

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
Автоматизация печи подогрева на установке предварительного сброса воды
УДК 004.896:621.783.2:681.586

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Овдиенко Никита Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Семенов Николай Михайлович	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах).
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи.
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.

Код компетенции	Наименование компетенции
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.
ПК(У)-3	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств.
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем.

Код компетенции	Наименование компетенции
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.

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством.
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.

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

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

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

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8А	Овдиенко Никите Александровичу

Тема работы:

Автоматизация печи подогрева на установке предварительного сброса воды	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	16.02.2022 г., приказ 47-14/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.22 г.
--	-------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: автоматизированная система управления печью подогрева на установке предварительного сброса воды. Цель работы: проектирование автоматизированной системы управления печью подогрева на установке предварительного сброса воды. Режим работы: постоянный.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Описание технологического процесса; Разработка структурной схемы АС; Разработка функциональной схемы АС; Обзор выбора КИПиА для управления печью подогрева; Обзор выбора исполнительных механизмов для управления печью подогрева; Создание схемы внешних проводок АС; Моделирование САР температуры выходного продукта печи подогрева; Разработка экранных форм управления печью подогрева.
Перечень графического материала	Трехуровневая структурная схема АС; Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013; Функциональная схема по ANSI/ISA-S 5.1 – 2009; Схема внешних проводок; Экранная форма.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Креницына Зоя Васильевна, доцент ОСГН ШБИП, к.т.н.
Социальная ответственность	Мезенцова Ирина Леонидовна, Ст. преподаватель ООД ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
-	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.02. 2022 г.
---	----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Семенов Николай Михайлович			16.02.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Овдиенко Никита Александрович		16.02.2022 г

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

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

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения _____ весенний семестр 2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06. 2022 г.
--	----------------

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	Семенов Николай Михайлович			16.02. 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		16.02. 2022 г

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Т8А		Овдиенко Никита Александрович	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Автоматизация печи подогрева на установке предварительного сброса воды (УПСВ).	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования: печь подогрева на УПСВ. Область применения: автоматизация в нефтегазовой отрасли. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: программируемый логический контроллер, датчики, регуляторы. Рабочая зона: технологическая площадка печи подогрева, диспетчерская. Размеры помещения: 25x30 м. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Технологический процесс представляет собой подогрев углеводородного сырья в змеевиках печи, путем сжигания попутного и природного газа.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 05.02.2018 N 8-ФЗ. 2. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда". 3. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. 4. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».</p>
<p>2. Производственная при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные факторы: 1. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. Вредные факторы: 1. Повышенный уровень общей вибрации; 2. Повышенный уровень локальной вибрации; 3. Повышенный уровень шума; 4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 5. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: защитные ограждения, использование</p>

	защитных костюмов, тепловая изоляция трубопроводов, виброизолирующие рукавицы, перчатки, респираторы, виброизолирующая обувь, наушники. Расчет: расчет системы искусственного освещения
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на селитебную зону: не происходит Воздействие на литосферу: происходит в результате утилизации твердых бытовых отходов. Воздействие на атмосферу: происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом, Воздействие на гидросферу: разлив нефтепродукта в водоемы.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:	Возможные ЧС на объекте: утечка газа, разлив нефтепродуктов, пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является пожар (возгорание).
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Овдиенко Никита Александрович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8А	Овдиенко Никите Александровичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 32962 руб. Оклад инженера - 19200 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы – 16%. Районный коэффициент – 1,3.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение трудоемкости работ для НТИ, разработка графика проведения НТИ, составление бюджета НТИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт интегрального показателя ресурсной и финансовой эффективности для всех видов исполнения НТИ.

Перечень графического материала:

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		
------------------	-----------------------------	----------------	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Овдиенко Никита Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 83 страницы текста, 26 таблиц, 9 рисунков, 1 список использованных источников из 30 наименований, 5 приложений.

Ключевые слова: печь подогрева, установка предварительного сброса воды, автоматизированная система управления, автоматическое регулирование температуры нефти, ПИД-регулятор, математическая модель.

Объектом исследования является печь подогрева нефти на установке предварительного сброса воды.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления печью подогрева на установке предварительного сброса воды с использованием контроллерного оборудования.

В процессе исследования проводились решения по автоматизации системы управления печью подогрева на установке предварительного сброса воды.

В результате исследования был произведен аналитический обзор аналогов, были подобраны датчики КИПиА и контроллер управления, а также исполнительные элементы, были разработаны структурная и функциональная схема, а также внешних проводок и мнемосхема технологического объекта.

Разработанная система управления может применяться в области нефтегазового дела и внедряться в различные промышленные предприятия, а также позволит оптимизировать технологический процесс подогрева нефти, обеспечить безаварийную работу производства, уменьшить материальные затраты.

Планируется продолжение работы по данной тематике в будущем.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие сокращения:

УПСВ – установка предварительного сброса воды;

ПП – печь подогрева;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

IP – степень защиты;

САР – система автоматического регулирования;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

ФСА – функциональная схема автоматизации;

ПИД – пропорционально-интегрально-дифференциальный;

ИД – измерение дистанционное;

САПР – система автоматизированного проектирования.

Оглавление	
Обозначения и сокращения	14
Введение	18
1 Конструкция печи подогрева нефти.....	19
1.1 Устройство и принцип работы печи	19
1.2 Технические характеристики и конструкция печи подогрева	20
2 Постановка целей на разработку автоматизированной системы управления подогревом нефти	21
2.1. Цели и назначение создания АСУ ТП	21
2.2 Перечень входных и выходных сигналов.....	22
3 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ	24
3.1 Введение	24
3.2 Выбор датчиков давления.....	24
3.3 Выбор термопреобразователей.....	25
3.4 Выбор датчика контроля и индикации пламени и датчика загазованности.....	26
3.5 Выбор датчика расхода газа	27
3.6 Выбор датчика расхода нефти.....	27
3.7 Выбор исполнительного устройства	27
4 Выбор контроллера для управления печью подогрева	29
4.1 Введение	29
4.2 Обоснование выбора программируемого логического контроллера ..	29
5 Разработка системы атомического регулирования переменной объекта управления.....	31
6 Функциональная схема автоматизации печи подогрева	35
7 Схема внешних проводок	36
8 SCADA-экран для диспетчерского управления печью подогрева	37
8.1 Создание SCADA-экрана.....	37
8.2 Описание алгоритмов работы печи	37
9 3D-модель и структурная схема автоматизации печи.....	38
9.1 Создание 3D-модели	38
9.2 Структурная схема автоматизации.....	40
10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .	42

10.1	Потенциальные потребности результатов исследования.....	42
10.2	Анализ конкурентных технических решений.....	43
10.3	SWOT-анализ.....	45
10.4	Планирование научно-исследовательских работ	46
10.4.1	Структура работ в рамках научного исследования	46
10.4.2	Определение трудоёмкости выполнения работ	47
10.4.3	Разработка графика проведения научного исследования	50
10.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	51
10.5.1	Расчет материальных затрат НТИ	51
10.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ... ..	51
10.5.3	Основная заработная плата исполнителей темы	52
10.5.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	54
10.5.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	54
10.5.6	Накладные расходы	55
10.5.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	55
10.5.8	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	56
	Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	59
11	Социальная ответственность	61
11.1	Введение к разделу.....	61
11.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
11.3	Производственная безопасность	63
11.4	Анализ опасных и вредных производственных факторов	64
11.4.1	Повышенный уровень шума	64
11.4.2	Электромагнитное поле промышленной частоты	66
11.4.3	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	66
11.4.4	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.....	67
11.4.5	Повышенный уровень общей вибрации.....	68
11.5	Экологическая безопасность	69

11.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	70
Выводы по разделу.....	72
Заключение	74
Список литературы	75
Приложение А	79
Приложение Б.....	80
Приложение В	81
Приложение Г	82
Приложение Д	83

Введение

Автоматизация представляет собой направление научно-технического прогресса, при котором происходит частичное или полное снижение участия человека в процессе передачи, получения, преобразования и использования энергии, материалов или информации, используя специальные технические средства с доступом к саморегуляции, а также математические и экономические методы управления. Требует добавочного применения датчиков, устройств ввода и вывода данных, контроллеров, исполнительных механизмов, устройств обработки, хранения и передачи информации.

Ввод автоматизированных систем управления на объектах нефтегазовой промышленности позволяет во много раз увеличить эффективность и производительность, сократить влияние человека на процесс работы предприятия и уменьшить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Целью текущей работы является проектирование автоматизированной системы управления печью подогрева на установке предварительного сброса воды.

Исполнение данной работы несет в себе разработку рабочего проекта, выбор средств аппаратно-технического комплекса и моделирование отдельно взятого контура регулирования.

1 Конструкция печи подогрева нефти

1.1 Устройство и принцип работы печи

Для более подробного и детального описания устройства и принципа работы была взята трубчатая блочная печь ПТБ-10. Назначение печи подогрева – нагрев нефти и ее эмульсий на месте ее добычи и транспортировки [1].

Отличительной чертой данных печей является более плавный подогрев, который препятствует образованию кокса. Равномерный нагрев достигается созданием равномерных тепловых потоков за счет активному сгоранию топлива в горелках. [2].

Трубчатая печь состоит из трех основных блоков: вентиляторного, камеры теплообмена и основания. Также в печь входит четыре блока взрывных клапанов, змеевики, платформы обслуживания и четырех дымоходов.

Основные процессы происходят в камере теплообмена, которая представляет собой корпус теплоизоляции. В камеру теплообмена происходит процесс теплопередачи между продуктами сгорания и нагреваемым продуктом (нефть) [2].

Установка датчиков и исполнительных устройств, которые поставляются совместно с системой автоматизации, происходит в помещении подготовки топлива.

Также со стороны помещения подготовки топлива размещен нагнетатель для подачи воздуха.

Исходным процессом является поступление холодной нефти во входной коллектор, откуда распределяется в змеевик и проходит через печь подогрева попутно получая тепло, полученное путем сжигания топливного газа. Подогретая нефть поступает в выходной коллектор, а затем в трубопроводную систему нефтепромысла [4].

Подробная конструкция печи подогрева ПТБ-10 представлена в Приложении А [6].

1.2 Технические характеристики и конструкция печи подогрева

Таблица 1 – Технические характеристики ПТБ-10 [5]

Параметр	Значение
Мощность, МВт	11,6
Производительность, кг/с	0-116
Температура нефтяной эмульсии, °С -на входе -на выходе -абсолютная минимальная окружающего воздуха, не ниже	5-50 0-90 минус 50
Рабочее Давление змеевике, МПа	6,3
Подогреваемая среда	Нефть-нефтяная эмульсия
Вид топлива	Газ (нефтяной, природный, попутный)
Теплота сгорания топливного газа, МДж/м ³	36-61
Давление газа на входе в горелку, МПа	0,15-0,3
Расходуемый газ, м ³ /с	0,45

2 Постановка целей на разработку автоматизированной системы управления подогревом нефти

2.1. Цели и назначение создания АСУ ТП

Для автоматизации технологического объекта печи подогрева нефти ПТБ-10 и получения запланированных объемов готового продукта создается автоматизированная система управления.

Система предназначена для автоматизации процесса подогрева нефти на установке предварительного сброса воды.

Объектами управления являются технологическое и вспомогательное оборудование печи подогрева.

Комплект средств и приборов автоматизации предусматривает:

- контроль температуры, ее регистрацию, необходимую сигнализацию и защиту;
- регулирование подачи газового топлива задвижкой;
- дистанционный запуск вспомогательных систем и открытие задвижек на технологических трубопроводах.

Целью создания системы является повышение качества, надежности и эффективности проекта за счет:

- получения достоверной информации с датчиков автоматизации;
- автоматизации работы регулирования температуры выходного продукта;
- увеличение точности и результативности измерения параметров технологических процессов;
- внедрение математических методов контроля и управления технологическими процессами и объектами;
- автоматизированного контроля состояния печи подогрева.

2.2 Перечень входных и выходных сигналов

Таблица 2.1 – Аналоговые входные сигналы

Сигнал	Диапазон	Погрешность	Количество периода обработки сигнала в печи, мин
Газовый расход, м ³ /час	0-1150	± 6	10
Расход нефти, м ³ /час	0-400	± 1	1
Давление воздуха, МПа	0-0,25	± 0,0021	
Давление газа, МПа			
Давление нефти на входном и выходном коллекторе, МПа	0-2,5	± 0,022	
Температура нефти во входном коллекторе, °С	Минус 50- +50	± 0,5	
Температура нефти в выходном коллекторе, °С	0-100	± 1	

Таблица 2.2 – Входные цифровые сигналы

Наличие и состояние сигнала в печи	Источник формирования
Затвор подачи газа	Блок управления электроприводом (БУЭП) затвора подачи топливного
пламени в камере сгорания	Сигнализатор пламени
Загазованность в блоке подготовки топлива 20-50%	Датчик загазованности
клапана на подводе запального газа	Клапан на подводе запального газа
клапана общего газа	Клапан общего газа
вентилятора подачи воздуха	Вентилятор подачи воздуха
задвижки на подводе нефти	Блок управления замком (БУЗ) на подводе нефти
задвижки на отводе нефти	БУЗ на отводе нефти
вытяжного вентилятора в блоке подготовки топлива	Вытяжной вентилятор

Таблица 2.3 – Выходные цифровые сигналы

Наименование сигнала в печи	Назначение сигнала
Розжиг пламени в камере сгорания	Блок искрового розжига
регулирующим затвор подачи топливного газа	БУЭП затвора подачи топливного
клапаном на подводе запального газа	Клапан на подводе запального газа
клапаном на подводе топливного газа	Клапан общего газа
задвижкой на подводе нефти	БУЗ на подводе нефти
задвижкой на отводе нефти	БУЗ на отводе нефти
вентилятором подачи воздуха	Вентилятор подачи воздуха
вытяжным вентилятором	Вентилятор вытяжной

3 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

3.1 Введение

Проектировка систем контроля и управления параметров печи подогрева нефти ведется на основе однотипных стандартизованных датчиков автоматизации. Это обеспечивает удобство их сочетания и установку в щитах и шкафах.

При подборе датчиков следует учитывать характеристики входных и выходных сигналов, диапазон измерений измеряемого параметра, параметры окружающей среды, предел допускаемой погрешности и взрывозащищенность.

В качестве основного объема автоматизации КИПиА были подобраны датчики российского производства, которые удовлетворяют всем нормам ГОСТ [8].

3.2 Выбор датчиков давления

Давление нефти и газа на выбранных участках варьируется от 0 до 2,5 Мпа. Поэтому были подобраны датчики МИДА-ДИ-13П, Метран-100 и Сапфир-22М. Данные датчики удовлетворяют требования в погрешности не более 0,5% и работе при относительно низкой температуре окружающей среды. Сравнительная характеристика датчиков приведена в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Технические характеристики датчиков давления

Характеристики	МИДА-ДИ-13П	Сапфир-22М	Метран-100
Диапазон измерения, МПа	0-2,5		
Погрешность, %	0,5	0,25	0,5
Измеряемая среда	Жидкости и газы, неагрессивные к титановым сплавам	Жидкости и газы нейтральных и агрессивных сред	
Выходной сигнал, мА	(4-20)		
Взрывозащищенность	Присутствует		

Продолжение таблицы 3.1

Степень защиты	IP65	IP54	IP65
Температура окружающей среды, °С	Минус 40-80	Минус 50-50	Минус 40-70
Гарантийный срок службы, год	3		
Масса, кг	0,25	2	2,5

Исходя из описания технических характеристик, наиболее подходящим датчиком является МИДА-ДИ-13П, так как он удовлетворяет всем необходимым критериям, а также обладает относительно низкой ценой.

3.3 Выбор термопреобразователей

Для контроля и наблюдения за давлением нефти и газа в диапазоне от 0 до 100 °С, а также с предъявляемыми требованиями погрешности – не более 0,5%, были выбраны следующие датчики: ТСМУ-205, ТСПУ-205, ТСМ-Метран-253. Сравнительная характеристика датчиков приведена в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Термопреобразователи с измеряемым диапазоном от 0 до 100 °С

Характеристики	ТСМУ-205	ТСПУ-205	ТСМ-Метран-253
Диапазон измеряемых, °С	0-180	0-180	Минус 200-200
Погрешность, %	0,25		
Измеряемая среда	Твердых, жидких, газообразных и сыпучих (как нейтральных, так и агрессивных) веществ		Жидкие и газообразные химически неагрессивные среды
Выходной сигнал, мА	(4-20)		
Взрывозащищенность	OExiallCT6X	OExiallCT6X	1ExdllCT5X
Степень защиты от пыли и воды	IP65	IP65	IP65
Гарантийный срок службы, год	2	2	3
Масса, кг	0,3	0,3	0,4

Исходя из описания технических характеристик, наиболее подходящим датчиком является ТСМУ-205, так как он удовлетворяет всем необходимым критериям.

3.4 Выбор датчика контроля и индикации пламени и датчика загазованности

Для непрерывной индикации наличия или отсутствия пламени в горелочных устройствах, сжигающих мазут, дизельное топливо и газ применяют сигнализаторы наличия пламени, используемые в системах технологической защиты и сигнализации, действующих на отключение горелки по топливу при ее погасании. Сигнализаторы предназначены для работы в горелочных устройствах, обеспечивающих в цепи питания напряжение постоянного тока 24В. В данной работе выбран сигнализатор наличия пламени СНП-1 (с оптическим датчиком) для определения наличия пламени в горелках. Технические характеристики приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сигнализатор наличия пламени СНП-1 [1111]

Основные технические характеристики	
Питание, В	220
Степень защиты	IP54
Тип выходных сигналов	2 нормально-разомкнутых контакта
Задержка времени выходного сигнала, с	1
Потребляемая мощность, Вт	12
Частота питания, Гц	50±1
Срок службы, г	10

Также был подобран сигнализатор загазованности СТМ-30-50. Технические характеристики приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Сигнализатор загазованности СТМ-30-50

Основные технические характеристики	
Питание, В	220
Выходной сигнал, мА	(4-20)
Габариты, мм	303x56x232
Масса, кг	1,9
Мощность, Вт	10

Продолжение таблицы 3.4

Срок службы, г	10
----------------	----

3.5 Выбор датчика расхода газа

Для контроля расхода подачи газа на горелки был выбран датчик ДРГ.МЗЛ-100. Предназначение данного датчика – преобразование объемного расхода газа в токовый сигнал 4-20 мА. Технические характеристики приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Датчики расхода газа [1212]

Тип датчика	Диаметр трубопровода, мм	Давление, МПа	Расход, м ³ /ч	Диапазон рабочих расходов, м ³ /ч	
				Q _{min}	Q _{max}
ДРГ.МЗЛ-100	100	1,6	62,5	125	2500

3.6 Выбор датчика расхода нефти

Для учета расхода нефти рассмотрены турбинные счетчики нефти «МИГ», а именно МИГ-200-4. Основное предназначение данного датчика – это измерение объема проходящего через него топлива. Исполнения счетчиков зависит от диаметра условного прохода и условного давления. Температура воздуха для блоков – от 5 до 40 °С. Температура воздуха для датчика и преобразователя от минус 50 до 50 °С. Рабочее давление от 1,6 до 16 Мпа [13].

3.7 Выбор исполнительного устройства

В процессе подогрева нефти необходимо регулировать температуру на выходе из печи таким образом, чтобы оно было не выше и не ниже заданного значения. Для данной задачи подходит клапан с электроприводом компании НЕМЕН тип КЗР-610. В таблице 3.6 представлены его характеристики.

Таблица 3.6 – Технические характеристики запорно-регулирующего клапана

Тип клапана	Двухходовой односедельный запорно-регулирующий клапан
Диаметр, мм	15 - 100
Давление, бар	16
Рабочая температура, °С	Минус 20-150
Среда	Холодная и горячая вода, углеводороды и другие среды
Тип затвора	неразгруженный (до DN 50) / разгруженный
Характеристика регулирования	Линейная
Класс герметичности	VI класс
Присоединение	фланцевое
Тип управления	Электропривод Regada

4 Выбор контроллера для управления печью подогрева

4.1 Введение

В данной системе объектом управления является печь подогрева, в которой используется SCADA-система для управления технологическими процессами дистанционно, а также для сбора данных.

SCADA-система подразумевает трехуровневую систему управления:

- верхний уровень;
- средний уровень;
- полевой уровень.

Основой любой диспетчерской системы контроля и управления является программируемый логический контроллер, который соединяет полевой и верхний уровень в системе управления.

Функции, выполнение которых контроллер должен обеспечивать:

- исполнение команд с операторской;
- обмен данными;
- автоматическое регулирование и управление;
- фильтрация от помех;
- аналоговое и цифровое преобразование.

4.2 Обоснование выбора программируемого логического контроллера

Исходя из функций, которые контроллер должен обеспечивать в данной системе, были подобраны наиболее подходящие:

- MOSCAD-RTU MOTOROLA;
- Siemens Simatic S7-400;
- Siemens Simatic S7-300.

Сравнительная характеристика контроллеров приведена в таблице 4

Таблица 4 – Сравнительная характеристика выбранных контроллеров

Параметр	MOSCAD-RTU	Simatic S7-300	Simatic S7-400
ОЗУ	256 Кб ÷ 1,2 Мб	16 Кб ÷ 8 Мб	72 Кб ÷ 64 Мб
Время выполнения цикла	0,2 мс	0,1 ÷ 0,2 мс	0,1 ÷ 0,2 мс
Дискретный I/O макс.	4020 / 2144	1024 / 1024	131072 / 131072
Аналоговый I/O макс.	576 / 576	256 / 256	8192 / 8192
Цена, руб.	86650	71350	142250

На основании приведенной в таблице 4 информации, выбираем SIMATIC S7-300, т.к. он подходит по всем ключевым характеристикам и обладает наиболее привлекательной ценой. S7-300 – это модульный программируемый контроллер универсального назначения [14].

5 Разработка системы атомического регулирования переменной объекта управления

Для обеспечения высокого качества регулирования и быстрого выхода на режим, в данной работе был использован ПИД-регулятор с автоматической настройкой. Температура нефти на выходе из коллектора будет являться регулируемым параметром.

Важным этапом разработки автоматического регулирования является разработка алгоритма. Ниже будет представлен алгоритм автоматического регулирования.

Алгоритм автоматического регулирования температуры нефти в печи:

- с заданного значения уставки на ПИД-регулятор приходит сигнал определения значения показателя температуры;
- управляющее воздействие в виде унифицированного токового сигнала с программируемого логического контроллера поступает на частотный преобразователь;
- полученную информацию с контроллера частотный преобразователь преобразует в сигнал на электропривод;
- полученный сигнал электропривод преобразует в механическое воздействие клапан, который регулирует подачу газа в горелку.

Была разработана структурная схема САУ выходной температуры нефти, изображенная на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема управления клапаном в печи подогрева

Структурная схема состоит из следующих блоков:

1. Пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора (ПИД-регулятор), определяемого по формуле:

$$W(s)_{pid} = k_p + k_n \frac{1}{s} + k_d s, \quad (1)$$

2. Частотный преобразователь описывается аperiodическим звеном первого порядка с постоянной времени 1,3 и коэффициентом передачи K_{un} :

$$K_{un} = \frac{f}{I} = \frac{46}{20} = 2,3 \text{ Гц} / \text{мА}$$

$$W_{un}(s) = \frac{K_{un}}{T_{un} \cdot s + 1} = \frac{2,3}{1,3 \cdot s + 1}, \quad (2)$$

где f – частота управляющего сигнала, изменяющегося от 0 до 50 Гц;

I – управляющий токовый сигнал (используется унифицированный токовый сигнал 4-20 мА).

3. Передаточная функция клапана представляет собой интегратор с нелинейным звеном, ограничивающим процент открытия клапана от 0 до 100 %:

$$W(s) = \frac{k_{кл}}{s}. \quad (3)$$

Для расчета коэффициента передачи примем, что при номинальной скорости вращения выходного вала электропривода – 40 об/мин (0,6 об /сек), затвор клапана перемещается вверх на 0,01 м. Тогда коэффициент передачи:

$$k_{кл} = \frac{0,01}{0,6} \approx 0,02 \frac{\text{м}}{\text{об} / \text{с}}. \quad (4)$$

Поэтому передаточная функция клапан с электроприводом определяется как:

$$W(s) = \frac{0,02}{s}. \quad (5)$$

4. Передаточная функция электропривода может быть представлена в виде аperiodического звена первого порядка:

$$W_{дв}(s) = \frac{K_{дв}}{T_{дв} \cdot s + 1} = \frac{2,7}{1,5 \cdot s + 1}. \quad (6)$$

5. В качестве объекта управления выступает печь:

$$W_{\varepsilon}(s) = \frac{k_p}{(\tau \cdot p + 1)^2} = \frac{8,3 \cdot 10^3}{(1,75p + 1)^2} \quad (7)$$

τ – время нагрева, с.

$k_p = 8,3 \cdot 10^3 \text{ кал} / \text{м}^2 \text{с}$ – теплонапряженность поверхности нагрева, то есть количество тепла, переданное 1 м² поверхности нагрева в час.

Время нагрева:

$$\tau = \frac{L}{\omega_M} = \frac{7}{4} = 1,75, \quad (8)$$

где $L = 7$ – рабочая длина радиантных труб, м;

$\omega_M = 4$ – скорость продукта на входе печи, м/с.

б. Датчик температуры представляет собой передаточную функцию – коэффициент, который принимаем равным 1.

Моделирование процесса было выполнено в среде динамического моделирования Simulink программного обеспечения Matlab, полученная операторно-структурная схема представлена на рисунке 2.

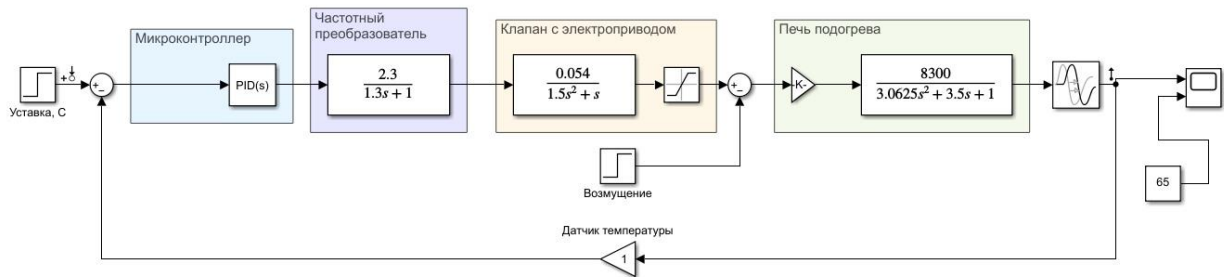


Рисунок 2 – Модель регулирования значения температуры

На рисунке 3 представлен переходный процесс изменения значение температуры на выходе системы управления печью. В качестве задающего воздействия был задана температур 65 °С. В качестве регулятора методом автоматической настройки были определены параметры ПИД-регулятора.

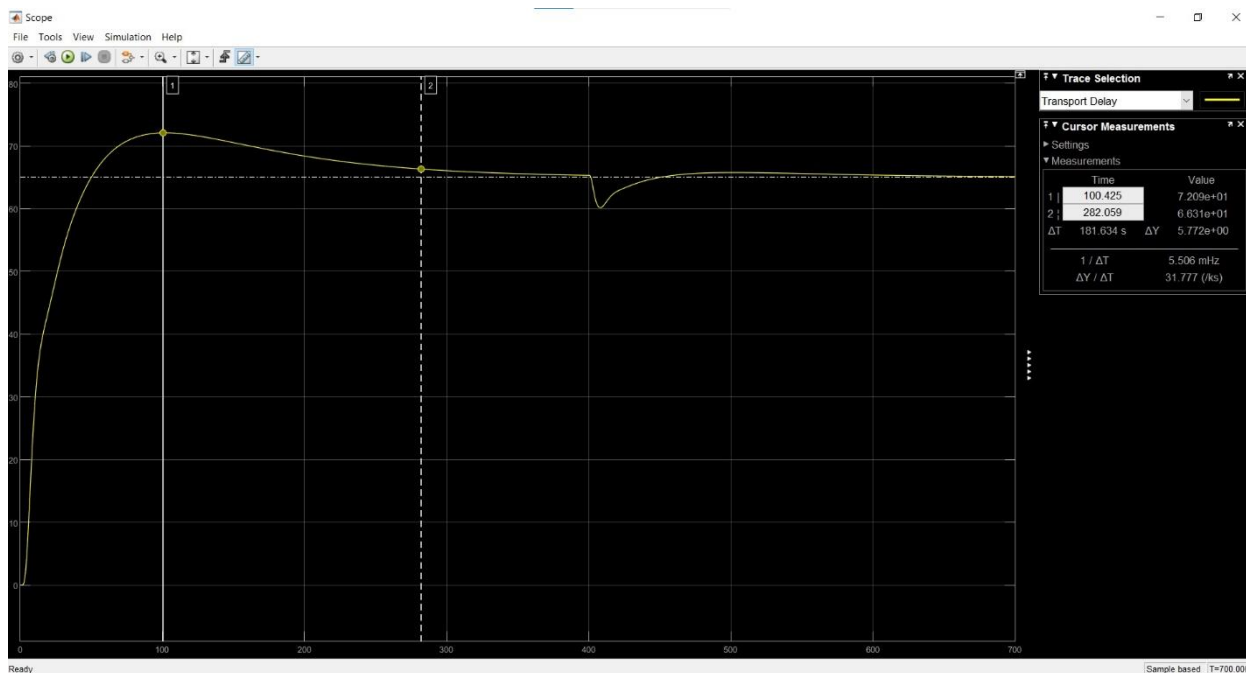


Рисунок 3 – График переходного процесса контура регулирования температуры

Необходимым является проверка разработанной системы на робастность, стабильную работу при возникновении возмущающих факторов. На 400 секунде в систему вводится возмущающее воздействие в виде моментального падения температуры нефти на 5 °С, с которым система справляется за время, равное 124,35 с.

Перерегулирование при данных настройках составляет около 9,6 %, а время переходного процесса составляет порядка 282 секунд.

Анализируя полученные результаты моделирования системы, можно сделать вывод о том, что система выходит на установившееся значение 65 °С с незначительным перерегулированием, что говорит о работоспособности и устойчивости системы.

6 Функциональная схема автоматизации печи подогрева

Разработанная функциональная схема автоматизации (ФСА) печи подогрева представлена в приложении Б.

Основываясь на функциональной схеме, разработаем объём автоматизации, результат представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Объём автоматизации

№	Наименование технологических параметров	Обозначение прибора	Функции АСУ ТП
1	Температура нефтяной эмульсии на входе печи	ТЕ 1.1	Ид
2	Температура нефтяной эмульсии на выходе печи	ТЕ 2.1	Ид
3	Давление воздуха на входе в горелку	РЕ 3.1	Ид
4	Давление нефти на входе в печь	РЕ 4.1	Ид
5	Давление газа на входе в горелку	РЕ 5.1	Ид
6	Расход нефти на входе в печь	FE 6.1	Ид
7	Расход газа на входе в горелку	FE 7.1	Ид
8	Наличие искры в горелке	BS 8.1	Ид
9	Загазованность в горелке	QE 9.1	Ид

7 Схема внешних проводок

Разработанная схема внешних проводок представлена в приложение В. Для прокладки коммуникационных кабелей используют заземленные металлические конструкции. Первичные и внешитовые приборы включают в себя, термопреобразователи ТСМУ-20, датчики давления МИДА-ДИ-13П-. Также присутствует датчики расхода газа ДРГ.МЗЛ-100 и расхода нефти МИГ-200-4, датчик наличия пламени СНП-1 в газовой горелке и датчик загазованности СТМ-30-50. Подключение данных датчиков к щиту КИПиА происходит через выход универсального интерфейса токового сигнала (4-20) мА тремя контрольным кабелями с медной жилой, изоляцией ПВХ и защитным покровом (КВВГнг). Предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Изолированные жилы скручиваются. Кабель на механически опасных участках прокладывается в трубе диаметром 20 мм. В качестве клеммных соединительных коробок используется присоединение однопроволочных и многопроволочных медных проводов, также присоединение кабеля к приборам и аппаратам выполняется пайкой. Проводящие экраны и оболочки соединяются с заземлителем только в одной точке, обычно на конце цепи, расположенном вне взрывоопасной зоны. Это требование должно исключать возможность протекания через экран искроопасного уравнивающего тока из-за разных местных потенциалов земли между одним и другим концами цепи. Заземление полевых приборов выполняется по месту установки. Заземление на щите выполняется посредством отдельной заземляющей шины.

8 SCADA-экран для диспетчерского управления печью подогрева

8.1 Создание SCADA-экрана

Для создания SCADA была использована программа TRACE MODE 6. Данная программа использовалась для автоматизации технологического процесса подогрева нефти. SCADA-экран представлен на рисунке 4.

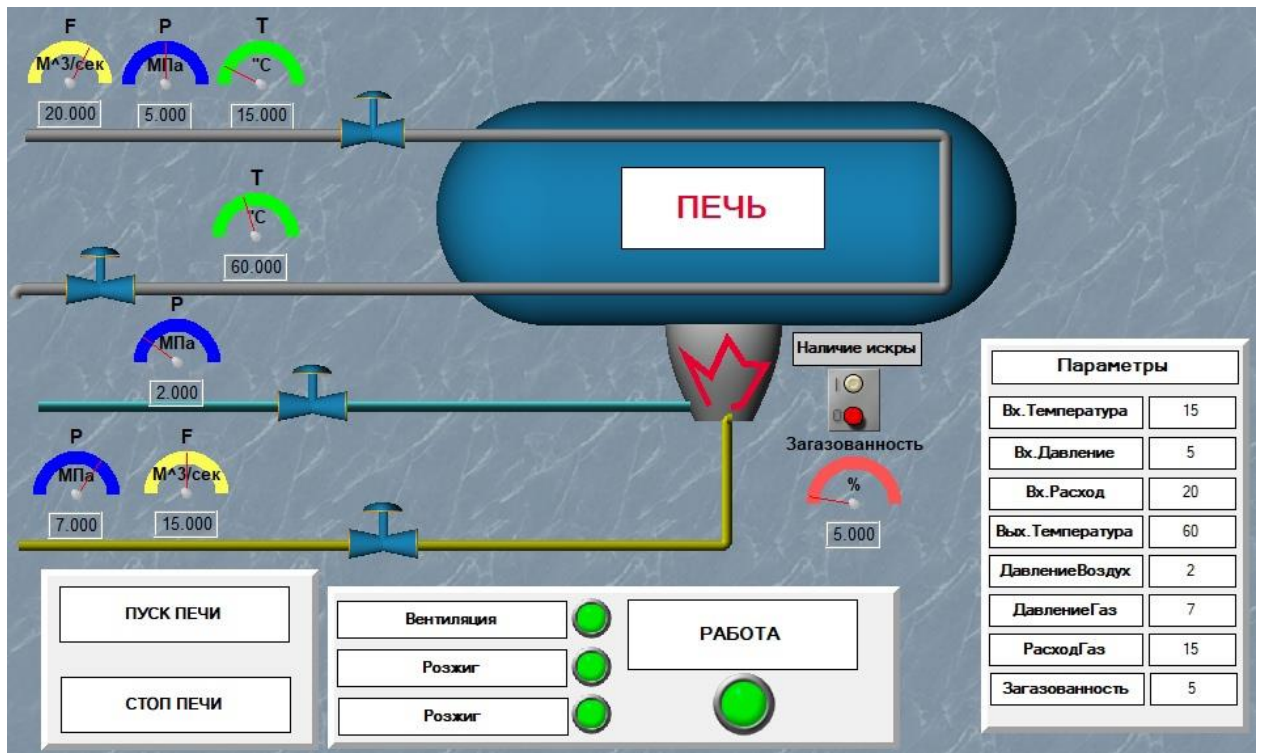


Рисунок 4 – Статичная часть экрана печи подогрева

8.2 Описание алгоритмов работы печи

Процесс данной автоматической системы состоит из пяти режимов: работа, стоп, вентиляция, розжиг и прогрев.

С помощью нажатия оператором кнопки «Пуск» производится розжиг печи, при отсутствии причин, препятствующих данному процессу. Если причин отмены запуска не обнаружилось, то процесс переходит в режим «Вентиляция», при котором теплообменная камера продувается в течении 300 секунд. Затем происходит анализ загазованности в течении 60 секунд, где 50% загазованности – полная остановка печи, а 20% загазованности – режим «Вентиляция» продолжит работу до полного понижения уровня.

Далее начинается подача запального газа и включение искры. Этот режим называется «Розжиг». Режим «Розжиг» действует до тех пор, пока не появится пламя на всех четырех горелках. После появления пламени, начинается подача топливного газа и переход печи в режим «Прогрев». В этом режиме печь достигает заданной оператором температуры и переходит в режим «Работа». Далее происходит поддержание заданной температуры, пока не произойдет остановка по команде оператора. При нажатии кнопки «Стоп» останавливается подача топливного газа на горелку и начинается режим «Вентиляции», после которого печь окончательно переходит в режим «Стоп»

Блок-схемы алгоритмов работы печи и режима вентиляции приведены в приложении Г.

Блок-схемы режимов розжиг и прогрев приведены в приложении Д.

9 3D-модель и структурная схема автоматизации печи

9.1 Создание 3D-модели

Главное и основное предназначение печи подогрева нефти – это нагрев нефтяных эмульсий и нефти для дальнейшей транспортировки на установки подготовки. Основа конструкторской идеи заключается в надежности работы, снижение габаритных размеров и экономичность.

В ходе изучения материала была создана 3D-модель печи подогрева нефти, созданная в САПР Inventor. На рисунке 5 представлен чертеж для создания печи подогрева, который был взят в интернете [15].

Результаты работы представлены на рисунках № 6, 7, 8.

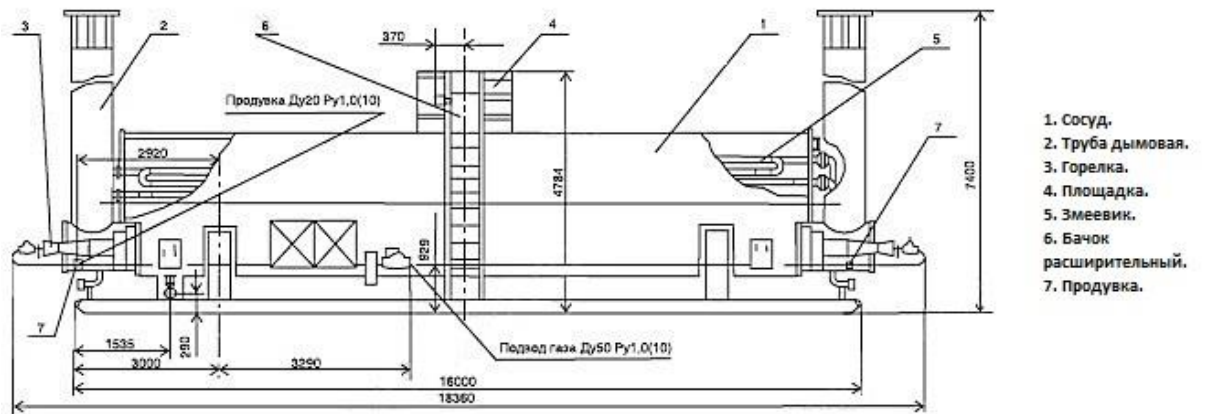
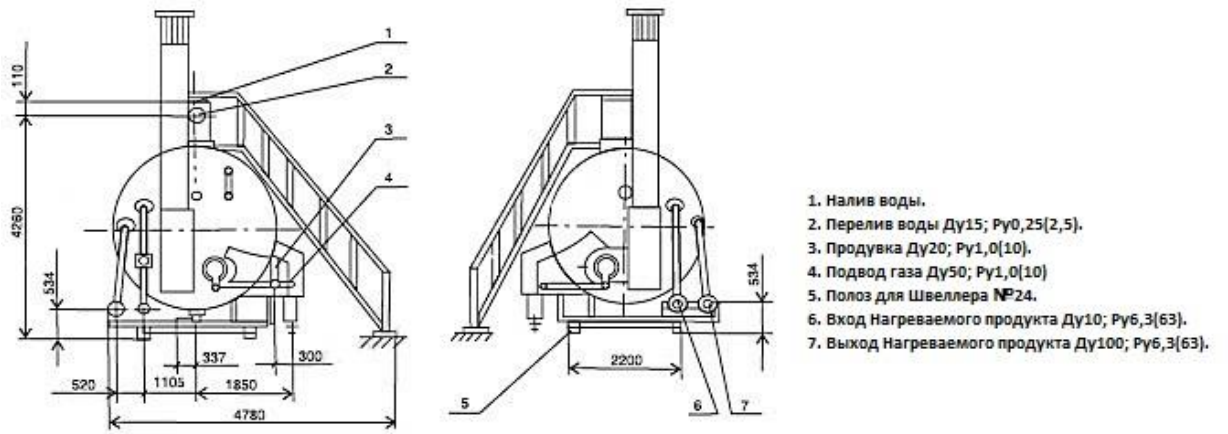


Рисунок 5 – Схема печи подогрева нефти

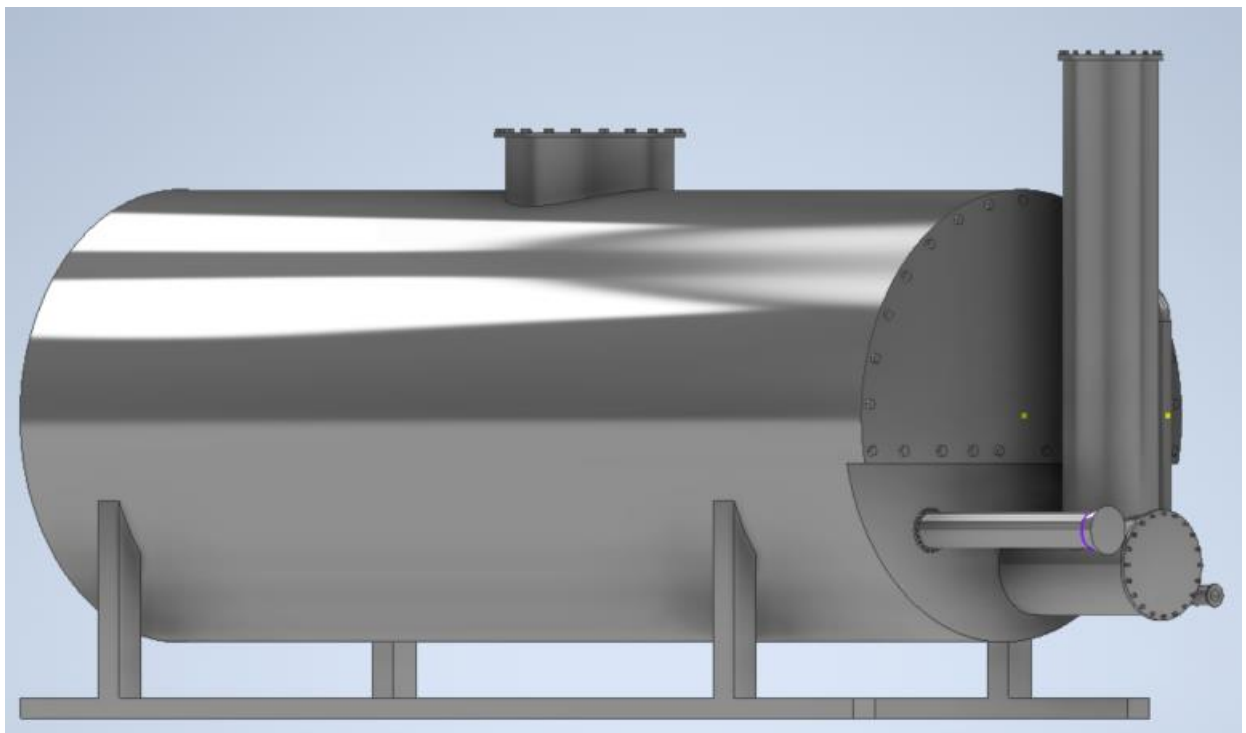


Рисунок 6 – 3D-модель печи подогрева

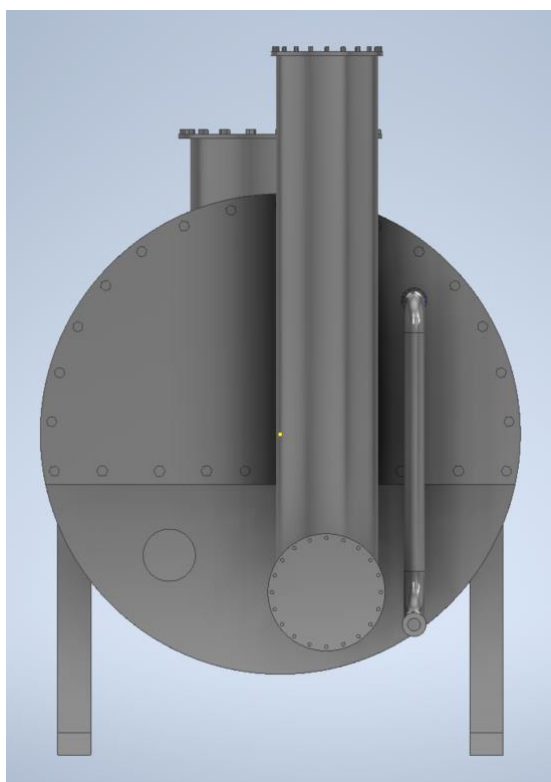


Рисунок 7 – 3D-модель печи подогрева

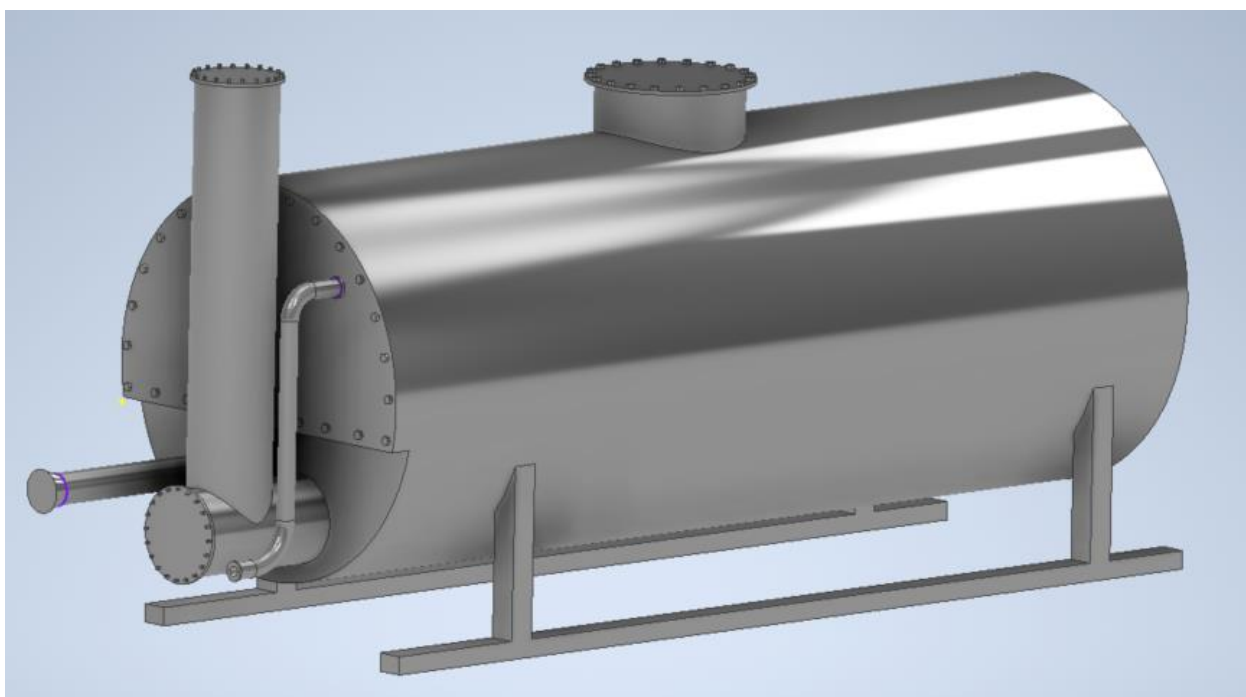


Рисунок 8 – 3D-модель печи подогрева

9.2 Структурная схема автоматизации

Управление печью ПТБ-10 включает в себя комплекс технических и программных средств, которые выполняют задачу управления

автоматизированными и технологическими процессами. Структурная схема автоматизации печи изображена на рисунке 9.

Трехуровневая система управления включает в себя полевой уровень, в который входят исполнительные механизмы, установленные на печи, средний уровень, включающий в себя шкафы управления с ПЛК и панель оператора, а также верхний уровень – технологический компьютер, с установленным АРМ оператора.

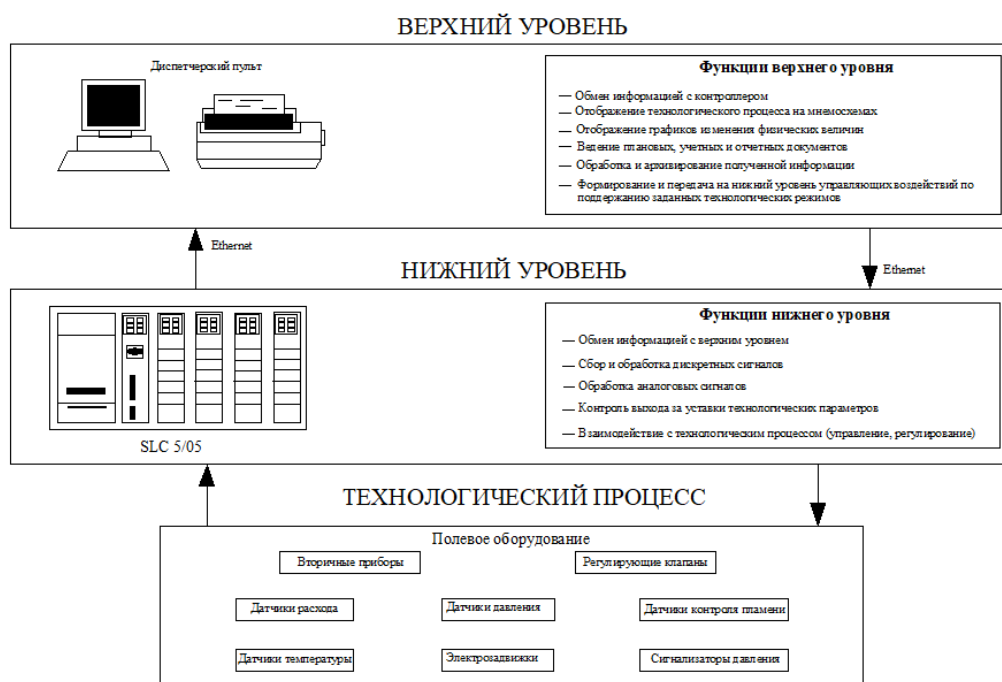


Рисунок 9 – Структурная схема печи подогрева нефти

10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

10.1 Потенциальные потребности результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система управления печью подогрева нефти (ПП). Разработанная автоматизированная система управления должна обеспечивать автоматизированный и дистанционный контроль и управление в реальном времени технологическим процессом подогревом нефти, а также контроль уровня сырья, его нахождения в заданных нормативных пределах.

В таблице 6 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» – ООО «Томская нефть», «Б» – ОАО «Газпромнефть – Восток», «В» – Непубличное АО «Микран».

Таблица 6 – Сегментирование рынка

		Направление деятельности		
		Разработка АСУ ТП	Выполнение проектов строительства	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	Б, В	А, Б	В
	Средняя	Б, В	А, Б	Б, В
	Крупная	В	А	В

Согласно карте сегментирования, можно выбрать следующие сегменты рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний.

10.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Проведем анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 7. Для этого необходимо рассмотреть две фирмы-конкурента:

1. K_1 – ООО «ЭлМетро»;
2. K_2 – ООО «Вымпел».

Таблица 7 – Оценочная карта

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Р	Б _{к1}	Б _{к2}	К _Р	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,15	3	4	3	0,45	0,6	0,45
2. Простота эксплуатации	0,15	5	2	3	0,75	0,3	0,45
3. Надежность	0,25	5	3	2	1,25	0,75	0,5
4. Точность измерения	0,15	4	2	3	0,6	0,3	0,45
5. Безопасность	0,2	4	2	1	0,8	0,4	0,2
6. Универсальность	0,1	4	2	1	0,4	0,2	0,11
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Цена	0,05	1	4	5	0,05	0,2	0,25
2. Срок службы	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28
3. Затраты на обслуживание	0,07	3	4	4	0,21	0,28	0,28
Итого	1	33	28	26	4,79	3,38	2,97

Анализ конкурентных технических решений рассчитываем по формуле

(1):

$$K = \sum B_i + B_i, \quad (1)$$

Где, K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Проанализировав конкурентные решения, можно сделать вывод, что наиболее близким конкурентом является ООО «ЭлМетро». Также он лидирует по таким критериям как: повышение производительности и срок службы.

10.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 8 – Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Простота настройки и эксплуатации системы. С2. Возможность передачи информации на большие расстояния С3. Универсальность. С4. Возможность модификации. С5. Использование SCADA-систем.	Слабые стороны: Сл1. Отсутствие прототипа проекта. Сл2. Отсутствие необходимого оборудования. Сл3. Большой срок поставок используемого оборудования.
Возможности: В1. Модернизация процесса подогрева. В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В3. Использование существующего программного обеспечения. В4. Растет роль автоматизации технологических систем в промышленности растёт.	В1С4. Позволит компании легко модифицировать систему. В1С1С2. Позволит достичь одну из лучших технических и временных показателей системы. В4С3С5. Увеличение функциональных и технических возможностей работы ПП.	В1Сл1. Проведение испытаний и тестов на предприятии, которое заинтересовано в инновациях. В3Сл3. Длительный отрезок времени без технологии.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Повышение цен. У3. Захват внутреннего рынка иностранными компаниями. У4. Ограничения на экспорт.	У4С3. Использовать продукцию отечественного производителя. У2С4. Модификация производства, что позволит снизить стоимость себестоимости нефти У1С1С2С3С4С5. Продвигать продукцию опираясь на её преимущества.	У1Сл1. Провести испытания системы и показать её успешность.

– Чтобы уменьшить влияние Сл1, разрабатываемая система прорабатывается детально, а также подвергается отладке на этапах разработки проекта.

– Большой срок поставок используемого оборудования связан с наличием оборудования у поставщика и местонахождения, чтобы уменьшить влияние СлЗ, нужно провести исследование аналогов на местном рынке.

10.4 Планирование научно-исследовательских работ

10.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

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

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	4	Постановка целей и задач работы	Руководитель, Инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
Проектирование автоматизированной системы	6	Описание технологического процесса	Инженер
	7	Разработка структурной схемы АС	Инженер
	8	Разработка функциональных схем АС	Инженер
	9	Выбор архитектуры АС	Инженер
	10	Разработка схемы соединения внешних проводок	Инженер
	11	Выбор алгоритма управления АС	Инженер
	12	Разработка экранных форм АС	Инженер
Оформление отчета по НИР	13	Составление пояснительной записки	Инженер

Из таблицы 9 можно заметить, что в основном работа была проделана самостоятельно, а некоторые этапы – совместно с руководителем.

10.4.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудоёмкость 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 трудоёмкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

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

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоёмкость 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 по формуле 3. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (3)$$

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

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

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней были переведены в календарные дни по формуле 4.

$$T_{k_i} = T_{p_i} \cdot k_{кал}, \quad (4)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (5)$$

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

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

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

Получили, что $k_{кал} = 1,221$.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе округлены до целого числа. Все рассчитанные значения были занесены в таблицу 10.

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{p_i}	Длительность работ в календарных днях T_{k_i}		
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни					
	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель
Составление и утверждение технического задания	-	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	1	4	3	2,8	1,8	1,4	0,9	2	1
Выбор направления исследований	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
Постановка целей и задач работы	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
Описание технологического процесса	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3	-
Разработка структурной схемы АС	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3	-
Разработка функциональных схем АС	4	-	6	-	4,8	-	4,8	-	6	-
Выбор архитектуры АС	6	-	12	-	8,4	-	8,4	-	10	-
Разработка схемы соединения внешних проводок	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3	-
Выбор алгоритмов управления АС	6	-	9	-	7,2	-	7,2	-	9	-

Продолжение таблицы 10

Разработка экранных форм АС	6	-	10	-	7,6	-	7,6	-	9	-
Составление пояснительной записки	6	2	10	5	7,6	3,2	3,8	1,6	5	2
Итого:							42,1	5,6	51	7

10.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

График проведения научных работ представлен в форме диаграммы Гранта, которая представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{k_i}	Продолжительность выполнения работ												
				Март			Апрель			Май			Июнь			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1			
1	Составление и утверждение технического задания	Р	2	█												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Р, И	1 2	█												
3	Выбор направления исследований	Р, И	1 1		█											
4	Постановка целей и задач работы	Р, И	1 1			█										
5	Календарное планирование работ по теме	Р, И	1 1				█									
6	Описание технологического процесса	И	3					█								
7	Разработка структурной схемы АС	И	3						█							
8	Разработка функциональных схем АС	И	6							█						
9	Выбор архитектуры АС	И	1 0								█					
10	Разработка схемы внешних проводок	И	3									█				
11	Выбор алгоритмов управления АС	И	9										█			
12	Разработка экранных форм	И	9											█		
13	Составление пояснительной записки	Р, И	2 5													█

█ – руководитель █ – инженер

10.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

10.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, m \quad (6)$$

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;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 12 сведены сведения о материальных затратах на научные исследования.

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.					
Ноутбук	шт.	1	41 000	41 000					
Итого	41 000								

10.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Результаты расчетов по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	AutoCAD 2022	1	16 667	16 667
2	Microsoft Office	1	9 978	9 978
3	MATLAB	1	6 737	6 737
4	TRACE MODE IDE6 (base)	1	6 976	6 976
Итого:				40 358

10.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данной работе учитывается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Учитывается основная заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, и дополнительная заработная плата:

$$Z_{ЗП} = Z_{осн} + Z_{дон}, \quad (7)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{он} + T_p, \quad (8)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дней;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_{\delta}) \cdot k_p, \quad (10)$$

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

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_{δ} – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

Расчет основной заработной платы сводится в таблицу 15.

Таблица 15 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	32962	0,3	0,3	1,3	68560,96	2934,3	5,6	16432,1
Инженер	19200	0,3	0,3	1,3	39936	1532,6	42,1	64522,5
Итого:								80954,6

У студента заработная плата выше, т.к. число рабочих дней, затраченных на разработку, больше.

10.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (11)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

В таблице 16 представлен расчет дополнительной заработной платы.

Таблица 16 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_{осн}$, руб	$k_{доп}$	$Z_{доп}$, руб
Руководитель	16432,1	0,12	1971,9
Инженер	64522,5	0,12	7742,7
Итого:			9714,6

Поскольку расчет дополнительной заработной платы представляет собой умножение основной заработной платы на коэффициент, то результат получился схожим с тем, что мы получили при расчёте основной заработной платы.

10.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (12)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равный 30 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработанная плата, руб.	Дополнительная заработанная плата, руб.
Руководитель	16432,1	1971,9
Инженер	64522,5	7742,7
Отчисления во внебюджетные фонды	30 %	
Итого		
Руководитель	5521,2	
Инженер	21679,6	
Итого	27200,8	

По итогу отчисления во внебюджетные фонды составит: 27200,8 руб.

10.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов.

Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр}, \quad (13)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов возьмем в размере 16%.

$$Z_{накл} = 0,16 \cdot (39290 + 40358 + 80954,6 + 9714,6 + 27200,8) = 31602,88 \text{ руб.}$$

10.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	41 000
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	40 358
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	80954,6
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9714,6
5. Отчисления во внебюджетные фонды	27200,8
6. Накладные расходы	31602,9
7. Бюджет затрат НТИ	232120,9

В ходе формирования бюджета затрат на НТИ вышло, что затраты составляют: 232121 руб.

10.5.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (14)$$

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

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

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

Φ_{max} зависит от сложности проекта, который разрабатывается для компании заказчика. На сложность проекта влияет огромное количество факторов, поэтому достоверно оценить величину Φ_{max} невозможно. Примем, что стоимость выполнения проекта автоматизации УПСВ в компании «ЭлМетро» равняется 240000 руб., а в компании «Вымпел» – 260000 руб.

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	Φ_{pi}	Φ_{max} , руб	$I_{финр}^{студент}$	$I_{финр}^{«ЭлМетро»}$	$I_{финр}^{«Вымпел»}$
Студент с руководителем	232121 руб.	260000	0,89	0,92	1
«ЭлМетро»	240000 руб.				
«Вымпел»	260000 руб.				

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Студент с преподавателем	«ЭлМетро»	«Вымпел»
Способствует росту производительности труда пользователя	0,3	5	4	5
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	5	4
Помехоустойчивость	0,05	5	4	4
Энергосбережение	0,05	5	4	5
Надежность	0,15	4	4	4
Материалоемкость	0,15	4	5	4
Итого	1			

Значения интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Значения интегрального показателя ресурсоэффективности

$I_{студент}$	$I_{\text{«ЭлМетро»}}$	$I_{\text{«Вымпел»}}$
4,4	4,45	4,35

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}},$$

Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки

$I_{исп.студент}$	$I_{исп.\text{«ЭлМетро»}}$	$I_{исп.\text{«Вымпел»}}$
5,17	4,83	4,35

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{ср.i} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.студент}},$$

В таблице 23 представлена сравнительная эффективность разработки.

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Разработанный вариант	«ЭлМетро»	«Вымпел»
Интегральный финансовый показатель разработки	0,85	0,92	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,45	4,35

Продолжение таблицы 23

Интегральный показатель эффективности	5,17	4,83	4,35
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,93	0,84

Из полученных данных следует, что система, разработанная студентом и руководителем, наиболее эффективна.

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В данном разделе оценены экономические аспекты разработки исследуемой автоматизированной системы управления печи подогрева нефти:

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Разработка имеет наименьшую конкуренцию на рынке услуг по автоматизации ТП у крупных и мелких компаний.

2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Среди выявленных конкурентов: ООО «ЭлМетро» и ООО «Вымпел». Разрабатываемая система на текущем этапе уступает конкурентам уровню шума и затратам на оборудование, однако выигрывает за счёт ремонтпригодности, надёжности, точности измерения и возможности гибкого модифицирования.

3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: отсутствие спроса на новые технологии, повышение цен, захват внутреннего рынка иностранными компаниями, а также ограничения на экспорт. Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены при составлении матрицы SWOT.

4. При планировании научно-исследовательских работ была определена структура работ в рамках научного исследования, по результату чего можно говорить о том, что большинство работ было проделано

самостоятельно. Также разработан график проведения научного исследования в виде диаграммы Ганта. Из диаграммы видно, что практическая часть всего исследования занимает порядка двух календарных месяцев. Это связано с целью провести более детальное проектирование разработки.

5. В процессе расчёта бюджета НИИ было выявлено, что затраты на заработную плату студента выше, чем у руководителя. Это связано с тем, что у студента при меньшем окладе, большее число рабочих дней. Также в общем бюджет, требуемый для проведения научно-технического исследования, составил 232121 руб.

6. При оценке эффективности исследования было выявлено, что разработанный проект автоматизации управления печью подогрева достаточно эффективен среди таких крупных компаний, как «ЭлМетро» и «Вымпел».

11 Социальная ответственность

11.1 Введение к разделу

На сегодняшний день нефтегазодобывающая промышленность России – это не только добыча ресурсов из недр земли, но и система комплексов по очистке сырья и производству продукции. И огромная роль в данной индустрии отводится специализированным автоматизированным системам.

Одной из основных задач автоматизации является функционирование технологического процесса с наименьшим участием человека, а также сохранение производительности труда и эффективности процессов путем улучшения рабочих условий персонала и минимизации воздействия производственных мощностей на окружающую природную среду.

С одной стороны, безопасность жизнедеятельности на производстве позволяет обеспечить защиту трудящегося, благодаря соблюдению норм и правил, устанавливающих оптимальные значения температуры, влажности, вибрации и других параметров, с другой – экологический инжиниринг, который посредством организационных и правовых действий старается уменьшить число вредоносных факторов, влияющих на природу. Соблюдение техники безопасности при работе с установками поможет уберечь сотрудника от опасностей и рисков, которые могут возникнуть на рабочем месте. Особенно, если технологический процесс происходит с участием взрывоопасных жидкостей и газов, которые могут повлиять на возникновение пожаров, взрывов.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является печь подогрева на установке предварительного сброса воды. Данная установка применяется для подогрева нефти и нефтяных эмульсий для устранения парафинизации труб при дальнейшей транспортировке.

Целью данной работы является разработка эффективной автоматизированной системы управления печью подогрева нефти.

Рабочей зоной являются технологическая площадка печи подогрева, диспетчерская.

Количество и наименование оборудования рабочей зоны: программируемый логический контроллер, датчики, регуляторы.

Конечным пользователем разрабатываемой АСУ ТП печи подогрева будут операторы технологических установок.

11.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В трудовом кодексе РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее. Оператор исходя из трудового кодекса имеет право на сокращенную продолжительность рабочего времени, для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет - не более 35 часов в неделю. При непрерывном функционировании установки имеется ночная смена с 22 до 6 часов. Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю [16].

Согласно Федеральному закону от 28 декабря 2013 года N426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» условия труда оператора технологических установок относится ко второму классу (допустимые условия труда) [17].

Согласно ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». При создании рабочего места оператора следует учитывать [18]:

- 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.

Также стоит принимать во внимание, что рабочее место должно иметь достаточное пространство для осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования.

Все требуемые органы управления и индикаторы автоматизированного рабочего места должны быть группированы и полностью расположены в зоне досягаемости рабочего.

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» рабочий стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы. Так как, основная работа оператора заключается в управлении процессом с помощью SCADA-системы, поэтому экран монитора следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости. Часто используемые источники информации должны быть расположены под углами 30° , а редко используемые – 60° [19].

11.3 Производственная безопасность

Управление печью подогрева осуществляется операторам технологических установок с автоматизированного рабочего места. Перечень опасных и вредных факторов, присутствующих при работе оператора технологических установок согласно ГОСТ 12.0.003-2015 представлен в таблице 24 [20].

Таблица 24 – Возможные опасные и вредные факторы в операторской АСУ ТП

Факторы (ГОСТ 12.0.003-215)	Нормативные документы
1. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [21]

Продолжение таблицы 24

2. Повышенный уровень шума	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [22]
3. Повышенный уровень общей вибрации	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [22]
4. Электромагнитное поле промышленной частоты (50-60 Гц)	СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [23]
5. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [24]

11.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов

11.4.1 Повышенный уровень шума

Источниками шума в печи подогрева являются насосы, вентиляторы на ЭВМ оператора и в шкафу местного управления, шум протекания нефти по трубам.

При работе с повышенным уровне шума появляются профессиональные болезни такие как тугоухость, нервные и сердечно-сосудистые заболевания. Предельно допустимые уровни звука и звукового давления в октавных полосах частот на рабочих местах представлен в таблице 25, согласно СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (пункт 6) [25].

Таблица 25 – Предельно допустимые уровни звука и звукового давления

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

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

11.4.2 Электромагнитное поле промышленной частоты

Работа оператора АСУ ТП в основном связана с работой за персональным компьютером. В следствие чего на него оказывается воздействие электромагнитного излучения, источниками которого являются системный блок и кабели, соединяющие электрические цепи. Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к раковым заболеваниям. Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [23].

Для снижения воздействия данного типа излучения предпринимают меры:

- расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см;
- применение специализированных очков от электромагнитного излучения.

11.4.3 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Питание многих элементов установки, происходит от сетевого напряжения 220 В, некоторые модули питаются от 12 В или 24 В, поэтому существует вероятность поражения человека данным напряжением. Несоблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» может привести к смертельному исходу. Поражение зачастую происходит из-за контакта человека с оголенными проводами или частями цепей, в которых остался заряд, например, при работе с электроприводами регулирующих клапанов используется преобразователь частоты, в котором имеются

конденсаторы, сохраняющие напряжение даже после отключения системы [21].

Действие электрического тока на организм человека может быть тепловым (ожоги), механическим (разрыв тканей, растрескивание костей), химическим (электролиз), и биологическим (нарушение функций нервной системы и управляемых ею процессов в живом организме). Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц, соответственно – 2 В и 0,4 мА, для постоянного тока – 8 В и 1 мА.

Чтобы избежать воздействия тока на организм следует:

- использовать изоляцию надлежащего качества, в некоторых случаях – двойную;
- использовать диэлектрические перчатки и прорезиненную обувь;
- проводить плановые проверки и ремонт электропроводки и электрооборудования;
- всё электрическое оборудование и составляющие электроустановок должны быть заземлены.

11.4.4 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Недостаточное освещение рабочего места и помещения является вредным фактором для здоровья человека, вызывающим ухудшение зрения.

Неудовлетворительное освещение может, кроме того, являться причиной травматизма. Неправильная эксплуатация, так же, как и ошибки, допущенные при проектировании и устройстве осветительных установок, могут привести к пожару, несчастным случаям. При таком освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых ошибок.

В помещении операторной в качестве искусственного освещения используются светильники с люминесцентными лампами. Нормы освещенности приведены в СП 52.13330.2016, освещенность рабочего места оператора АСУ должна составлять (300 – 500) Лк. при общем освещении [24].

Коэффициент пульсации освещения — параметр, который отражает силу изменения светового потока, направляемого на единицу поверхности в определенный временной промежуток.

Стоит учесть, что существующими санитарными правилами установлен верхний лимит на параметр коэффициента пульсации. В месте организации рабочего места он не должен быть выше 20% [24]. При этом, чем более ответственный вид деятельности у работника, тем ниже должен быть этот параметр.

Для офисных помещений и административных зданий, где подразумевается напряженный зрительный труд, коэффициент пульсации не должен быть больше 5% [24].

При этом опасность света как раз и заключается в том, что его нельзя распознать, но результатом действия может стать расстройство сна, слабость, депрессия, сбои в работе сердца, дискомфорт и так далее.

В зимний период вследствие укороченного светового дня и недостаточного естественного освещения необходимо использовать искусственное освещение. Освещенность рабочего места в норму достигается периодическим мытьем окон, подстриганием веток деревьев.

11.4.5 Повышенный уровень общей вибрации

Анализ показателей норм вибрации определяется в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 на рабочем месте оператора технологических установок присутствует общая производственная вибрация (технологическая вибрация на стационарных рабочих местах) [22].

Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной патологии – вибрационной болезни.

При внедрении автоматизированной системы управления печи подогрева вибрация может появиться вследствие наличия вибрации на участке с объектами управления, которая передается в операторное помещение.

Предельно допустимые значения вибрации для автоматизированного рабочего места оператора печи подогрева представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест для оператора технологической установки согласно СанПиН 1.2.3685-21

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Фильтр частотной коррекции	Эквивалентный корректированные уровни виброускорения	
				m/c^2	дБ
Общая	Технологическая вибрация на стационарных рабочих местах	Zo	Wk	0,1	100
		Xo, Yo	Wd	0,071	97

Для снижения воздействия этого фактора используются: виброизолирующие рукавицы и виброизолирующая обувь.

11.5 Экологическая безопасность

Атмосфера. Источником загрязнения являются легкие фракции углеводородов, которые могут испаряться в окружающую среду при недостаточной герметичности частей установки. Основной метод предупреждения – модернизация систем транспорта и поддержании их в

оптимальном состоянии благодаря постоянной проверке всех основных узлов системы: резервуаров, трубопроводов. Добиться этого можно, если своевременно устранять неплотности в конструкциях и соединительных швах резервуаров, постоянно проверять наличие прокладок во всех соединениях труб, контролировать качество используемой аппаратуры.

Литосфера. Загрязнение почвы нефтехимическими веществами может возникать в случае аварийных ситуаций (разливов вдоль трасс трубопроводов и утечек нефти), при ремонте оборудования, при зачистке трубопроводов. Загрязненный грунт с нефтепродуктами вывозятся в места, согласованные с санитарной инспекцией, для нейтрализации и дальнейшего закапывания. Замазученная ветошь, тряпки собираются и сжигаются за территорией установки, в местах, согласованных с пожарным надзором для того, чтобы предотвратить загрязнение почв.

Селитебная зона. Воздействие на селитебную зону не происходит.

Гидросфера. Попадание нефти в водоемы может возникать в случае аварий, утечек или ремонта. С целью охраны водоемов от попадания загрязненных стоков, все промышленные стоки направляются по системе трубопроводов на очистные сооружения с последующей подачей их в систему поддержки пластового давления.

11.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе эксплуатации печи подогрева возможно возникновение следующих чрезвычайных ситуаций: утечка сырья, пожар, взрыв, геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории).

Наиболее вероятным ЧС может являться пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага.

На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

был определен класс возможного пожара: пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е) [27].

Источником возникновения пожара может послужить:

- короткое замыкание электрической цепи приборов;
- переполнение при наливке резервуара, что приводит к предельной концентрации взрывоопасной смеси под верхней крышей резервуара;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- нагрев резервуаров в летний период.

Согласно требованиям, СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов [28]. Требования пожарной безопасности» пожарная безопасность должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения разлива и растекания нефти;
- предотвращения образования на территории, где находится печь подогрева горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход нефти из резервуаров, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего печь подогрева, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и возгораний.

Управлять пожарной сигнализацией можно с операторской или в ручном режиме по месту. При возникновении пожара система пожаротушения срабатывает автоматически.

В случае возникновения пожара на установке печи подогрева необходимо:

1. Покинуть место пожара;
2. Прекратить подачу электроэнергии;
3. Прекратить подачу нефтяной смеси в змеевики;

4. Руководствоваться инструкциями по противопожарной безопасности, разработанными на эксплуатирующем предприятии.

Основными огнетушащими веществами являются пенные составы, имеющие меньшую с нефтепродуктами плотность, покрывающие поверхность горячей жидкости и блокирующие поступление кислорода в среду горения.

На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" Для данной установки категория пожарной опасности В – пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов. В случае обнаружения признаков горения (задымления, запах гари, повышение температуры) срочным образом сообщить в местную пожарную охрану следующую информацию: адрес объекта, место возникновения пожара и ФИО позвонившего. Своими силами приступить к тушению пожара и провести эвакуацию всех сотрудников [27].

Выводы по разделу

В результате работы по данному разделу было выяснено, обеспечение безопасности на производстве является очень сложным и ответственным процессом, особенно это касается предприятий нефтегазовой отрасли, которая отличается своими повышенными рисками возникновения чрезвычайных ситуаций, а также имеет немалый спектр возможных вредных и опасных факторов, которые могут нанести вред жизни и здоровью рабочего персонала.

В результате выполнения данного раздела были определены меры обеспечения безопасности, которые снизят риски для работника и повысят его работоспособность. Было определено, что фактические значения потенциально возможных факторов соответствуют нормативным значениям.

Согласно ПУЭ, помещение по электробезопасности относится ко второй категории (помещение с повышенной опасностью).

Группа персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок должна иметь III группу по электробезопасности.

Согласно СП 12.13130.2009, помещение рабочей зоны относится к категории А (повышенная взрывопожароопасность) из-за легковоспламеняющихся жидкостей, обращающихся в помещении [29].

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 определена IIa категория тяжести труда, это работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения, диапазон температуры воздуха ниже оптимальных величин – 18-19,9°C, выше оптимальных величин – 22,1-27°C [22].

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года, N2398 «Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» (с изменениями на 7 октября 2021 года) объект (печь подогрева нефти), оказывающий значительное негативное воздействие на окружающую среду относится ко II категории [30].

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы стала автоматизированная система управления печи подогрева на установке предварительного сброса воды. В ходе разработки проекта был изучен технологический процесс, происходящий в печи.

В ходе работы были выполнены функциональная и структурная схемы автоматизации, описывающие выбранный объем автоматизации датчиков КИПиА.

Была выполнена разработка алгоритма автоматического регулирования технологического параметра с помощью программного обеспечения MATLAB. Для управления и мониторинга была сформирована мнемосхема, которая отображает экранную форму технологического процесса, необходимые параметры и режимы работы печи. Также для отображения сигналов датчиков, была разработана схема внешних проводов, показывающая передачу сигналов на щит КИПиА от полевых устройств.

Таким образом, спроектированная автоматизированная система управления печью подогрева имеет высокую гибкость за счет использования модульного ПЛК с высоким быстродействием, точные измерения параметров за счет современного технического оборудования, а также надежную систему управления и слежения за счет спроектированной экранной формы SCADA-системы.

Список литературы

- 1 Бондарев, Э.А. и др. Термогидродинамика систем добычи и транспорта нефти и газа. — Новосибирск: Наука, 1988. — 272 с.
- 2 Гуревич, И.Л. Технология подготовки нефти и газа. — Москва: Химия, 1992. — 360 с.
- 3 Гухман, Л.М. Подготовка нефти северных газовых месторождений к дальнему транспорту. — Санкт-Петербург: Недра, 2008. — 161 с.
- 4 Рождественский, В.В. Кавитация. — Ленинград: Мир, 1977. — 277 с.
- 5 Хафизов, А.Р., Пестрецов Н.В. Сбор и подготовка нефти и газа. — Уфа: УГНТУ, 2002. — 389 с.
- 6 Габаритный чертеж печи подогрева [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://proektanti.ru/user/showlarge/6408>
- 7 Абдулов Д.Х. Локальные системы автоматизации подогревателей косвенного и печей прямого нагрева [Текст]: Научно-технический журнал Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности/ Абдулов Д.Х. Апрель 2009 г.
- 8 Кузнецов Г.В., Глушков Д.О., Стрижак П.А. Влияние формы локального источника энергии на условия зажигания структурно-неоднородного твердого конденсированного вещества // Химическая физика и мезоскопия. – 2012. – № 3. – С. 334–341.
- 9 Датчики давления Метран-43. Техническое описание и инструкция по эксплуатации СПГК.406233.016 ТО. Челябинск 2007.
- 10 Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом ТСМУ-205-М, ТСМУ-205Ех-М, ТСПУ-205-М, ТСПУ-205Ех-М, ТХАУ-205-М, ТХАУ-205Ех-М. Руководство по эксплуатации.
- 11 Сигнализатор наличия пламени СНП-1 [Электронный курс] –

Режим доступа: -URL: <https://www.nefteavtomatika.ru/content/signalizator-nalichiya-plameni-snp-1-свободный>. – Загл. с экрана.

12 Датчик расхода газа типа ДРГ.М и ДРГ.МЗ(Л). . Руководство по эксплуатации.

13 Счетчики-расходомеры жидкости и газа [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <http://www.bozna.ru/produkt-uslugi/schetchiki-rashodomery-gidkosti-i-gaza/242-schetchik-nefti> – свободный. – Загл. с экрана.

14 Программируемый логический контроллер [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-300.htm>

15 Нефтяные нагреватели и печи [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://gazovikoil.ru/neftyanyie-nagrevateli-i-pechi>

16 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 25.02.2022) [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664>

17 Федеральный закон от 28 декабря 2013 года N426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/499067392>

18 ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина» от 22 декабря 1976 г. N2798 [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012834>

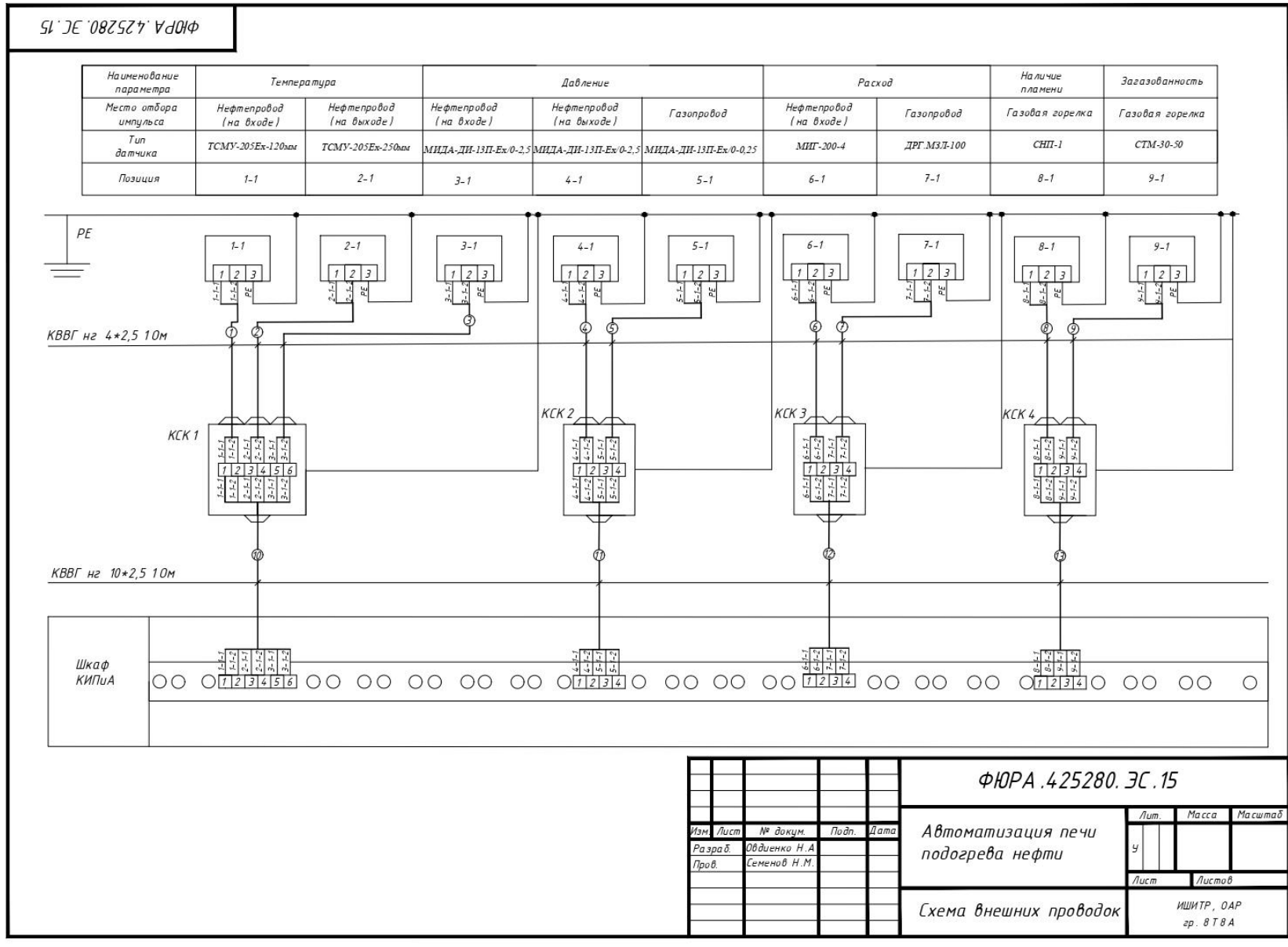
19 ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1979. – 9 с. [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913>

20 ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и производственные факторы [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>

- 21 ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313>
- 22 СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2021. – 496 с.
- 23 СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583>.
- 24 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017. – 122 с.
- 25 СП 51.13330.2011 Защита от шума [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097>
- 26 СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583>
- 27 Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [Электронный ресурс] – Режим доступа: –URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644>
- 28 СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования к пожарной безопасности [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108948>
- 29 СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156>

30 Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года, N2398 «Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» (с изменениями на 7 октября 2021 года) [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/608865219>

Приложение В



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Овдиенко Н.А.			
Пров.	Семенов Н.М.			

ФЮРА.425280.ЭС.15

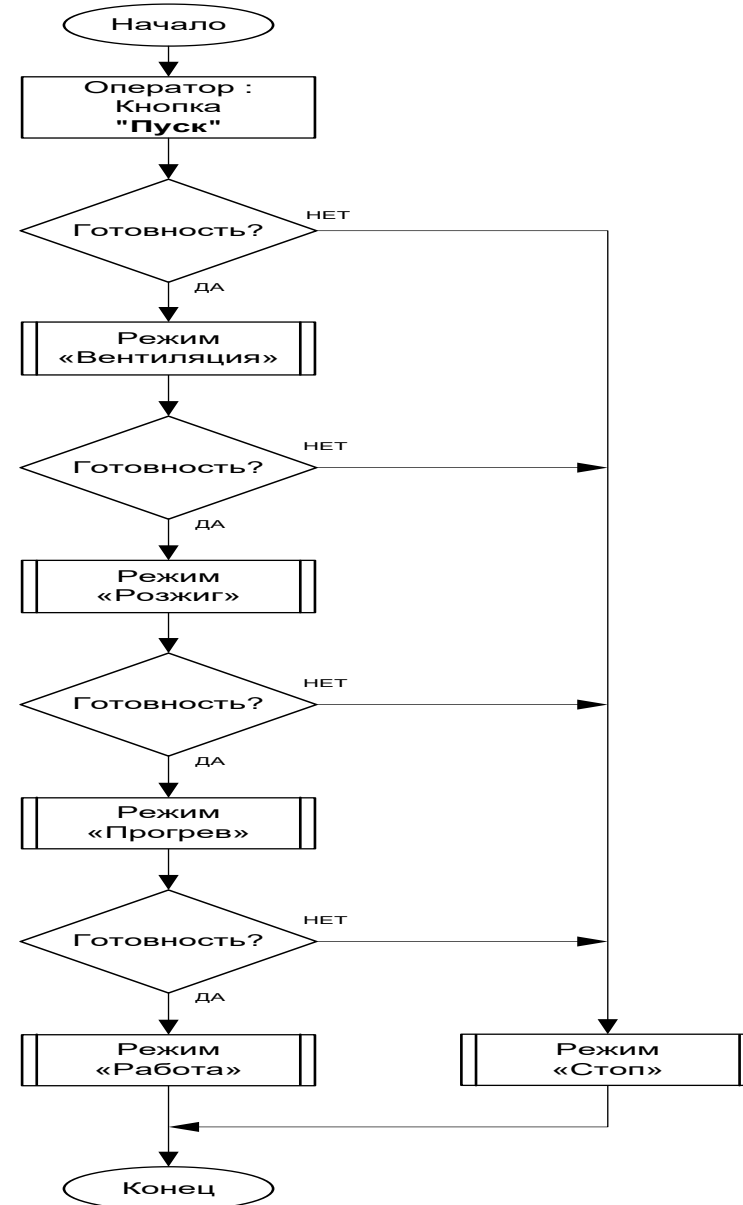
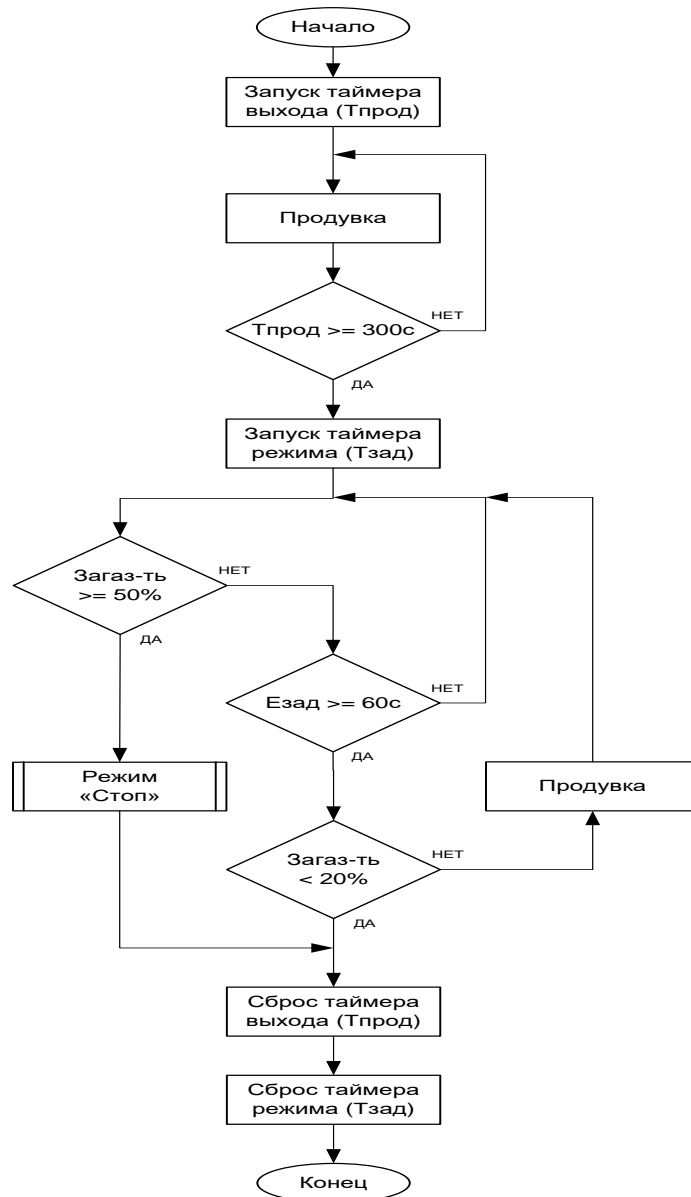
Автоматизация печи
подогрева нефти

Лит. _____ Масса _____ Масштаб _____

Лист _____ Листов _____

ИШИТР, ОАР
зр. 8 Т В А

Приложение Г



Приложение Д

