.</p> <p>Средства индивидуальной защиты: костюм специальный защитный, ботинки, перчатки, каски защитные, очки защитные, противозумные наушники, средства дерматологические (защитные, очистители кожи, репаративные средства).</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации:</p>	<p>Воздействие на литосферу: загрязнение почвы нефтяными продуктами.</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение водоемов при разливе нефтепродукта.</p> <p>Воздействие на атмосферу: неконтролируемый выброс газа.</p> <p>Воздействие на селитебную зону: отсутствует.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:</p>	<p>Возможные ЧС: природные катастрофы (ураган) геологические воздействия (провалы территории), техногенные аварии (отказ систем безопасности, пожар, превышение давления, взрыв).</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар, взрыв.</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	Д.М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т71	Литвинович Владислав Олегович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 79 страниц, 20 рисунков, 23 таблицы, 51 источник, 4 приложения.

Ключевые слова: МОДЕРНИЗАЦИЯ, АГЗУ, АСУ ТП, ПЛК, КИПиА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТОЧНОСТЬ.

Объектом исследования является автоматизированная групповая замерная установка.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы групповой замерной установки.

В процессе исследования проводились изучение технологического процесса, его модернизация и разработка альбома схем.

В результате исследования была разработана система контроля и управления технологическим процессом с повышенной точностью измерения на базе промышленного контроллера, с применением SCADA-системы.

Область применения: групповая замерная установка в нефтегазовой промышленности.

Значимость работы заключается в том, что внедрение предложенного решения по модернизации АГЗУ позволяет повысить точность измеренной продукции, что ведет к повышению производительности установки.

В будущем планируется рассмотреть расположение оборудования КИПиА, так как это немало важный аспект при обслуживании данной установки.

Содержание

Сокращения	16
Введение.....	17
1 Описание автоматизированной системы групповой замерной установки 18	
1.1 Задачи автоматизации.....	19
1.2 Описание технологического процесса	19
1.3 Основные механизмы и приборы в технологическом блоке.....	21
1.4 Блок автоматики	22
2 Структурная схема автоматизации.....	23
3 Выбор технических средств	24
3.1 Выбор датчика давления	24
3.2 Выбор датчика температуры.....	25
3.3 Выбор датчика расхода газа.....	25
3.4 Выбор расходомера нефти	26
3.5 Выбор газосигнализатора	27
3.6 Выбор влагомера	28
3.7 Выбор датчика гидростатического давления	29
3.8 Выбор контроллера	30
3.9 Выбор исполнительного устройства	31
4 Функциональная схема автоматизации	33
5 Схема внешних проводок.....	34
6 Разработка программного, информационного и алгоритмического обеспечения.....	35

6.1	Разработка алгоритмов логического управления	35
6.2	Настройка контура непрерывного регулирования	35
6.3	Разработка человека-машинного интерфейса технологического уровня	37
	Вывод по разделу	39
7	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	40
7.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	40
7.2	Технология QuaD	40
7.3	Структура работ в рамках научного исследования	42
7.4	Определение трудоемкости выполнения работ	44
7.5	Разработка графика проведения научного исследования	45
7.6	Расчет материальных затрат НТИ	48
7.6.1	Расчет амортизации оборудования	49
7.6.2	Основная заработная плата исполнителей темы	49
7.6.3	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	51
7.6.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).	52
7.6.5	Накладные расходы	52
7.6.6	Расчёт бюджета НТИ.....	53
7.7	Определение ресурсоэффективности исследования	53
7.8	Интегральный показатель ресурсоэффективности.....	55
	Вывод по разделу	57
8	Социальная ответственность.....	58

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации.....	58
8.1.1 Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	58
8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	59
8.2 Производственная безопасность при эксплуатации.....	60
8.2.1 Опасные и вредные факторы	60
8.2.2 Средства индивидуальной и коллективной защиты	62
8.3 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	62
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	64
Вывод по разделу	67
Заключение	68
Список используемых источников.....	71
Приложение А	77
Приложение Б.....	78
Приложение В	79
Приложение Г	80

Сокращения

В данной работе используются следующие сокращения:

ЦАП: цифро-аналоговый преобразователь;

ГЗУ: групповая замерная установка;

ГП: гидропривод;

БТ: блок технологический;

ПСМ: переключатель скважин многоходовой;

КИПиА: контрольно-измерительные приборы и автоматика;

САР: система автоматического регулирования;

ПАЗ: противоаварийная автоматическая защита;

ПО: программное обеспечение;

ИМ: исполнительный механизм;

АРМ: автоматизированное рабочее место;

БД: база данных.

Введение

Автоматизация технологических процессов значительно влияет на повышение качества выпускаемой нефтяными компаниями продукции, на повышение производительности труда, автоматизация позволяет использовать доступные ресурсы более экономно, при этом производительность не падает.

Автоматизация – применение технических средств и специальных систем управления, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессе производства, получения, преобразования и т.п. энергии, материалов и информации [1]. Автоматизация технологических процессов и производства дает возможность сократить число работающих на объекте, а то и вовсе обойтись без них.

Когда автоматизация только вводилась, она использовалась только в некоторых процессах, но при развитии появилось такое понятие как автоматизация и она распространилась на основные и вспомогательные процессы технологических производств.

В наши дни автоматизация технологических процессов и производств позволяют значительно повысить технико-экономические показатели путём доступности автоматической перенастройки параметров оборудования в процессе работы для решения динамических задач на производстве.

В настоящее время на рынке нефтегазодобывающего комплекса постоянно существует потребность в поиске пути увеличения рентабельности производства. На данный момент ни одно предприятие в нефтедобыче не обходится без автоматизированной системы групповой замерной установки (АГЗУ).

Целью данной работы является модернизация автоматизированной системы групповой замерной установки.

1 Описание автоматизированной системы групповой замерной установки

АГЗУ (автоматизированная групповая замерная установка) или ИУ (измерительная установка) – это установка которая включает в себя системы оборудования нефтепромысла. Она работает по определенному алгоритму, который осуществляет замер количества и соотношения сред, добываемых из скважины:

- сырой нефти;
- пластовой воды;
- попутного нефтяного газа [2].

АСУ ТП АГЗУ состоит из трёх уровней:

- нижний (полевой) уровень – уровень датчиков, приборов, исполнительных механизмов для обмена информацией с ПЛК;
- средний (контроллерный) уровень – ПЛК получает данные с нижнего уровня обрабатывает их и выдает команды согласно заданной программе;
- верхний (диспетчерский) уровень – уровень сбора, обработки, визуализации, архивации информации. Уровень выработки управляющих воздействий и реализации команд операторов.

Автоматизированная система управления технологическими процессами должна обслуживаться, быть восстанавливаемой многофункциональной системой. АСУ ТП работает круглосуточно в непрерывном режиме реального времени. Данная система работает в одном из трех режимов:

- ручной;
- автоматизированный (с панели оператора или АРМа);
- автоматический.

На рисунке 1 представлен технологический блок АГЗУ



Рисунок 1 – Технологический блок АГЗУ

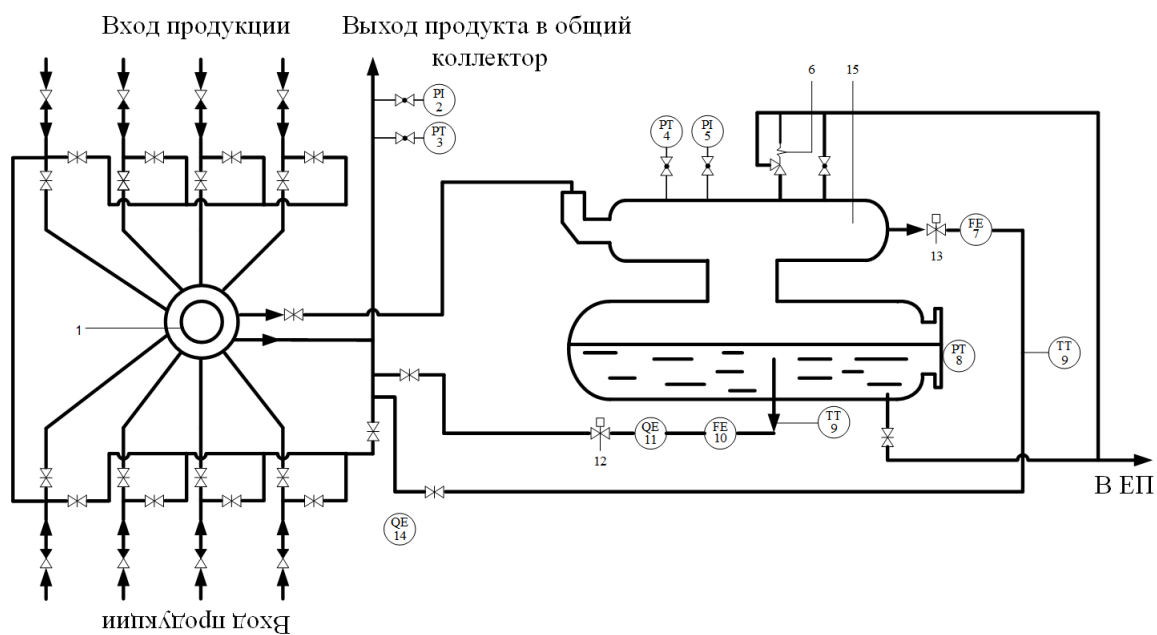
1.1 Задачи автоматизации

Задачи автоматизации групповой замерной установки являются:

- обеспечение безопасности технологического процесса;
- непрерывный замер дебита скважин;
- обеспечить высокую точность измерений дебита скважин;
- обеспечить высокую надежность установки;
- обеспечение управление с верхнего уровня;
- обеспечить диспетчерский контроль за технологическим процессом.

1.2 Описание технологического процесса

На рисунке 2 показана технологическая схема ГЗУ.



1 – ПСМ; 2, 5 – манометр; 3, 4 – датчик давления; 6 – СППК; 7 – расходомер газа; 8 – датчик уровня гидростатического давления; 9 – датчик температуры; 10 – расходомер нефти; 11 – Влагомер; 12, 13 – исполнительный механизм; 14 – датчик загазованности; 15 – замерной сепаратор

Рисунок 2 – Технологическая схема АГЗУ

Из нефтяных скважин по трубопроводу поступает газо-жидкостная смесь (ГСЖ) в технологический блок АГЗУ, через обратные клапана и задвижки, в переключатель скважин многоходовой (ПСМ), который осуществляет переключение измеряемых скважин с помощью гидропривода (ГП). Положения ПСМ определяется с помощью датчика положения ПСМ. Жидкость, поступающая с остальных скважин, поступает в общий коллектор. ГСЖ поступившая в сепаратор разделяется на нефть и газ. Образовавшийся газ поступает в газовую линию проходя через счетчик газа и поступает в общий коллектор, а нефть скапливается на дне сепаратора. При достижении определенного уровня клапан газа закрывается и создается перепад давления между коллектором и сепаратором. Когда перепад создан – клапан жидкости открывается и накопившиеся жидкость проходит через расходомер далее поступает в общий коллектор.

Данные по замеру передаются на контроллер, где он в свою очередь передает информация на верхний уровень.

1.3 Основные механизмы и приборы в технологическом блоке

Обратные клапана

Обратные клапана служат для того чтобы жидкость, поступающая со скважин, не поступала в обратном направлении достигается это путем установленной крыльчатке в корпусе обратного клапана т.е. при попадании ГЖС под крыльчатку она поднимается, а при прекращении или оттоке ГСЖ она закрывается [3].

Переключатель скважин многоходовой

ПСМ служит для того чтобы направить поток нефти, поступающей от скважины на замер в АГЗУ, либо в общий коллектор. Управление ПСМом происходит в трех режимах: автоматический, автоматизированный и ручной.

Автоматическое и автоматизированное переключение ПСМ осуществляется при помощи поршневого привода за счет давления масла, создаваемого гидроприводом [4].

Гидропривод

Гидропривод предназначен для переключения ПСМа путем создания гидравлического давления [5].

Ёмкость сепарационная (сепаратор)

Основным частью АГЗУ является сепаратор, оснащенная приборами КИПиА и пружинным предохранительным клапаном (СППК). На выходе линии газа из ёмкости устанавливается газовый клапан и счётчик газа, а на линии выхода жидкости – счетчик жидкости и клапан жидкости.

СППК

СППК предназначен для сброса аварийного давления в сепараторе [6].

1.4 Блок автоматики

В БА размещены:

- шкаф управления с панелью оператора;
- силовой шкаф;

В блоке автоматики осуществляется автоматическое управление и сбор информации от первичных контрольно-измерительных приборов и передача ее на верхний уровень системы АСУ ТП.

2 Структурная схема автоматизации

Структурная схема представлена в приложении А. Данная структура состоит из трех уровней:

- нижний (полевой) уровень – уровень датчиков, приборов, исполнительных механизмов для обмена информацией с ПЛК по унифицированному токовому сигналу (4 - 20) мА и RS-485;
- средний (контроллерный) уровень обменивается с верхним уровнем по Ethernet и радиоканалу;
- верхний (диспетчерский) уровень – уровень сбора, обработки, визуализации, архивации информации.

Для связи среднего и верхнего уровня используется канал связи Ethernet, который преобразуется в беспроводную сеть и передает на верхний уровень по WOPR протоколу (беспроводной протокол маршрутизации) информацию.

3 Выбор технических средств

3.1 Выбор датчика давления

Для измерения давления в сепараторе и коллекторе используются датчики избыточного давления. Ниже представлена таблица 1 сравнения для выбора датчика давления Метран-150 [7] или Rosemount 3051 [8].

Таблица 1 – Сравнение для выбора датчика давления

Критерии выбора	Метран-150	Rosemount 3051
Давление рабочей среды, кгс/см ²	от 0 до 60	от 0 до 68
Основная приведенная погрешность, %	±0,075	±0,065
Выходной сигнал, мА	от 4 до 20	от 4 до 20
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 40 до плюс 80	от минус 50 до плюс 80
Время наработки на отказ, ч.	150000	150000
Цена, руб.	32200	45000

Опираясь на выше представленную таблицу делаем выбор в пользу Метрана-150 (рисунок 3) так как он хоть и не значительно уступает по точности, зато в разы дешевле.



Рисунок 3 – Внешний вид Метран-150

3.2 Выбор датчика температуры

Для контроля температуры жидкости и газа будем использовать датчики температуры. Ниже представлена таблица 2 сравнения для выбора датчика температуры Rosemount 0065 [9] или Метран 280 [10].

Таблица 2 – Сравнение для выбора датчика температуры

Критерии выбора	Rosemount 0065	Метран 280
Диапазон измеряемой температуры, °С	от минус 50 до плюс 300	от минус 50 до плюс 500
Основная приведенная погрешность, %	±0,3	±0,4
Выходной сигнал, мА	от 4 до 20	от 4 до 20
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 40 до плюс 85	от минус 50 до плюс 85
Время наработки на отказ, ч.	70000	50000
Цена, руб.	3450	4200

Опираясь на выше представленную таблицу делаем выбор в пользу Rosemount 0065 (рисунок 4) так как он точнее, время наработки на отказ выше и дешевле.



Рисунок 4 – Внешний вид Rosemount 0065

3.3 Выбор датчика расхода газа

Для измерения расхода газа нам потребуется датчик расхода газа. Ниже представлена таблица 3 сравнения для выбора датчика расхода газа ДУМЕТИС-1223М-Т [11] или ДРГ.М-160/80 [12].

Таблица 3 – Сравнение для выбора датчика расхода газа

Критерии выбора	DYMETIC-1223M-T	ДРГ.М-160/80
Пропускная способность, м ³ /ч	300	160
Выходной сигнал, мА	от 4 до 20	от 4 до 20
Основная приведенная погрешность, %	±1	±1
Рабочая температура, °С	от минус 45 до плюс 50	от минус 40 до плюс 200
Время наработки на отказ, ч	50000	100000
Цена, руб.	102500	108000

Вбираем ДРГ.М-160 (рисунок 5), хоть он и дороже, но время наработки на отказ в два раза больше чем у DYMETIC-1223M-T.



Рисунок 5 – Внешний вид ДРГ.М

3.4 Выбор расходомера нефти

Для измерения расхода нефти нам потребуется расходомер нефти. Ниже представлена таблица 4 сравнение для выбора расходомера нефти Proline Promass F 300 [13] или Micro Motion F300 [14].

Таблица 4 – Сравнение для выбора расходомера нефти

Критерии выбора	Proline Promass F 300	Micro Motion F300
Пропускная способность, м ³ /ч	300	300
Выходной сигнал	RS-485	RS-485
Основная приведенная погрешность, %	±0,05	±0,10
Рабочая температура, °С	от минус 40 до плюс 60	от минус 40 до плюс 60
Время наработки на отказ, ч	250000	200000
Цена, руб.	150000	600000

Выбираем Proline Promass F 300 (рисунок 6), так как он дешевле, точнее и надежнее.



Рисунок 6 – Внешний вид Proline Promass F300

3.5 Выбор газосигнализатора

В таблице 5 приведено сравнение двух сигнализаторов газа ГСМ-05 [15] и СТМ-10 [16].

Таблица 5 – Сравнение сигнализаторов газа

Критерии выбора	ГСМ-05	СТМ-10
Выходной сигнал, мА	от 4 до 20	от 4 до 20
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности, % НКПР (нижний концентрационный предел)	±5	±5
Рабочая температура, °С	от 0 до плюс 50	от 0 до плюс 50
Время наработки на отказ, ч	30000	15000
Цена, руб.	49000	58000

Выбор делаем в пользу ГСМ-05 (рисунок 7), так как он по сравнению с СТМ-10 дешевле и имеет время наработки на отказ больше.



Рисунок 7 – Внешний вид ГСМ-05

3.6 Выбор влагомера

Ниже представлена таблица 6 сравнение для выбора влагомера ВОЕЧН [17] или ВСН-2 [18].

Таблица 6 – Сравнение для выбора влагомера

Критерии выбора	ВОЕЧН	ВСН-2
Диапазон измерений, %	от 0,1 до 99,9	от 0,1 до 99,9
Выходной сигнал	RS-485	от 4 до 20 мА
Основная приведенная погрешность, %	±1,5	±0,8
Рабочая температура, °С	от минус 40 до плюс 50	от минус 10 до плюс 40
Время наработки на отказ, ч	15000	20000
Цена, руб.	300000	250000

Из представленных влагомеров был выбран ВСН-2 (рисунок 8), так как обладает меньшей стоимостью и больше времени наработки на отказ.



Рисунок 8 – Внешний вид ВСН-2

3.7 Выбор датчика гидростатического давления

Датчик гидростатического давления служит уровнем жидкости для подачи сигнала о достижения определенного уровня жидкости в сепараторе. Ниже представлена таблица 7 сравнение для выбора датчика гидростатического давления Метран-150L [19] или EJX210A [20].

Таблица 7 – Сравнение для выбора датчика гидростатического давления

Критерии выбора	Метран-150L	EJX210A
Диапазон измерений, кР	от 0,63 до 63	от минус 100 до плюс 100
Выходной сигнал, мА	от 4 до 20	от 4 до 20
Основная приведенная погрешность, %	±0,075	±0,075
Рабочая температура, °С	от минус 40 до плюс 80	от минус 30 до плюс 80
Время наработки на отказ, ч	150000	135000
Цена, руб.	29000	44500

Опираясь на выше представленную таблицу делаем выбор в пользу Метрана-150L (рисунок 9) так как у данного датчика больше наработки на отказ и дешевле.



Рисунок 9 – Внешний вид Метран-150L

3.8 Выбор контроллера

Ниже представлена таблица 8 сравнение для выбора ПЛК DL205 [21] или SCADAPack 32 [22].

Таблица 8 – Сравнение для выбора ПЛК

Критерии выбора	DL205	SCADAPack 32
Рабочая температура, °С	от минус 40 до плюс 85	от минус 40 до плюс 70
Среда разработки	Direct soft	TelePACE Studio, ISaGRAF, SCADAlog
Напряжение питания, В	от 18 до 24	от 11 до 30
Интерфейсы	RS-485 RS-232 Ethernet USB	RS-485 RS-232 Ethernet USB
Время одного цикла, мс	1	1
Количество входов/выходов	8 DI 4 DO 12 AI 2 AO	16 DI 12 DO 8 AI 2 AO
Среднее время наработки наотказ, ч	100000	больше 175200
Стоимость, руб.	300000	278000

Из приведенных контроллеров наиболее подходящим является SCADAPack 32 (рисунок 10) Данный контроллер стоит дешевле и время на отказ значительно выше.



Рисунок 10 – Внешний вид SCADAPack 32

Для отображения технологических параметров и управления ТП, будем использовать панель операторов ОВЕН СП307-Б [23].

3.9 Выбор исполнительного устройства

В качестве исполнительного механизма будет выступать клапан электромагнитный установленный на газовой и жидкостной линиях.

Ниже представлена таблица 9 сравнения для выбора исполнительного устройства КЭО 50/40/822/132 С ЭВ 11/АС/230/22 [24] или СЕНС-ПР DN (50) PN (40) [25].

Таблица 9 – Сравнение исполнительных устройств

Критерии выбора	КЭО 50/40/822/132 С ЭВ 11/АС/230/22	СЕНС-ПР DN (50) PN (40)
Тип присоединения	специальное фланцевое	специальное фланцевое
Клапан работоспособен при абсолютном давлении в трубопроводе, МПа	От 0 до 4	От 0 до 4
Вид действия	Нормально открытый	Нормально открытый
Герметичность по ГОСТ 9544	Класс А	ГОСТ Р 54808 класс А
Диапазон температур рабочей среды, °С	От плюс 5 до плюс 85	от минус 50 до плюс 80
Напряжение питания	~ 220 В, 50 Гц	~ 220 В, 50 Гц
Номинальная мощность (не более), Вт: В режиме форсирования	200	200
В режиме удержания	40	5
Срок службы, лет	45	40
Цена, руб.	72000	85000

Из представленных электроклапанов был выбран КЭО 50/40/822/132 С ЭВ 11/АС/230/22 (рисунок 11), так как обладает меньшей стоимостью и больше времени наработки на отказ.



Рисунок 11 – Внешний вид КЭО 50/40/822/132 С ЭВ 11/АС/230/22

4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является одним из основных документов, имеющие главное значение, так как ФСА разъясняет процессы, происходящие в установке, средствами автоматизации и приборами технологического процесса.

Функциональная схема АГЗУ (Приложение Б) была создана согласно ГОСТ 21.208-2013 [26].

5 Схема внешних проводок

В Приложении В приведена схема внешних проводок. В схеме используются следующие марки кабеля:

- кабель КВВГЭнг 4х1 для подключения датчиков давления, преобразователей температуры, влагомера;
- кабель КВВГЭнг 7х1 для подключения ДРГ.М и гасосигнализатора;
- кабель КМВЭВ-3 2х2х0,75 для подключения расходомера жидкости;
- кабель ВВГнг 4х1,5 для подключения исполнительных механизмов.

6 Разработка программного, информационного и алгоритмического обеспечения

6.1 Разработка алгоритмов логического управления

Для АГЗУ был создан алгоритм, по которому осуществляется замер дебита скважины, а также отражены некоторые неисправности, при которых дальнейший замер невозможен. Для создания данного алгоритма будем использовать ГОСТ 19.701-90 [27].

Блок схема алгоритма представлена в приложении Г.

6.2 Настройка контура непрерывного регулирования

В данном разделе представлена разработка и настройка одного контура регулирования уровня в сепараторе.

Разработанная система автоматического регулирования основана на методе регулирования расхода газожидкостной смеси в трубопроводе с помощью регулирующего органа (метод дросселирования).

На рисунке 12 приведена функциональная схема САР уровня нефти в сепараторе где:

- клапан (исполнительное устройство);
- перемещение клапана ($\mu(t)$);
- расход вытекаемой нефти из сепаратора ($q(t)$);
- приток нефти ($p(t)$);
- сепаратор (объект управления);
- возмущение ($f(t)$);
- уровень жидкости в сепараторе ($h(t)$);
- цепь обратной связи включает себя датчик уровня, который передает показания на ПЛК;

– управляющее воздействие ($u(t)$).

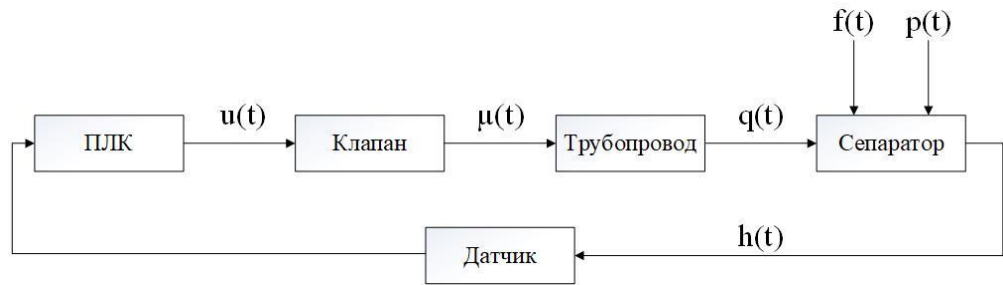


Рисунок 12 – Функциональная схема САР

Для моделирования в среде MatLab Simulink [28] нам потребуются исходные данные, представленные в таблице 10.

Таблица 10 – Исходные данные

$K_{\text{п}}$	F_{out}	F_{in}	$S_{\text{п. сеч.}}, \text{M}^2$
1,5625	0,035	0,7	1,989

Коэффициент $k_{\text{п}}$ найдем как отношение диапазона тока к диапазону хода плунжера клапана: $k_{\text{п}} = 25/(20-4) = 1,5625$.

Для простоты расчетов условимся, что сепаратор имеет форму идеального цилиндра. Для нахождения площади поперечного сечения примем радиус сепарационной емкости $R=0,4$ м. Площадь поперечного сечения рассчитаем по формуле:

$$S_{\text{п.сеч}} = \pi * R^2 \quad (1)$$

На рисунке 13 представлена собранная модель в MatLab Simulink

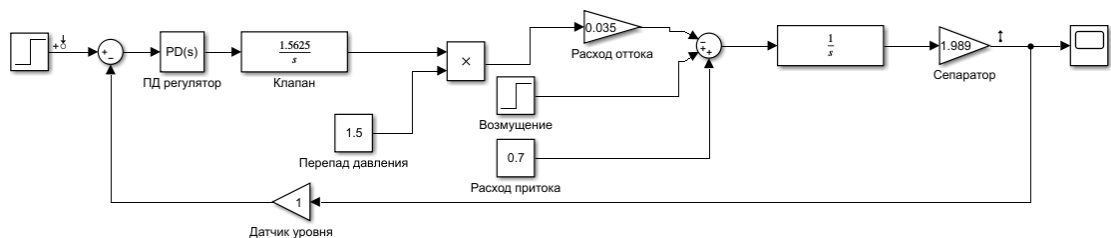


Рисунок 13 – Собранная модель в MatLab Simulink

Из рисунка 14 наглядно видим, что данная система устойчива, время переходного процесса равно 12 сек., а перерегулирование составляет 12,5 %.

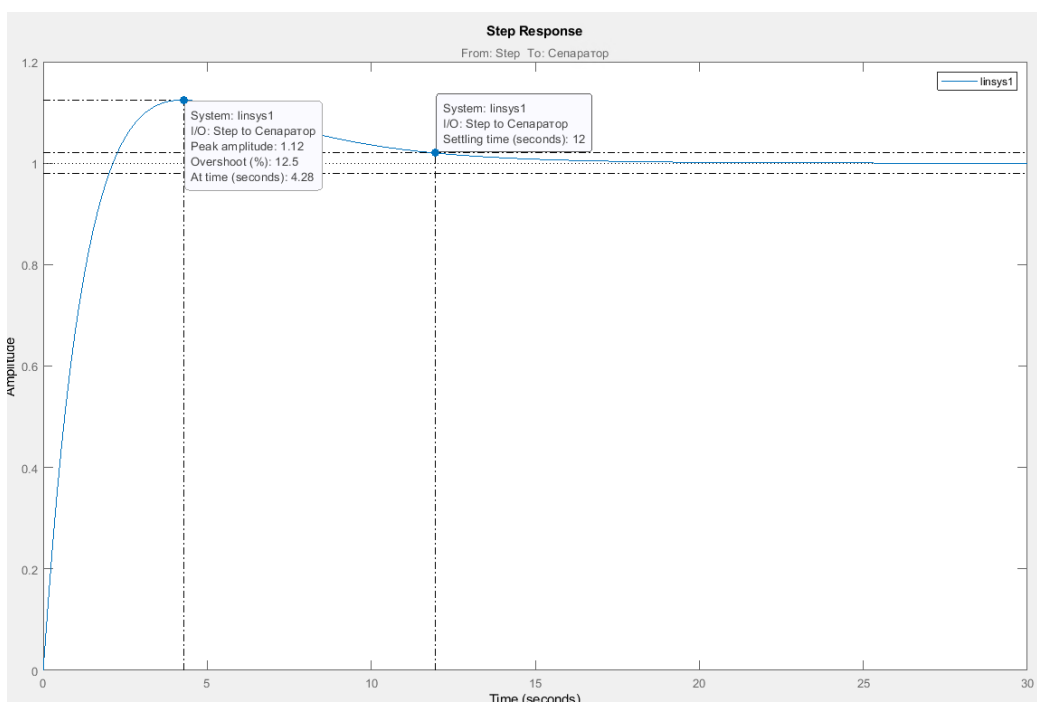


Рисунок 14 – Переходная характеристика

6.3 Разработка человека-машинного интерфейса технологического уровня

Мнемосхема (рисунок 15) была разработана в среде CoDeSyS 2.3 [29] на языке SFC. Были использованы следующие блоки:

- входные и выходные блоки;
- блок TON - таймер задержки включения;
- блок TP - таймер работы;
- блок STU - инкрементный счетчик;
- блок STUD - инкрементный / декрементный счетчик;
- блок GT- сравнение сигналов.

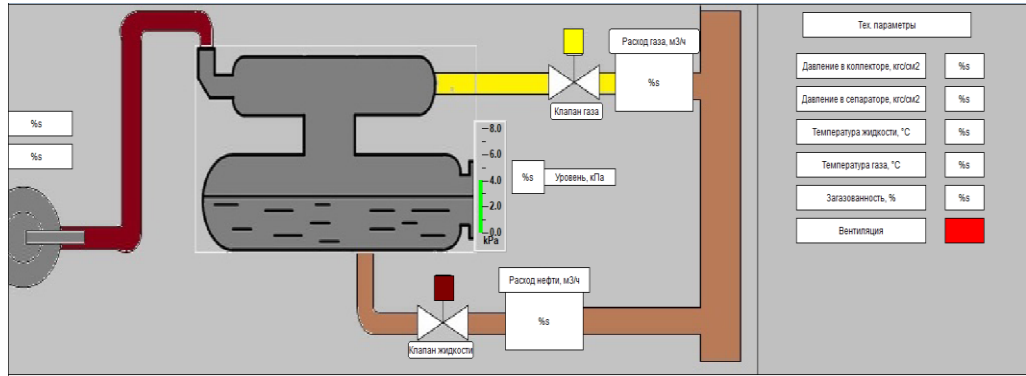


Рисунок 15 – Мнемосхема ГЗУ

На рисунке 16 представлен процесс наполнения сепаратора

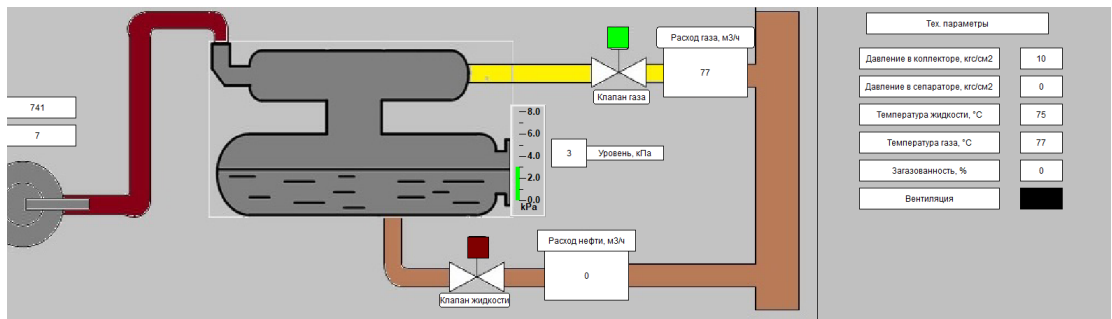


Рисунок 16 – Процесс наполнения сепаратора

Из рисунка 16 видно, что при наполнении сепаратора клапан газа в открытом состоянии и идет расход газа. Уровень сепаратора при этом наполняется.

На рисунке 17 представлен процесс опустошения сепаратора.

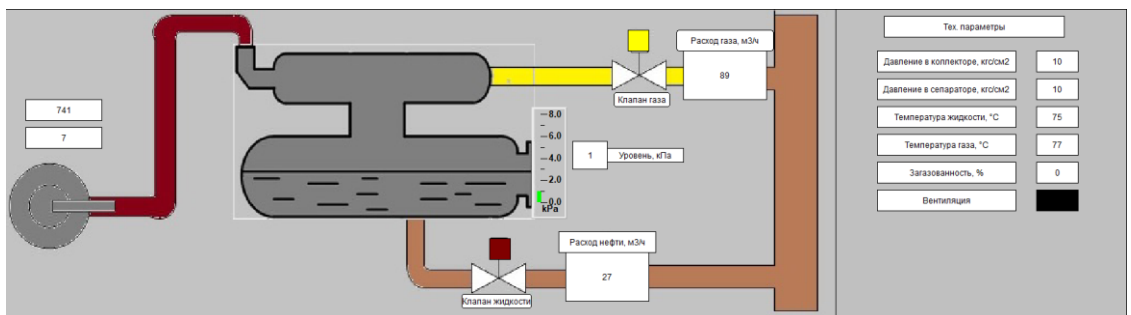


Рисунок 17 – Процесс опустошения сепаратора

На рисунке 18 представлен процесс включения вентиляции при достижении порога при загазованности.

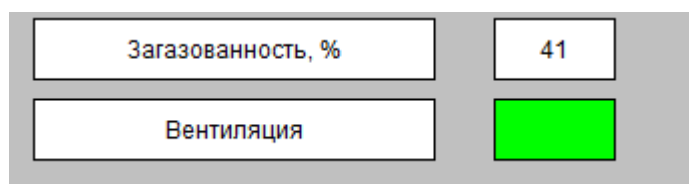


Рисунок 18 – Процесс включения вентиляции при достижении порога при загазованности

Вывод по разделу

В данном разделе выпускной квалификационной работы было подробно описан технологический процесс автоматизированной системы групповой замерной установки.

Выбраны датчики, осуществляющие сбор данных на установке. Выбран датчик давления, расхода жидкости и газа, газосигнализатор, датчик гидростатического давления, влагомер.

Была разработана функциональная схема автоматизации и структурная схема, а также схема внешних проводок и блок-схема. Разработанные схемы позволили определить состав и количество оборудования, необходимого для исполнения данной установки, каналы передачи данных и сигналов, наглядно отображено подключение используемого оборудования, а также изображен алгоритм работы АГЗУ.

Для непрерывной работы технологического процесса была смоделирована САР в MatLab Simulink.

Разработаны экранные формы в среде CoDeSyS 2.3 на языке CFC предназначенные для осуществления контроля и оперативного реагирования на изменения технологического процесса ГЗУ.

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Основной задачей данного раздела является оценка потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения модернизации АГЗУ, предлагаемого в рамках НИ.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- расчет инновационного потенциала по технологии QuaD;
- планирование научно-исследовательской работы;
- расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

7.2 Технология QuaD

Анализ конкурирующих разработок помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов [30].

АГЗУ с помощью, которой производится непрерывный замер дебита нефтяных скважин соответствует таким критериям, как:

- точность, т.е. установка обладает высокими метрологическими характеристиками;
- надежность, способность оборудования выполнять требуемые функции в заданных условиях и иметь долгий срок службы;

- самодиагностика, т.е. своевременное обнаружение неисправностей, что позволит оперативно устранить их обслуживающим персоналом тем самым предотвратить серьезные аварии;
- безопасность, установка обладает противоаварийными защитами;
- простота эксплуатации, обученному персоналу не составит труда работать с установкой;
- энергоэффективность, достигается это на примере отопления ТБ и БА происходит это за счёт установки терморегулятора, следовательно, отопление работает в определенном температурном диапазоне;
- ремонтпригодность, возможность замена или ремонта датчика, или оборудования;
- экологичность, отсутствие вреда окружающей среде при нормальной работе объекта.

Критерии оценки АГЗУ указаны в таблице 11.

Таблица 11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение 3/4	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
Точность	0,2	100	100	1	20
Надежность	0,2	100	100	1	20
Самодиагностика	0,05	80	100	0,8	4
Безопасность	0,2	100	100	1	20
Простота эксплуатации	0,05	80	100	0,8	4
Энергоэффективность	0,1	90	100	0,9	9
Ремонтпригодность	0,1	90	100	0,9	9
Экологичность	0,1	90	100	0,9	9
Итого	1	730	800	7,3	95

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1. Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле 2:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (2)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам проведенного анализа видим, что разрабатываемая методика имеет высокие шансы занимать лидирующие позиции на рынке автоматизированных систем групповой замерной установки.

7.3 Структура работ в рамках научного исследования

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ. В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ и определяются их исполнители.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
1.	Выбор темы ВКР	Инженер
2.	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
3.	Разработка ТЗ	Научный руководитель, инженер
4.	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, инженер
5.	Анализ отобранного материала	Научный руководитель, инженер
6.	Разработка технической документации	Инженер
7.	Описание технологического процесса	Инженер
8.	Выбор технических средств	Инженер
9.	Разработка программного, информационного и алгоритмического обеспечения	Инженер
10.	Написание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Инженер
11.	Написание раздела «Социальная ответственность»	Инженер
12.	Проверка работы с руководителем	Научный руководитель, инженер
13.	Составление пояснительной записки	Инженер
14.	Подготовка презентации дипломного проекта	Инженер

7.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

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

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

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

$t_{\max i}$ – 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4)$$

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

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

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

7.5 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта является наиболее удобным и наглядным способом представления графика проведения работ.

Диаграмма Ганта представляет собой отрезки, размещенные на горизонтальной шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельной задаче или подзадаче. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи [31].

Для построения графика Ганта, следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой, для каждого исполнителя расчеты производятся индивидуально:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все значения, полученные при расчетах по вышеприведенным формулам, были сведены в таблице 13.

Таблица 13 – Временные показатели проведенного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожж}$, чел-дни					
	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР
Выбор темы ВКР	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
Подбор и изучение материалов по теме	4	-	7	-	5,2	-	5,2	-	7,6	-
Разработка ТЗ	5	2	7	4	5,8	2,8	2,9	1,4	4,3	2,1
Календарное планирование работ по теме	2	1	3	2	2,4	1,4	1,2	0,7	1,8	1
Анализ отобранного материала	5	1	7	2	5,8	1,4	2,9	0,7	4,3	1
Разработка технической документации	5	-	7	-	5,8	-	5,8	-	8,5	-
Описание технологического процесса	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2,1	-
Выбор технических средств	3	-	7	-	4,6	-	4,6	-	6,8	-
Разработка программного, информационного и алгоритмического обеспечения	7	-	10	-	8,2	-	8,2	-	12,1	-

Продолжение таблицы 13

Написание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	5	-	7	-	5,8	-	5,8	-	8,5	-
Написание раздела «Социальная ответственность»	5	-	7	-	5,8	-	5,8	-	8,5	-
Проверка работы с руководителем	3	3	5	5	3,8	3,8	1,9	1,9	2,8	2,8
Составление пояснительной записки	10	-	15	-	12	-	12	-	17,6	-
Подготовка презентации дипломного проекта	5	-	6	-	5,4	-	5,4	-	7,9	-

На основе таблицы 13 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта и представлен на рисунке 19 с разбивкой по месяцам и неделям за период времени дипломирования.

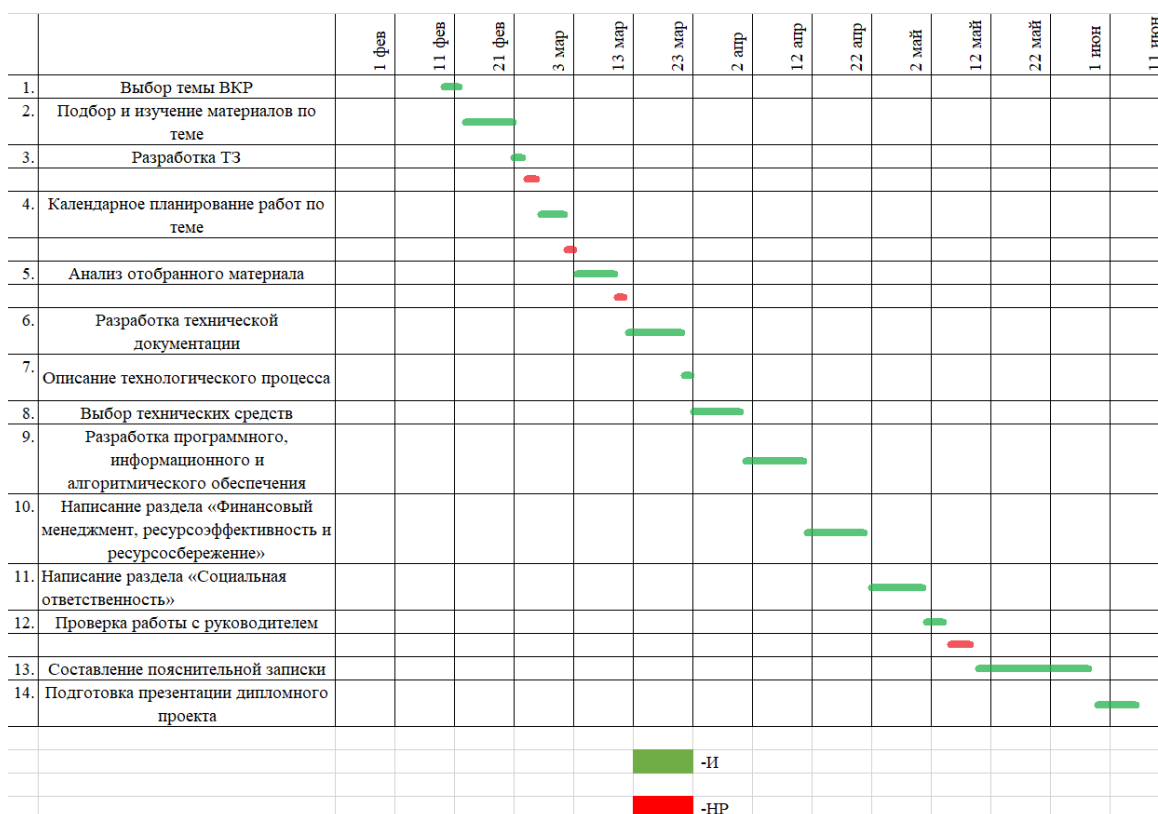


Рисунок 19 – Календарный план-график

7.6 Расчет материальных затрат НТИ

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (7)$$

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

$N_{расxi}$ – 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.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	пачка	1	479	479
Печать на листе А4	шт.	200	4	800
Карандаш	шт.	1	20	20
Ластик	шт.	1	15	15
МФУ	шт.	1	6000	6000
Итого			7314	

Допустим, что коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы составляет 15 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом коэффициента равны:

$$Z_m = 1,15 \cdot 7314 = 8411,1 \text{ руб.}$$

7.6.1 Расчет амортизации оборудования

В данном разделе приведем затраты на оборудование для проведения НТИ. Основным оборудованием будет являться ноутбук. На выполнение исследования дается 4 месяцев.

Норма амортизации рассчитывается следующим образом:

$$N = \frac{1}{\text{СПИ}} * 100\%, \quad (8)$$

где СПИ – срок полезного использования (для офисной техники 2-3 года).

Принимаем срок полезного использования ноутбука равным 3 года.

В таблице 15 приведем расчет амортизационных отчислений.

Таблица 15 – Расчет амортизационных отчислений

	Стоимость, руб.	СПИ, лет	Норма амортизации, %	Годовая амортизация, руб.	Ежемесячная амортизация, руб.	Итоговая амортизация, руб.
Ноутбук	40000	3	33,3	13200	1100	4400

7.6.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, в его роли выступает исполнитель проекта, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 17.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (9)$$

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

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

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, студента) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (10)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 13);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (11)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

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.

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	66	118
Потери рабочего времени на отпуск	56	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{окл}} \cdot k_p, \quad (12)$$

где $Z_{\text{окл}}$ – оклад, руб.;

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

Научный руководитель имеет должность старший преподаватель, оклад на весну 2022 год составил 27152,1 руб.

Оклад инженера на весну 2022 года составил 22031,5 руб.

Таблица 17 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	k_T	$Z_{окл},$ руб.	k_p	$Z_M,$ руб	$Z_{дн},$ руб.	$T_p,$ раб. дн.	$Z_{осн},$ руб.
Научный руководитель	–	–	27152,1	1,3	35297,73	1510,68	5	7553,4
Инженер	–	–	22031,5		28640,95	1438,47	64	92062,08
Итого $Z_{осн}$								99615,48

7.6.3 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.). Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (13)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования будет равным 0,12).

Дополнительная заработная плата представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	$k_{доп}$	$Z_{осн}$	$Z_{доп}$
Научный руководитель	0,12	7553,4	906,41
Инженер		92062,08	11047,45
Итого			11954,06

7.6.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (14)$$

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

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Научный руководитель	Инженер
Основная заработная плата, руб.	7553,4	92062,08
Дополнительная заработная плата, руб.	906,41	11047,45
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Сумма отчислений	2537,94	30932,86
Итого	33470,8	

7.6.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (15)$$

где k_{np} – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

$$Z_{\text{накл}} = (8411,1 + 4400 + 99615,48 + 11954,06 + 33470,8) * 0,16 \\ = 25256,23 \text{ руб.}$$

7.6.6 Расчёт бюджета НИИ

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ по форме, приведенной в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИИ	8411,1
2. Затраты на амортизацию оборудования	4400
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	99615,48
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11954,06
5. Отчисления во внебюджетные фонды	33470,8
6. Накладные расходы	25256,23
7. Бюджет затрат НИИ	183107,67

7.7 Определение ресурсоэффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (таблица 22). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится

финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (16)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

В качестве вариантов исследования по модернизации АГЗУ выделим трех исполнителей и его стоимость исполнения: 1 – инженер и научный руководитель, где стоимость исполнения равна 175643,24 руб.; 2 – «Озна – Измерительные системы», где стоимость исполнения равна 384222 руб.; 3 – Завод «НГО», где стоимость исполнения равна 248612 руб. Рассчитан интегральный финансовый показатель для каждого метода:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_1}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{175643,24}{384222} = 0,48$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_2}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{384222}{384222} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_3}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{248612}{384222} = 0,65$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Из рассчитанных интегральных финансовых показателей разработки наглядно видно, что исполнение 1 имеет меньшее значение, следовательно, наиболее выгодное.

7.8 Интегральный показатель ресурсоэффективности

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (17)$$

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 (таблица 21).

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Точность	0,2	5	5	4
Надежность	0,2	5	5	5
Самодиагностика	0,05	4	4	5
Безопасность	0,2	5	5	5

Продолжение таблицы 21

Простота эксплуатации	0,05	5	4	4
Энегоэффективность	0,1	5	5	4
Ремонтопригодность	0,1	5	4	4
Экологичность	0,1	5	5	5
Итого	1	39	37	36

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,2 * 5 + 0,2 * 5 + 0,05 * 4 + 0,2 * 5 + 0,05 * 5 + 0,1 * 5 + 0,1 * 5 + 0,1 * 5 = 4,95$$

$$I_{p2} = 0,2 * 5 + 0,2 * 5 + 0,05 * 4 + 0,2 * 5 + 0,05 * 4 + 0,1 * 5 + 0,1 * 4 + 0,1 * 5 = 4,8$$

$$I_{p2} = 0,2 * 4 + 0,2 * 5 + 0,05 * 5 + 0,2 * 5 + 0,05 * 4 + 0,1 * 4 + 0,1 * 4 + 0,1 * 5 = 4,55$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр}}, \quad (18)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблицу 22) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных [33]. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (19)$$

Таблица 22 – Эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,48	1	0,65
2	Интегральный показатель ресурсоэффективной разработки	4,95	4,8	4,55

Продолжение таблицы 22

3	Интегральный показатель эффективности	10,31	4,8	7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,46	0,69

Вывод по разделу

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

– при проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 94 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 7;

– составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 183107,67 руб.;

По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

– значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,48, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами;

– значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,95, по сравнению с 4,8 и 4,55;

значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 10,31, по сравнению с 4,8 и 7, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

8 Социальная ответственность

Объектом исследования является автоматизированная групповая замерная установка блочного типа, которая состоит из блока автоматики и технологического блока. Данная установка применяется в нефтедобыче и служит для измерения дебита добываемого продукта. Рабочей зоной является производственное помещение (БА и ТБ) в которых размещено: шкаф автоматики, оборудование КИПиА, сепаратор. Рабочими процессами являются: контроль работоспособности оборудования КИПиА, наблюдение за технологическим процессом, обнаружение и устранение неисправности.

В данном разделе целью является решить перечень следующих вопросов:

- правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации;
- производственная безопасность при эксплуатации;
- экологическая безопасность при эксплуатации;
- безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации

8.1.1 Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Персонал, обслуживающий АГЗУ должен быть трудоустроен и заключить трудовой договор с работодателем согласно с трудовым кодексом Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.03.2022), где отражены основные пункты: предмет договора, обязанности сторон, права сторон, режим труда и отдыха, оплата труда и материальное стимулирование,

гарантии и компенсации, ответственность, прекращение действия договора, заключительные положения, подписи и реквизиты сторон [33].

К самостоятельной работе на исследуемом объекте допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, вводный инструктаж, первичный инструктаж, обучение и стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда, имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

Ниже представлены инструкции, с которыми работник ознакомливается под роспись и обязан их знать:

- инструкция по охране труда при эксплуатации и при работе в электроустановках до 1000В с 3 группой допуска ИОТВ №76-19 [34];
- инструкция по охране труда по применению и содержанию средств защиты в используемых электроустановках ПЗ-05 И-101725 ЮЛ-769.06 [35];
- инструкция по охране труда при работе с ручным слесарным инструментом ИОТВ №55-19 [36];
- инструкция по охране труда при выполнении работ по прокладке кабельных линий ИОТВ №40-19 [37];
- инструкция по охране труда при безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ИОТВ №41-19 [38].

8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя или стоя, или в положениях и сидя, и стоя. При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;

– технологические особенности процесса выполнения работ. Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [39], в положении стоя – ГОСТ 12.2.033-78 [40].

При взаимном расположении элементов рабочего места необходимо учитывать:

- рабочую позу человека-оператора;
- пространство для размещения человека-оператора;
- возможность обзора элементов рабочего места;
- возможность обзора пространства за пределами рабочего места;
- возможность ведения записей, размещения документации и материалов, используемых человеком-оператором.

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать возможность осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования. При этом должны учитываться ограничения, налагаемые спецодеждой и снаряжением человека-оператора.

8.2 Производственная безопасность при эксплуатации

8.2.1 Опасные и вредные факторы

Условия труда, в которых разрабатываются меры по повышению эффективности работы автоматизированной системы групповой замерной установки, в том числе устройства, с помощью которых осуществляется работа АГЗУ, могут спровоцировать появление вредных и опасных производственных факторов.

При выполнении работ на АРМ оператора и установке согласно «ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [41] могут иметь место следующие факторы, представленные в таблице 23.

Таблица 23 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Наличие электростатического поля, чрезмерно отличающегося от поля Земли. Наличие электромагнитных полей промышленных частот (порядка 50-60 Гц);	+	+	+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» [42]. ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность [43].
2. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [44].
3. Зрительное напряжение	+	+	+	ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере [45].
4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	+	+	+	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [46].
5. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [47].

8.2.2 Средства индивидуальной и коллективной защиты

Для защиты работников, эксплуатирующих АГЗУ, от воздействия опасных и вредных производственных факторов предусмотрены следующие средства индивидуальной и коллективной защиты для избегания вреда здоровью:

- отопление, которое устанавливается в БТ и ТБ для нормальной работы оборудования КИПиА и обслуживающего персонала;
- осветительные приборы так же устанавливаются в БА и ТБ;
- устройства дистанционного управления;
- знаки безопасности такие как запрещающие, предписывающие, предупреждающие и т.д.;
- защитные заземления, обеспечивающие защиту оборудования, а также защиту людей от воздействия опасных напряжений и токов, могущих возникнуть при поломках, неправильной эксплуатации техники и при разрядах молний;
- устройства автоматического отключения предназначенное для отключения питания в случае возникновения аварийной ситуации, которая приводит к появлению тока утечки;
- костюм специальный защитный, ботинки, перчатки, каски защитные, очки защитные, противошумные наушники, средства дерматологические (защитные, очистители кожи, репаративные средства).

8.3 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Литосфера. Основное воздействие работы АГЗУ на литосферу происходит от возможного разлива нефтепродукта на почву в случае аварийных ситуаций, таких как повреждения трубопровода, переполнение дренажной ёмкости.

При этом должны соблюдаться требования ГОСТа 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения [48], регулирующих отношение в области охраны земельных ресурсов и недр в соответствии с законами.

При эксплуатации объекта должна вестись работа по предотвращению загрязнения почвы.

Для АГЗУ организована регулярная проверка состояния трубопровода, контроль за герметичностью трубопровода, отслеживать уровень в дренажной ёмкости с помощью сигнализатора уровня и контроля давления в трубопроводе.

Гидросфера. Загрязнение водоемов при разливе нефти нарушает его биологические процессы и вызывает дефицит кислорода, изменяя состав воды. Оседающие на дне масла и мазут дают вторичное загрязнение. Все это приводит к уменьшению популяции рыб, водоплавающих птиц и млекопитающих.

Должны соблюдаться требования ГОСТа 17.1.3.07-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков [49], регулирующих отношения в области охраны водных ресурсов.

Для предотвращения разлива нефти контролируется состояние трубопровода согласно плановых графиков.

Атмосфера. В процессе эксплуатации автоматизированной групповой замерной установки, а именно перекачки нефти и газа, может произойти неконтролируемая утечка газа в атмосферу. Это происходит при повреждении трубопровода и других неисправностей.

Должны соблюдаться требования ГОСТа 17.2.3.01-86 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов [50], регулирующих отношения в области охраны атмосферного воздуха.

В АГЗУ в ТБ устанавливаются датчики загазованности для сигнализации выброса газа в атмосферу, так же контролируется давление в трубопроводе.

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным чрезвычайным ситуациям на данном объекте выделяют природные катастрофы (ураган) геологические воздействия (провалы территории), техногенные аварии (отказ систем безопасности, пожар, превышение давления).

Основными вероятными ЧС, при эксплуатации АГЗУ являются пожар и взрыв.

Возникновение пожара в технологических помещениях, где установлено дорогостоящее оборудование, приводит к большим материальным потерям и угрозе жизни человека.

Основные причины возникновения возгораний:

- нарушение правил эксплуатации электрического оборудования, эксплуатация его в неисправном состоянии;
- перегрузка электрических сетей;
- применение неисправных электроприборов, электропроводки и устройств, дающих искрение, замыкание и т. п.;
- курение в неустановленных местах.

В связи с тем, что установка групповой замерной установки, является взрывоопасной, то необходимо рассмотреть взрывобезопасность. Взрывоопасными являются сепараторы, отстойники и трубопроводы, перекачивающие газ, места соединений с исполнительными механизмами.

Пожарную безопасность в соответствии с ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [51]. можно обеспечить мерами пожарной профилактики, а также активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает в себя комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий.

Для исключения возникновения пожара необходимо:

- вовремя выявлять и устранять неисправности;

- не использовать открытые обогревательные приборы;
- определить порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначить ответственного за их проведения.

При возникновении пожара необходимо отключить сеть питания, вызвать пожарную команду, произвести эвакуацию и приступить к ликвидации пожара первичными средствами пожаротушения.

Для предупреждения пожара в АГЗУ установлена пожарная сигнализация, а для тушения пожаров в помещении необходимо установить углекислотный огнетушитель типа ОУ-5.

Для предотвращения образования взрывоопасной среды и обеспечение в воздухе производственных помещений содержания взрывоопасных веществ применяется герметичное производственное оборудование, вмонтированы системы рабочей и аварийной вентиляции, а также установлены датчики загазованности, для контроля состава воздушной среды.

В случае возникновения ЧС надеть СИЗ – респираторы, противогазы. Отключить источники тока, включить в ручном или автоматическом режиме принудительную вентиляцию покинуть АГЗУ и кустовую площадку согласно плану эвакуации (рисунок 20).

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ

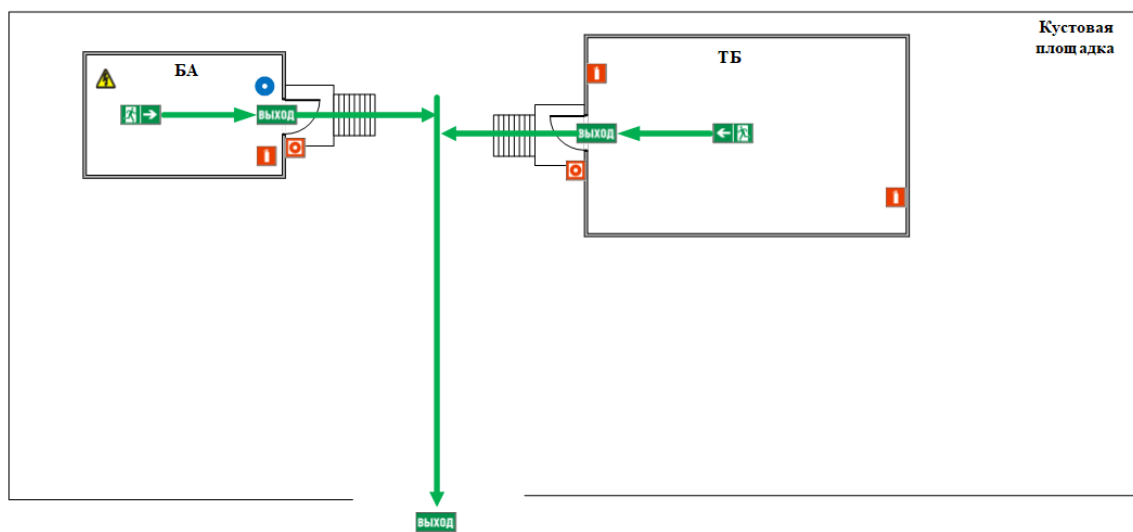


Рисунок 20 – План эвакуации

Вывод по разделу

В данном разделе выпускной квалификационной работы были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации АГЗУ.

В разделе производственной безопасности рассмотрели какие вредные и опасные факторы влияют на рабочего и какие средства применяются по коллективной и индивидуальной защите.

Описано воздействие АГЗУ на литосферу, гидросферу и атмосферу причины возникновения, их предупреждения и предотвращения.

Подробно рассмотрены ЧС – пожаробезопасность и взрывобезопасность. Описаны потенциальные источники возгорания и взрыва, а также меры безопасности.

Автоматизированная система обеспечивает более безопасный и надежный режим работы. У сотрудников, обслуживающих данную установку отсутствует необходимость постоянного пребывания в периметре автоматизированной групповой замерной установки благодаря дистанционного управления и мониторинга показаний. Тем самым снижается вероятность воздействия чрезвычайной ситуации на работника.

Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы проведена модернизация автоматизированной системы групповой замерной установки.

В основном разделе выпускной квалификационной работы описан технологический процесс автоматизированной системы групповой замерной установки.

Выбраны датчики, осуществляющие сбор данных на установке. Выбран датчик давления Метран-150, расходомера жидкости Proline Promass F300 и газа ДРГ-М, газосигнализатор ГСМ-05, датчик гидростатического давления Метран-150L, влагомер ВСН-2 и исполнительного механизма КЭО 50/40/822/132 С ЭВ 11/АС/230/22.

Разработана функциональная схема автоматизации и структурная схема, а также схема внешних проводок и блок-схема. Разработанные схемы позволили определить состав и количество оборудования, необходимого для исполнения данной установки, каналы передачи данных и сигналов, наглядно отображено подключение используемого оборудования, а также изображен алгоритм работы АГЗУ.

Для непрерывной работы технологического процесса была смоделирована САР в MatLab Simulink, создана функциональная схема САР и был построен график переходной характеристики из которого видно, что система устойчива, время переходного процесса равно 12 сек., а перерегулирование составляет 12,5 %.

Разработаны экранные формы в среде CoDeSyS 2.3 на языке CFC предназначенные для осуществления контроля и оперативного реагирования на изменения технологического процесса АГЗУ.

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, можно сделать следующие выводы:

- при проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 94 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 7;

- составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 183107,67 руб.;

По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

- значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,48, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами;

- значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,95, по сравнению с 4,8 и 4,55;

значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 10,31, по сравнению с 4,8 и 7, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации АГЗУ.

Рассмотрели какие вредные и опасные факторы влияют на рабочего и какие средства применяются по коллективной и индивидуальной защите.

Описано воздействие АГЗУ на литосферу, гидросферу и атмосферу причины возникновения, их предупреждения и предотвращения.

Подробно рассмотрели ЧС – пожаробезопасность и взрывобезопасность. Описаны потенциальные источники возгорания и взрыва, а также меры безопасности.

Автоматизированная система обеспечивает более безопасный и надежный режим работы. У сотрудников, обслуживающих данную установку отсутствует необходимость постоянного пребывания в периметре автоматизированной групповой замерной установки благодаря дистанционного управления и мониторинга показаний.

Из всего вышесказанного можно утверждать, что такая модернизированная автоматизированная система замерной установки будет востребована на нефтедобывающем производстве.

Список используемых источников

1. Определение автоматизации: сайт. – URL: <http://datasolution.ru/avtomatizatsiya-kak-sredstvo-povysheniya-kachestva-i-bezopasnosti-proizvodstva> (дата обращения 07.05.2022). – Текст: электронный.
2. Определение и назначение АГЗУ: сайт. – URL: <https://se-prom.ru/equipment/neftyanoe-i-neftegazovoe-oborudovanie/avtomaticheskaya-grupovaya-zamernaya-ustanovka-agzu/> (дата обращения 07.05.2022). – Текст: электронный.
3. Обратные клапана: сайт. – URL: <https://rengm.ru/rengm/ustroystvo-i-princip-deystviya-agzu-sputnik.html> (дата обращения 07.05.2022). – Текст: электронный.
4. ПСМ: сайт. – Режим доступа – URL: <https://samaraburenje.ru/raznoe/mnogohodovoj-pereklyuchatel-skvazhin.html> (дата обращения 07.05.2022). – Текст: электронный.
5. Гидропривод: сайт. – URL: <https://pribory-rossii.ru/catalog/uzlyi-k-agzu-sputnik/gp-1m-privod-gidravlicheskiy> (дата обращения 07.05.2022). – Текст: электронный.
6. СППК: сайт. – URL: <https://ozngo.ru/tpa/predohranitelnyy-klapan-sppk-tipu-i-sfera-primeneniya.html> (дата обращения 07.05.2022). – Текст: электронный.
7. Датчики давления Метран-150. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <http://www.logika-consortium.ru/wp-content/uploads/2016/07/Rukovodstvo-po-ekspluatatsii-1.pdf> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
8. Датчики давления Rosemaunt 3051. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://www.elec.ru/viewer?url=/files/2017/01/31/Rosemount-3051.pdf> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
9. Датчики температуры Rosemaunt 0065. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://mst-org.ru/wp-content/uploads/2017/12/Rosemount-0065.pdf> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.

10. Датчики температуры Метран 280. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://mst-org.ru/wp-content/uploads/2017/12/Rosemount-0065.pdf> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
11. DYMETIC-1223М-Т. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: https://dymetic.nt-rt.ru/images/manuals/1223_m_t_re.pdf (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
12. Датчики расхода газа ДРГ М.160. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: https://sibneft.nt-rt.ru/images/manuals/158_drg.pdf (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
13. Расходомер Proline Promass F 300. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: https://saluteh.ru/wa-data/public/shop/products/63/70/77063/attachments/BA01485DRU_0116.pdf (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
14. Расходомер Micro Motion F300. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://micromotion.nt-rt.ru/images/manuals/ps-00873.pdf> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
15. GSM-05. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://gazoanalizators.ru/upload/iblock/be5/dy9c06m7oyje0m5ky196e9swqg24c1t0/gsm-05-re.pdf> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
16. СТМ-10. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://www.gazanalizator.ru/files/stm-10-rpe.pdf> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
17. ВОЕЧН. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://bozna.nt-rt.ru/images/manuals/k5-2.pdf> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
18. Влагомер ВСН-2. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://nsp-sar.ru/production/vlagomery-syroj-nefti-vsn-2/vsn-2-50-i-bch-2-80-pryamotochnaya-konfiguraciya-pip/> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.
19. Метран-150L. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL:

<https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-150l-ru-ru> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.

20. EJX210A. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://yw.nt-rt.ru/images/manuals/EJX210A.pdf> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.

21. ПЛК DL205. Руководство по эксплуатации сайт. – URL: https://www.plcsystems.ru/catalog/DirectLOGIC_2/doc/UM205_RUS.pdf (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.

22. ПЛК SCADAPack 32. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: https://www.plcsystems.ru/catalog/SCADAPack/doc/SCADAPack32_сpec_rus.pdf (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.

23. Сенсорная панель оператора Owen СП307-Б. Руководство по эксплуатации: сайт. – URL: <https://industrialion.ru/56119/> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.

24. КЭО 50/40/822/132 С ЭВ 11/АС/230/22. Технические характеристики: сайт. – URL: <https://solenoid.ru/catalog/diametr-nominalnyu-dn-80-100/keo-50-40-822-132-s-ev-11-ac-230-22/> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.

25. СЕНС-ПР DN (50) PN (40). Технические характеристики: сайт. – URL: <https://www.nppsensord.ru/product/448/specification> (дата обращения 08.05.2022). – Текст: электронный.

26. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах: дата введения 2014-11-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108003> (дата обращения 10.05.2022). Текст: электронный.

27. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем: дата введения 1992-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9041994> (дата обращения 15.05.2022). Текст:

электронный.

28. MatLab Simulink: графическая среда программирования для моделирования и анализа многодоменных динамических систем [для учебных целей] / разработчик «MathWorks». - США: 2020 г. - Электронная программа: электронная.

29. CoDeSyS 2.3: интегрированная среда разработки [для домашнего программирования и учебных целей] / разработчик «3S-Smart Software Solutions GmbH». - Кемптен: 1994 г. - Электронная программа: электронная.

30. Технология QuaD: [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: https://studopedia.ru/11_133776_tehnologiya-QuaD.html (дата обращения 12.04.2022). – Текст: электронный.

31. Диаграмма Ганта: [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://blog.ganttpro.com/ru/diagramma-gantta-gantt-chart/> (дата обращения 14.04.2022). – Текст: электронный.

32. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

33. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (с изменениями на 01.03.2022): дата введения 2022-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения 22.04.2022). – Текст: электронный.

34. Инструкция по охране труда при эксплуатации и при работе в электроустановках до 1000В с 3 группой допуска ИОТВ №76-19. Стрежевой, 2019. – 10 с.

35. Инструкция по охране труда по применению и содержанию средств защиты в используемых электроустановках ПЗ-05 И-101725 ЮЛ-769.06. Красноярск, 2021. – 24 с.

36. Инструкция по охране труда при работе с ручным слесарным инструментом ИОТВ №55-19. Стрежевой, 2019. – 8 с.

37. Инструкция по охране труда при выполнении работ по прокладке кабельных линий ИОТВ №40-19. Стрежевой, 2019. – 6 с.

38. Инструкция по охране труда при безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ИОТВ №41-19. Стрежевой, 2019. – 8 с.

39. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 23.04.2022). Текст: электронный.

40. ГОСТ 12.2.033-78. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005187> (дата обращения 23.04.2022). Текст: электронный.

41. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения 2017-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 23.04.2022). Текст: электронный.

42. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля: дата введения 1986-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200272> (дата обращения 24.04.2022). Текст: электронный.

43. ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность: дата введения 2019-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения 24.04.2022). Текст: электронный.

44. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности: дата введения 2015-11-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 24.04.2022). Текст: электронный.

45. ТООИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере: дата введения 2001-07-01. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=124814> (дата обращения 24.04.2022). Текст: электронный.

46. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95: дата введения 2017-05-08. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 24.04.2022). Текст: электронный.

47. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: дата введения 2021-01-29. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения 24.04.2022). Текст: электронный.

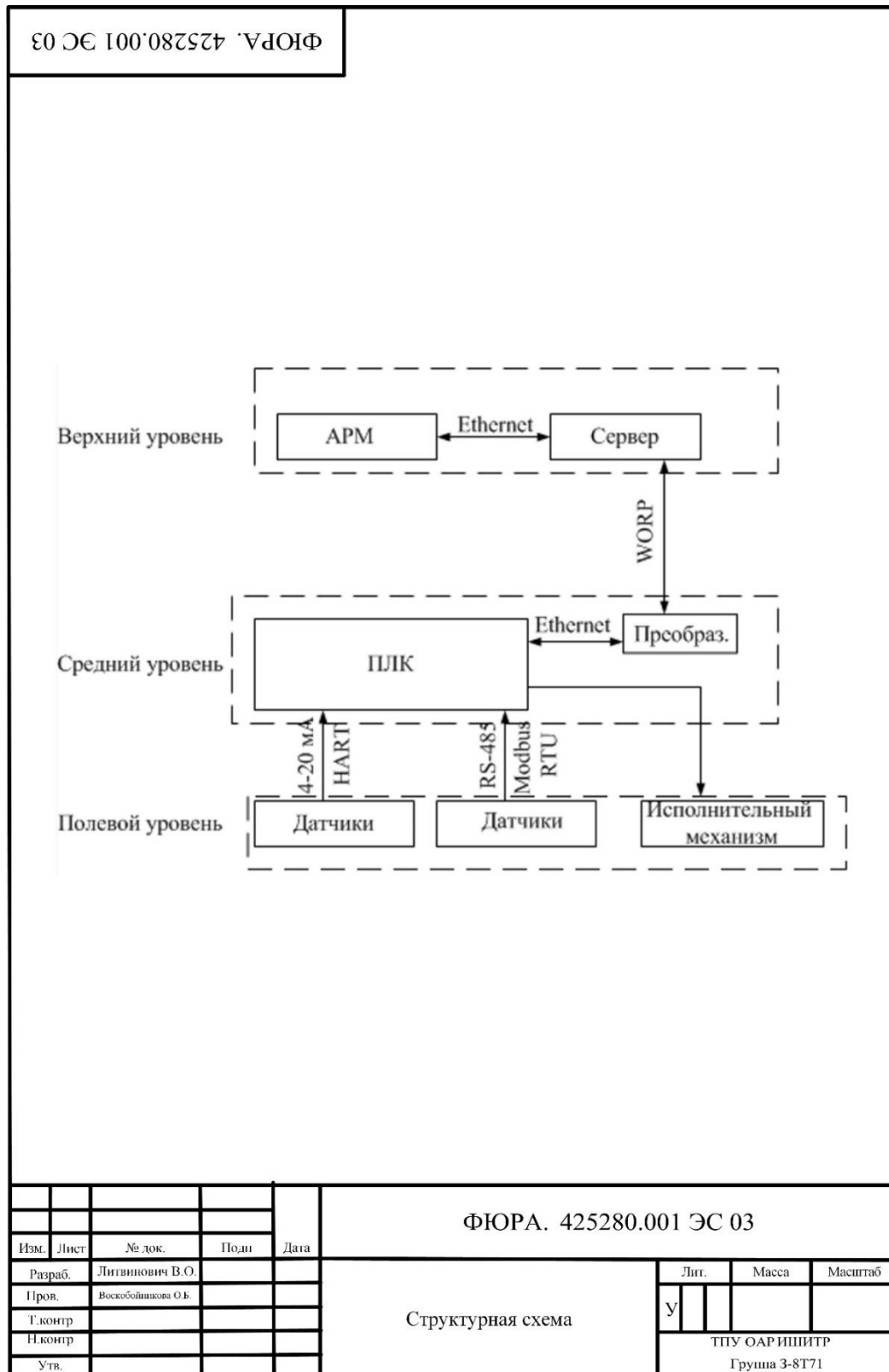
48. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения: дата введения 1986-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200020658> (дата обращения 25.04.2022). Текст: электронный.

49. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков: дата введения 1983-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012472> (дата обращения 25.04.2022). Текст: электронный.

50. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов: дата введения 1987-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012789> (дата обращения 25.04.2022). Текст: электронный.

51. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения 26.04.2022). Текст : электронный.

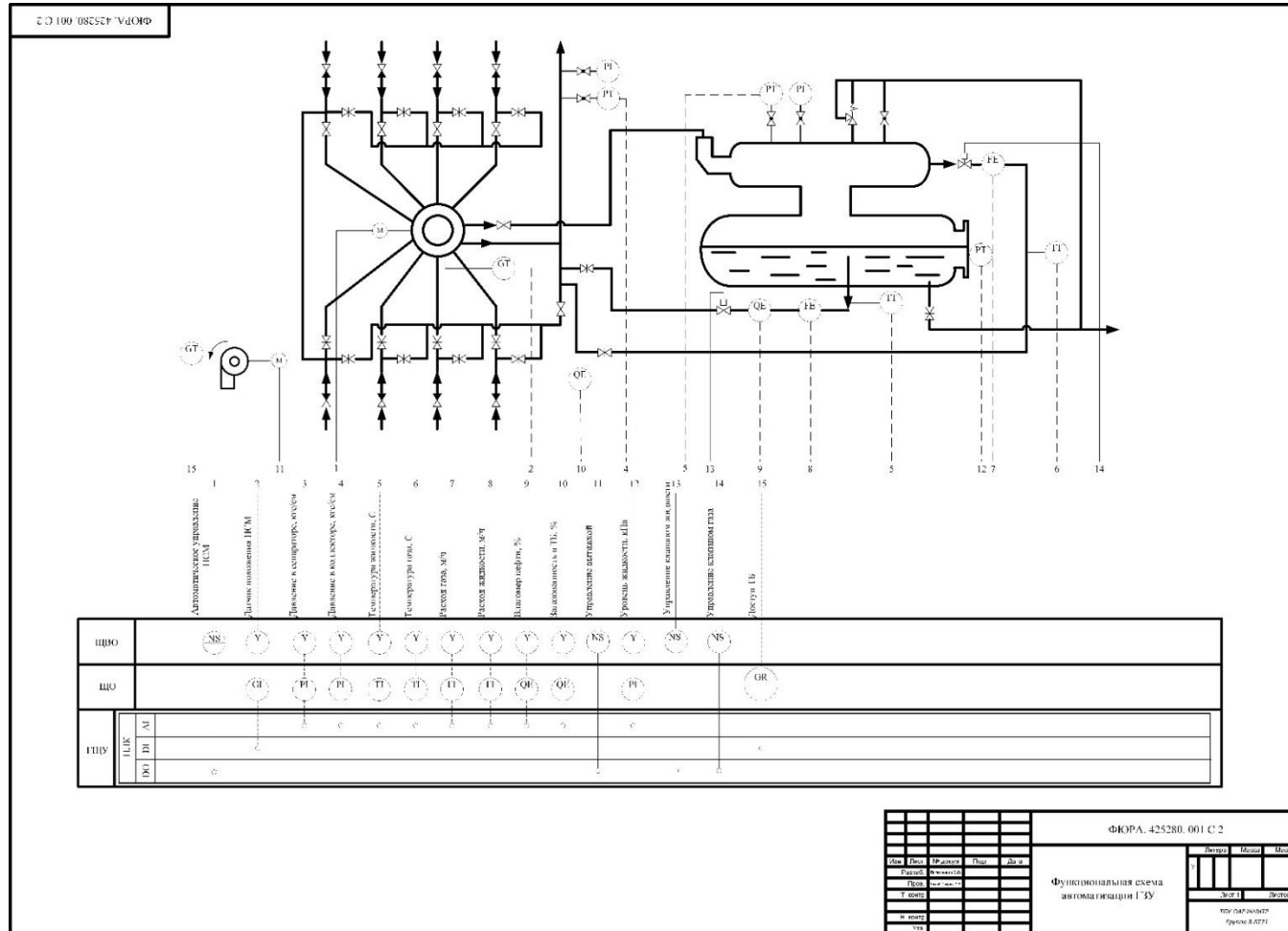
Приложение А
(обязательное)
Структурная схема



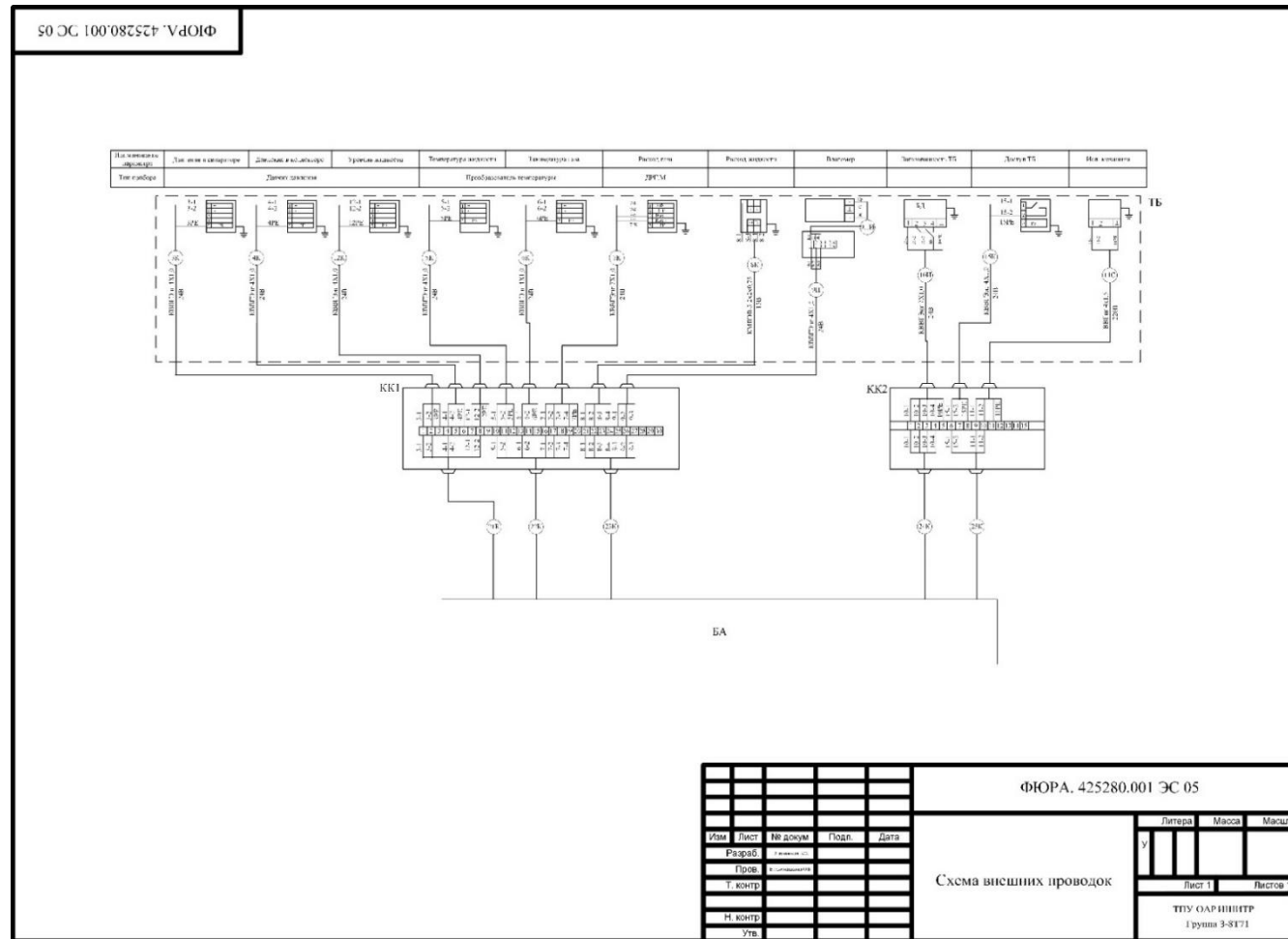
Приложение Б

(обязательное)

Функциональная схема автоматизации



Приложение В (обязательное) Схема внешних проводов



Приложение Г

(обязательное)

Блок-схема алгоритма

