



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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Модернизация системы автоматизации блока насосной станции и нагревателя на установке комплексной подготовки нефти

УДК 681.5:622.276.53

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Исакин Макар Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль (при наличии)

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

Код компетенции	Наименование компетенции
	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

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

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
гр. 8Т92	Исакин Макар Александрович

Тема работы:

<i>Модернизация системы автоматизации блока насосной станции и нагревателя на установке комплексной подготовки нефти</i>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 03.02.2023, 34-90/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследования – блок насосной станции и нагреватель на установке комплексной подготовки нефти. Режим работы – непрерывный. Вид сырья – нефть. Требования к АС: обеспечение автоматического поддержания заданного технологического режима работы объекта исследования.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Описание технологического процесса; Выбор архитектуры АС; Разработка структурной схемы АС; Разработка схемы соединения внешних проводок; Выбор средств реализации АС; Разработка функциональной схемы АС; Разработка схемы информационных потоков АС; Разработка экранных форм АС; Выбор алгоритмов управления АС.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Функциональная схема технологического процесса; Обобщенная структура управления АС;

	Функциональная схема автоматизации, выполненная по ГОСТ 21.408.2013; Схема информационных потоков; Схема соединения внешних проводок; Блок схема алгоритма сбора данных измерений; Дерево экранных форм; SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта.
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы, профессор ООД ШБИП, д.э.н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель ООД ШБИП

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Исакин Макар Александрович		03.02.2023

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Уровень образования Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т92	Исакин Макар Александрович

Тема работы:

Модернизация системы автоматизации блока насосной станции и нагревателя на установке комплексной подготовки нефти

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

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Исакин Макар Александрович		03.02.2023

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 87 страниц, содержит 35 таблиц, 14 литературных источников, 10 приложений и 11 изображений.

Ключевые слова: установка комплексной подготовки нефти, система автоматического регулирования, программируемый логический контроллер, насосная станция, подогреватель, ПИД-регулятор, КИПиА, моделирование, автоматическое рабочее место, объект регулирования.

Объектом исследования является установка комплексной подготовки нефти.

Цель работы – модернизация системы автоматизации блока насосной станции и нагревателя на установке комплексной подготовки нефти.

В рамках данной выпускной квалификационной работы модернизируется автоматизированная система блока насосной станции и нагревателя установки комплексной подготовки нефти. Для этого будут выбраны средства реализации проекта, такие как контроллерное оборудование и контрольно-измерительные приборы. Также будут разработаны структурная схема, функциональная схема автоматизации, схема внешней проводки для соединения оборудования. Также в рамках данной работы будут созданы мнемосхема для SCADA и дерево экранных форм. Будет смоделирована система автоматического регулирования для блока насосной станции и нагревателя установки комплексной подготовки нефти.

В результате данной работы ожидается повышение эффективности работы установки, повышение уровня безопасности, повышение качества и точности производимых измерений технологических показателей установки.

Для выполнения работы использовались программные продукты: EPLAN Electric, Matlab Simulink R2021b, MasterSCADA.

Содержание

Введение	13
Определения, обозначения, сокращения.....	14
1. Техническое задание.....	16
1.1 Назначение и цели создания системы	16
1.2 Требования к техническому обеспечению	16
1.3 Требования к автоматике УКПН	17
1.5 Требования к программному обеспечению.....	18
1.6 Требования к метрологическому обеспечению	18
1.7 Требования к математическому обеспечению	18
1.8 Требования к интерфейсу оператора	18
2. Основная часть.....	20
2.1 Описание технологического процесса	20
2.2 Выбор архитектуры и профиля АС	20
2.3 Разработка структурной схемы АС	22
2.4 Функциональная схема автоматизации	23
2.5 Разработка схемы информационных потоков	23
2.6 Выбор средств реализации блока насосной станции и нагревателя на установке комплексной подготовки нефти	24
2.7 Выбор контроллерного оборудования.....	24
2.8 Выбор датчика давления.....	25
2.9 Выбор датчика температуры.....	26
2.10 Выбор сигнализаторов уровня.....	27
2.11 Выбор расходомера	28
2.12 Выбор уровнемера.....	29
2.13 Разработка схемы внешних проводок	30
2.14 Выбор алгоритмов управления АС.....	31
2.15 Алгоритм сбора данных	31
2.16 Алгоритм автоматического регулирования температуры в нагревателе нефти.....	32
2.17 Разработка экранной формы	34
2.18 Разработка дерева экранных форм	35
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИР	37
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	37
3.2 Анализ конкурентных технических решений	37
3.3 SWOT-анализ	39

3.4 Планирование научно-исследовательских работ	41
3.5 Определение трудоемкости выполнения работ	43
3.6 Разработка графика проведения исследования	46
3.7 Бюджет научно-технического исследования	46
3.8 Расчёт затрат на специальное оборудование.....	46
3.9 Основная заработная плата исполнителей темы	47
3.10 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	49
3.11 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	49
3.12 Накладные расходы.....	50
3.13 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	50
3.14 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	50
3.15 Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	53
4. Социальная ответственность	56
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	56
4.2 Производственная безопасность.....	58
4.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов	58
4.3.1 Легкие углеводороды	58
4.3.2 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой/низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	59
4.3.3 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	59
4.3.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	60
4.3.5 Повышенный уровень общей вибрации	60
4.3.6 Повышенный уровень шума	61
4.3.7 Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения	62
4.3.8 Длительное сосредоточенное наблюдение.....	63
4.3.9 Монотонность труда, вызывающая монотонию.....	63
4.4 Экологическая безопасность	64
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	65
4.6 Выводы по разделу «Социальная ответственность».....	66
Заключение	68
Список использованных источников	69

Приложение А (обязательное) Трехуровневая структурная схема	71
Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации	72
Приложение В (обязательное) Схема внешних электрических проводок	75
Приложение Г (обязательное) Алгоритм сбора данных	77
Приложение Д (обязательное) Дерево экранных форм	78
Приложение Е (обязательное) Мнемосхема	80
Приложение Ж (обязательное) Схема информационных потоков	81
Приложение И (обязательное) Функциональная схема установки	83
Приложение К (обязательное) План график	85
Приложение Л (обязательное) Возможные опасные и вредный факторы	86

Введение

Одной из самых быстрорастущих областей в промышленности в наше время является автоматизация. Используя автоматизированные системы управления можно исключить необходимость вмешательства человека в различные технологические процессы. Что в свою очередь ведёт к повышению эффективности производства, уменьшению несчастных случаев (повышению безопасности), удешевлению стоимости готовой продукции и услуг, повышению качества продукции. Для успешного внедрения автоматизированных систем требуются комплексное использование компонентов, таких как контроллеры, датчики, устройства ввода/вывода, автоматизированных рабочих мест и исполнительных устройств.

Большинство предприятий ставит перед собой целью увеличение прибыли при уменьшении возможных рисков, связанных с производством. В этом случае и рассматриваются варианты модернизации тех или иных этапов технологического процесса.

В качестве объекта модернизации и исследования рассматривается часть установки комплексной подготовки нефти, а именно блок насосной станции и подогревателя нефти. Объект модернизации включает в себя резервуар, служащий для хранения нефти, насосная станция и подогреватель нефти. Система служит для частичной подготовки нефти для последующего технологического процесса её обработки.

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе используются следующие термины с соответствующими им определениями:

автоматизированная система: это комплекс аппаратных и программных средств, предназначенных для управления различными процессами в рамках технологического процесса;

мнемосхема: графически изображённая упрощённая функциональная схема, которая расположена на экране автоматизированного рабочего места;

интерфейс оператора: набор аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, который служит для взаимодействия между системой и пользователем;

техническое задание: утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы;

технологический процесс: последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

автоматизированное рабочее место: программно-технический комплекс АС, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида (например, АРМ оператора-технолога, АРМ инженера, АРМ проектировщика и др.);

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

программируемый логический контроллер: микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени;

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

В данной работе используются следующие обозначения и сокращения:

OSI (Open Systems Interconnection) – эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

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

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ОУ – объект управления;

ПО – программное обеспечение;

АС – автоматизированная система;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

ТЗ – техническое задание;

ТП – технологический процесс;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ПИД-регулятор – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор;

ФСА – функциональная схема автоматизации.

1. Техническое задание

1.1 Назначение и цели создания системы

Установка комплексной подготовки нефти создана для подготовки нефти, полученной с нефтяных скважин. В процессе подготовки нефти из полученной водогазонефтяной смеси удаляются газ и вода, после чего подготовленная нефть отправляется в магистральный нефтепровод для дальнейшей реализации. Модернизируемая система служит для контроля технологического процесса нагрева нефти путём сбора данных с датчиков температуры, давления и расходомера. Полученные данные должны отображаться на экранной форме, которая расположена на автоматизированном рабочем месте. Также, на основе полученных данных, АСУ ТП обеспечивает работу заданных режимов технологического процесса, путём регулирования параметров в режиме реального времени. Регулирование параметров происходит как в автоматическом режиме, так и при помощи вмешательства технолога-оператора. Ещё одной целью создания АСУ ТП является повышение безопасности, а именно выявление предаварийных состояний технологического процесса и предотвращение аварий при помощи перевода оборудования в безопасный режим.

1.2 Требования к техническому обеспечению

Одним из главных требований к установке является устойчивость к температурным перепадам. Места, где обычно устанавливаются установки комплексной подготовки нефти, находятся в арктической зоне или зоне с резко континентальным климатом. Температура в этих климатических зонах изменяется сильно, диапазон температур от минус 50°С до плюс 50°С. Также эти климатические зоны обуславливают высокий уровень коррозии у оборудования, что в свою очередь требует использовать оборудование с высоким уровнем стойкости к коррозии. Уровень защиты от влаги и пыли следует использовать не менее чем IP55.

Используемые в системе датчики должны отвечать стандартам взрывобезопасности, так как устанавливаются на взрывоопасном производстве. При выборе контрольно-измерительных приборов следует отдавать предпочтение приборам с искробезопасными цепями.

Разрабатываемая система должна иметь возможность расширения путём подключения новых модулей, в следствии чего необходимо использовать систему с резервом по каналам от 20% и выше.

Современные требования надежности требуют от оборудования следующие характеристики: время наработки не менее 100 тыс. часов; срок службы не менее 10 лет.

1.3 Требования к автоматике УКПН

Модернизируемая система должна обеспечивать следующие пункты:

Измерение:

- значение давления нефти на входе в нагреватель;
- значение давления нефти на выходе из нагревателя;
- значение давления нефти на выходе из резервуара;
- значение уровня нефти в резервуаре;
- значение расхода газа, подаваемого в нагреватель;
- значение температуры нефти на входе в нагреватель;
- значение температуры на выходе из нагревателя;
- значение температуры нагревателя.

Управление:

- подогревателем;
- насосом, установленным на выходе из резервуара;
- индикация уровней жидкости в резервуаре;
- вывод данных технологического процесса на экране АРМ в режиме реального времени.

1.5 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение должно обеспечивать передачу данных от датчиков к следующему уровню обработки данных. Обеспечивать передачу регулирующего воздействия на исполнительные устройства. Также программное обеспечение должно иметь возможность модификации, российское происхождение и возможность восстановления данных после аварий.

Состав программного обеспечения должен включать в себя: основное ПО, инструментальное ПО, специальное ПО, системное ПО.

1.6 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение регулирует точность данных, которыми система оперирует. В свою очередь погрешность для датчиков давления должна быть менее 1 %, также и у расходомера. Для датчиков температуры погрешность должна находиться на уровне меньше 0.2 %. Самый высокий уровень точности в рамках данной работы необходим для уровнемера и равен 0.125 %.

1.7 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение АС включает в себя: математическую модуль объекта проектирования, совокупность математических методов и моделей, алгоритмы выполнения расчетов и алгоритмов обработки информации. Математическое обеспечение служит для реализации проектируемых АС и их эксплуатации путём использования единого математического аппарата.

1.8 Требования к интерфейсу оператора

Сообщения о состоянии технологического процесса должны быть на русском языке. Системные сообщения также должны быть на русском языке, но ещё допускается использование английского языка.

Мнемосхемы, которые наблюдает оператор, должны отображать в полной мере информации об объекте, а именно:

- количество и состав технологического оборудования;
- значение каждого параметра технологического процесса;
- динамику изменения параметров технологического процесса в реальном времени.

Показываемы на экране тренды должны показывать историю изменения параметров и показатели в реальном времени. История трендов должна быть в постоянном доступе.

В случае аварии и предаварийной ситуации на экране должна быть возможность просмотра истории предупреждений и истории изменения показателей технологического процесса для определения момента аварии и перехода на предаварийное состояние.

Также интерфейс оператора должен иметь возможность формирования отчетов по состоянию технологического процесса.

2. Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

Из нефтяных скважин получается не чистая нефть, а водогазонефтяная смесь, которая требует подготовки, перед тем как отправится в магистральный трубопровод. Для этой цели используется установка комплексной подготовки нефти. Суть данной установки в исключении из водогазонефтяной смеси всех лишних элементов, таких как вода, газ, твердые частицы.

Добытая из скважины водогазонефтяная смесь отправляется к площадке подключения при помощи нефтепровода. Площадка подключения состоит из резервуаров, который выполняют роль буфера и собирают водогазонефтяную смесь с мест добычи. В коллектор добавляют химические реагенты, которые хранятся в специальном хранилище, чтобы улучшить показатели неподготовленной нефти перед отправкой на следующий этап подготовки.

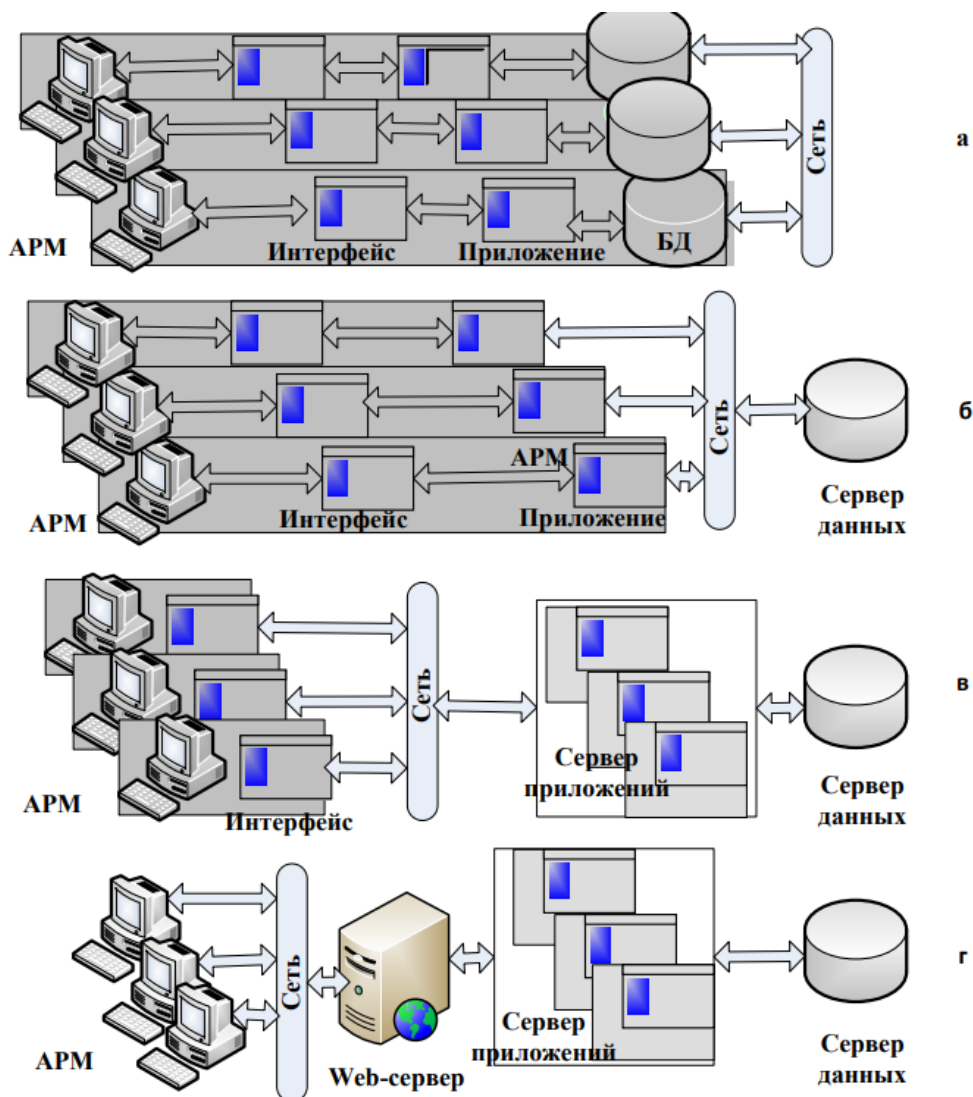
Следом неподготовленная нефть проходит этапы сепарации. Первый этап сепарации заключается в удалении из водогазонефтяной смеси газа, который отправляется на газовый факел, либо после дополнительной обработки этот газ может использоваться в других процессах. На второй стадии, когда почти весь газ убран из смеси, водогазонефтяная смесь отправляется на нагреватель нефти, где смесь нагревают до определенной температуры, которая установлена технологом для данной марки нефти с конкретной скважины, после чего из смеси удаляется вода.

После всех ступеней сепарации нефть отправляется в резервуар, после которого отправляется в магистральный нефтепровод.

2.2 Выбор архитектуры и профиля АС

Архитектура АС задает структуру проектируемой АС, выполняемые АС функции и взаимосвязь основных компонентов АС. При выборе архитектуры АС стоит выбор между современными и известными типовыми решениями (Рисунок 1): файл-серверная архитектура, клиент-серверная архитектура,

трехуровневая клиент-серверная архитектура и архитектура на основе Internet/Intranet- и CGI/API-технологий.



а – одноуровневая файл-серверная архитектура; б – двухуровневая клиент-серверная архитектура; в – трехуровневая клиент-серверная архитектура; г – четырехуровневая архитектура

Рисунок 1 – Типовые архитектуры АС

В рамках модернизируемой системы наиболее подходящей архитектурой выйдут трехуровневая клиент-серверная архитектура по причине ряда преимуществ в сравнении с другими. Данная архитектура экономит вычислительные возможности предприятия благодаря использованию сервера приложения, который может быть запущен в нескольких экземплярах на разных компьютерах. Между сервером приложений и системой управления базой данных существует небольшой трафик, что уменьшает нагрузку на сервер данных, что в свою очередь ведёт к увеличению работы скорости

системы. Также данная архитектура позволяет заметно дешевле увеличивать функциональность АС и обновлять ее ПО.

Цель создания профиля АС состоит в улучшении технико-экономических показателей проектируемой АС (стоимость, трудоемкость, длительность и другие). Для модернизируемой АС профиль прикладного ПО включает в себя SCADA-систему MasterSCADA. Профиль среды представляет собой операционную систему Microsoft Windows 11. В качестве профиля защиты информации будут использованы стандартные средства защиты операционной системы Microsoft Windows 11. При выборе профиля инструментальных средств решено использовать среду разработки CoDeSys.

2.3 Разработка структурной схемы АС

В данной АС объектом управления является насосная станция и нагреватель установки комплексной подготовки нефти. Измеряется температура нагревателя, уровень нефти в резервуаре, давление и температура в трубопроводах подачи газа, который поступает в печь нагревателя, и давление перед насосом.

Структура АС состоит из трёх уровней, каждый из которых расписаны ниже. Данная структура приведена в приложении А.

Нижний уровень: 1 расходомер, 4 датчика давления, 4 сигнализатора уровня, 5 датчиков температуры, клапан с электроприводом.

Средний уровень: локальный программируемый логический контроллер.

Верхний уровень: локальная сеть Ethernet, состоящая из сервера базы данных и компьютеров, на которых установлено определенное ПО (Microsoft Windows 11, MasterScada).

Данные с нижнего уровня, полученные с датчиков, поступают на средний уровень в ПЛК. ПЛК выполняет функции сбора, первичной обработки и хранения данных о технологическом процессе и состоянии всего оборудования. Также ПЛК выполняет функции управления и регулирования в автоматическом режиме, которые были ему предписаны. Далее информация с ПЛК отправляется на следующий уровень. На верхнем уровне данные с ПЛК

попадают в информационную локальную сеть, которая обеспечивает доступ к этой информации с АРМ диспетчера/оператора. Связь между средним и верхним уровнем обеспечивает коммуникационный контроллер.

2.4 Функциональная схема автоматизации

При создании функциональной схемы автоматизации следуют руководствоваться ГОСТ 21.404-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-2014 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов».

На функциональной схеме автоматизации выделено 14 каналов измерения показателей технологического процесса и два канала управления. Каналы с 12 по 14 выполняют автоматическое поддержание заданной температуры в подогревателе нефти. Функциональная схема автоматизации представлена в приложении Б.

2.5 Разработка схемы информационных потоков

Для разработки схемы информационных потоков необходимо учитывать трехуровневую иерархию АС. Три уровня сбора, обработки и хранения информации.

Верхний уровень. Данный уровень отвечает за архивное хранение всей информации, полученной со среднего и нижнего уровня. Информация на данном уровне представляет собой экранные формы и мнемосхемы. В зависимости от сложности и требований для проекта, на этом уровне также создаётся вся необходимая отчётность по технологическому процессу.

Средний уровень представляет собой буферную зону. На данном уровне происходит связь между верхним и нижним уровнем. Данный уровень также хранит текущую информацию о технологическом процессе.

Нижний уровень отвечает за сбор и обработку данных с датчиков, то есть сбор сигналов аналоговых и дискретных, их обработку.

2.6 Выбор средств реализации блока насосной станции и нагревателя на установке комплексной подготовки нефти

В рамках данного раздела предстоит произвести сравнительный анализ средств для модернизации АС. Необходимо выбрать измерительные средства и контроллер. Цель измерительных средств в сборе информации о протекании технологического процесса, а цель контроллера в анализе полученных данных и создание управляющего воздействия для поддержания оптимального технологического процесса.

2.7 Выбор контроллерного оборудования

Критически важным элементом в проектировании АС является контроллерное оборудование. В данном разделе будут рассмотрены 3 варианта программируемых логических контроллеров: ОВЕН ПЛК 150, ЭЛСИ-ТМК и Siemens S7-1500.

Таблица 1 – Выбор контроллерного оборудования

Контроллер	ОВЕН ПЛК 160 [M02]	ЭЛСИ-ТМК	Siemens S7-1500
Рабочая температура, °С	от минус 40 до плюс 50	от минус 25 до плюс 60	от минус 40 до плюс 70
Интерфейсы	RS-232, RS-485, Ethernet	RS-232, RS-485, Ethernet	RS-232C, RS-485, Ethernet, RS-422, PROFIBUS
Количество аналоговых каналов ввода/вывода	12	24	12
Количество дискретных каналов ввода/вывода	28	64	24
Протоколы передачи данных	Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP, ОВЕН	Ethernet TCP/IP, Etherbus, Modbus RTU, Modbus TCP/IP	PPI, Modbus RTU, TCP
Время наработки на отказ, ч.	60000	90000	150000
Стоимость, руб.	65000	350000	1500000

Сравнивая варианты контроллерного оборудования выбор пал на использование ОВЕН ПЛК 160 [M02] (Рисунок 2).



Рисунок 2 - ОВЕН ПЛК 160 [M02]

Характеристики данного ПЛК являются достаточными для реализации проекта, при этом не увеличивая сильно стоимость проекта. Также в рамках современной ситуации в мире выбор предпочтительно делать в сторону отечественного производителя оборудования.

2.8 Выбор датчика давления

Для реализации проекта модернизации необходимо измерять давление газа, поступающего и выходящего из нагревателя, давление нефти до насоса и давление нефти до нагревателя и после нагрева. В связи с чем встаёт вопрос установки датчиков давления. Будут рассмотрены 3 датчика давления: НМР 331, Rosemount 3051, Метран-150TG.

Таблица 2 – Сравнение датчиков давления

Датчик давления	НМР 331	Rosemount 3051	Метран-150TG
Диапазон измерений	от 0 до 60 МПа	от 0 до 13.7 МПа	от 0 до 1 МПа
Погрешность измерений	±0,1 %	±0,04 %	±0,075 %
Температура измеряемой среды, °С	от минус 40 до плюс 125	от минус 40 до плюс 125	от минус 40 до плюс 85

Продолжение таблицы 2 – Сравнение датчиков давления

Датчик давления	HMP 331	Rosemount 3051	Метран-150TG
Средний срок службы	12 лет	10 лет	15 лет
Средняя наработка на отказ, ч.	100000	50000	150000
Степень защиты	IP68	IP68	IP66
Стоимость, руб.	28490	44990	79900

Водогазонефтяная смесь имеет температуру от минус 10 до плюс 50 на входе в систему и до 80 градусов по Цельсию на выходе из системы, давление до 1.6 Мпа. Исходя из этих параметров наиболее подходящим датчиком выглядит HMP 331. Его характеристики достаточны, а цена ниже чем у конкурента в виде Rosemount 3051.



Рисунок 3 – Датчик давления HMP 331

2.9 Выбор датчика температуры

В рамках модернизируемой системы также стоит выбор подходящего датчика температуры. Температура водогазонефтяной смеси на входе в систему до нагревателя изменяется от минус 10 до плюс 50 градусов Цельсия. После прохождения процедуры нагрева смесь нагревается до 80 градусов Цельсия. Выбор стоит между тремя датчиками температуры: Элемер ТС-1088, Rosemount 0065, Метран 274.

Таблица 3 – Сравнение датчиков температуры

Датчик температуры	Элемер ТС-1088	Rosemount 0065	Метран 274
Диапазон измерений, °С	от минус 40 до плюс 125	от минус 40 до плюс 85	от минус 50 до плюс 180
Погрешность измерений	±0,1 %	±0,08 %	±0,25 %
Степень защиты	IP68	IP68	IP67
Выходной сигнал	4-20 мА	4-20 мА	4-20 мА
Время наработки на отказ, ч.	100 000	150 000	100 000
Срок службы, г.	10	15	10
Цена, руб.	12800	210000	23000

В рамках нынешней политической ситуации выбор стоит между отечественными производителями. Наиболее подходящим выглядит Элемер ТС-1088, его характеристики удовлетворяют потребностям, при этом цена ниже, чем у Метран 274.

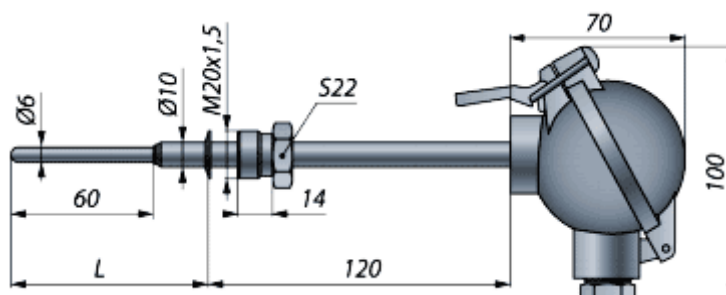


Рисунок 4 – Датчик температуры Элемер ТС-1088

2.10 Выбор сигнализаторов уровня

В рамках данного проекта в резервуаре устанавливается 4 сигнализатора уровня. Рассмотрено будет 3 варианта сигнализаторов уровня: NivoSWITCH, Rosemount 2120, СКАТ-5-Ж.

Таблица 4 – Сравнение сигнализаторов уровня

Сигнализатор уровня	NivoSWITCH	Rosemount 2120	СКАТ-5-Ж
Температура рабочей среды, °С	от минус 40 до плюс 130	от минус 40 до плюс 150	от минус 45 до плюс 165
Точность измерений	±1,00 мм	±1,00 мм	±5,00 мм
Срок службы, г.	15	15	8
Время наработки на отказ, ч.	150000	150000	50000
Степень защиты	IP67	IP67	IP65
Цена	35000	80000	34200

Выбор решено сделать в пользу NivoSWITCH, который обладает подходящими характеристиками.



Рисунок 5 – Сигнализатор уровня NivoSWITCH

2.11 Выбор расходомера

В рамках модернизации стоит вопрос выбора подходящего расходомера, который будет следить за количеством поступающей водогазонефтяной смеси. Рассмотрены три следующие варианта: Метран 370, Rosemount 8750 и Метран 350.

Таблица 5 – Сравнение расходомеров

Датчик	Метран 370	Rosemount 8750	Метран 350
Диапазон измерений, м ³ /ч	от 0.21 до 48957	от 0.08 до 48354	от 0.08 до 49137
Температура измеряемой среды, °С	от минус 30 до плюс 180	от минус 30 до плюс 177	от минус 40 до плюс 400

Продолжение таблицы 5 – Сравнение расходомеров

Датчик	Метран 370	Rosemount 8750	Метран 350
Погрешность измерений	±0,5 %	±0,25 %	±0,8 %
Степень защиты	IP68	IP67	IP68
Время наработки на отказ, ч.	100000	150000	150000
Срок службы, г.	15	10	10
Цена, руб.	70000	135580	122810

Выбран расходомер Метран 350. Характеристики устраивают для использования в рамках проекта, при этом самая низкая цена.



Рисунок 6 – Расходомер Метран 350

2.12 Выбор уровнемера

Для измерения уровня нефти в резервуаре необходимо выбрать уровнемер. Рассмотрим три следующие варианта: PiloTREK, Rosemount 5300, Сапфир ДУ22.

Таблица 6 – Сравнение уровнемеров

Уровнемер	PiloTREK	Rosemount 5300	Сапфир ДУ22
Диапазон измерений, м	от 0 до 23	от 0.1 до 50	от 0.25 до 10
Температура измеряемой среды, °С	от минус 30 до плюс 180	от минус 60 до плюс 75	от минус 40 до плюс 80
Погрешность измерений, мм	±2 мм	±2 мм	±12 мм

Продолжение таблицы 6 – Сравнение уровнемеров

Уровнемер	PiloTREK	Rosemount 5300	Сапфир ДУ22
Степень защиты	IP68	IP67	IP68
Срок службы, г	15	10	8
Время наработки на отказ, ч.	100000	80000	70000
Цена, руб.	115000	83200	40000

Для реализации модернизации выбран радарный уровнемер PiloTREK, так как другие уровнемеры не удовлетворяют требованиям надежности для модернизируемой системы.

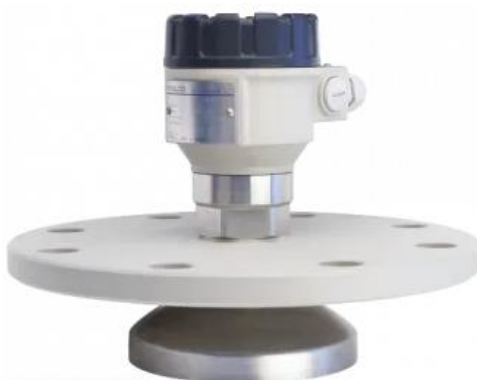


Рисунок 7 – Радарный уровнемер PiloTREK

2.13 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешних проводок – это схема представляющая собой исчерпывающее представление электрических соединений, которые соединяют оборудование и устройства автоматизации. Схема внешних проводок показывает соединение как в щитах, так и за их пределами, и соединение между щитами.

Все сигналы, поступающие от датчиков и исполнительных механизмов, передаются по кабелям и направляются на клеммные соединительные коробки. Оттуда они направляются на панель управления оператора. Клеммные соединительный коробки предназначены для подключения кабелей при монтаже различных видов технологического оборудования.

Схема внешних проводок включает в себя оборудование, которое используется в модернизации АС:

- уровнемер PiloTREK;
- расходомер Метран 350;
- сигнализаторы уровня NivoSWITCH;
- датчики температуры Элемер ТС-1088;
- датчики давления НМР 331.

Для передачи информации с датчиков, установленных на полевом уровне, на щит будет использоваться кабель контрольный с токопроводящей медной жилой. Кабель должен использоваться экранированный и негорючий, конкретно будет использован КВВГЭнг, имеющий оболочку из поливинилхлоридного пластика и изоляцию из того же материала.



Рисунок 8 – Кабель КВВГЭнг

Схема внешних электрических проводок представлена в приложении В

2.14 Выбор алгоритмов управления АС

В рамках данной работы выбраны 2 варианта алгоритмов управления АС. Первый алгоритм АС будет собирать данные измерений с датчиков установленных на резервуаре с нефтью. Второй алгоритм будет обеспечивать оптимальный показатель технологического процесса, а именно регулирование температуры в нагревателе нефти.

2.15 Алгоритм сбора данных

Алгоритм сбора данных с резервуара представлен в приложении Г. Четыре сигнализатора уровня обеспечивают достоверную информацию о заполнении резервуара и помогают выработать управляющее воздействие в

случае предельно низкого и предельно высокого уровня водогазонефтяной смеси в резервуаре.

2.16 Алгоритм автоматического регулирования температуры в нагревателе нефти

Основная задача нагревателя заключается в нагреве водогазонефтяной смеси до заданной технологическим процессом температуры. В зависимости от температуры подаваемой водогазонефтяной смеси необходимо изменять количество тепла в нагревателе, чтобы поддерживать заданную технологическим процессом температуру. Для создания алгоритма управления будет использован Matlab Simulink, где будут учтены параметры технологического процесса. Также будет добавлен ПИД-регулятор для обеспечения более хорошего качества регулирования системы.

Объектом управления в проектируемой системе является нагреватель. Оператор-технолог задаёт необходимое значение температуры нагревателя. После чего данное значение отправляется в ПЛК, где происходит сравнение температуры с датчика, установленного на нагревателе, и значение температуры, которое задал оператор-технолог. На основе сравнения создается управляющее воздействие на задвижку, которая регулирует количество поступающего газа в печь. От количества сжигаемого газа и изменяется температура нагревателя.

Передаточные функции:

– частотный преобразователь:

$$W(s) = \frac{k_1}{T_1 * s + 1}; k_1 = \frac{f_H}{I_B} = \frac{50}{16} = 3,125; \quad (1)$$

где k_1 – передаточный статический коэффициент преобразователя;

T_1 – постоянная времени преобразователя;

f_H – частота, обеспечивающая номинальный режим работы;

I_B – входное напряжение управления.

$$T_1 = T\phi + \frac{1}{2 * m * f_H} = 0,003 + \frac{1}{2 * 3 * 50} = 0,0063; \quad (2)$$

где $T\phi$ – постоянная времени импульсно-фазового управления (СИФУ);

f_H – частота, обеспечивающая номинальный режим работы;

m – число фаз.

– асинхронный двигатель:

$$W(s) = \frac{k_2}{T_2 * s + 1}; \quad k_2 = \frac{W_D}{f_H} = \frac{2 * 3,14 * 2000}{60 * 50} = 4.19; \quad T_2 = 0.08; \quad (3)$$

где k_2 – статический передаточный коэффициент;

W_D – угловая скорость вращения двигателя;

f_H – частота, обеспечивающая номинальный режим работы;

T_2 – постоянная времени электродвигателя.

– преобразование сжигания газа в тепло:

$$W(s) = 20000; \quad (4)$$

– нагреватель:

$$W(s) = \frac{k_3}{T_3 * s + 1}; \quad k_3 = 0,075; \quad T_3 = 225. \quad (5)$$

где k_3 – передаточный статический коэффициент нагревателя;

T_3 – постоянная времени нагревателя.

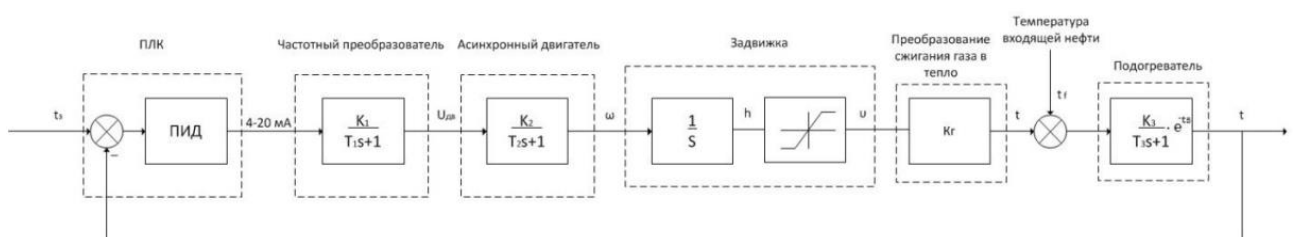


Рисунок 9 – Функциональная схема алгоритма поддержания температуры нагревателя

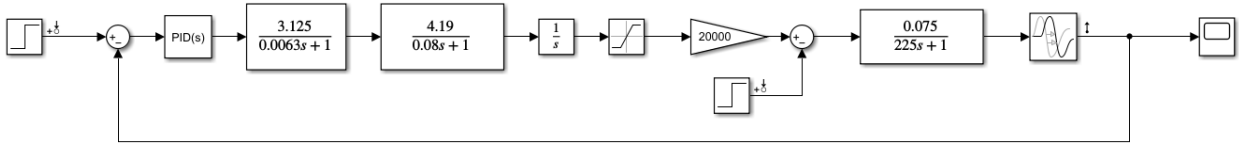


Рисунок 10 – Модель процесса стабилизации температуры нагревателя

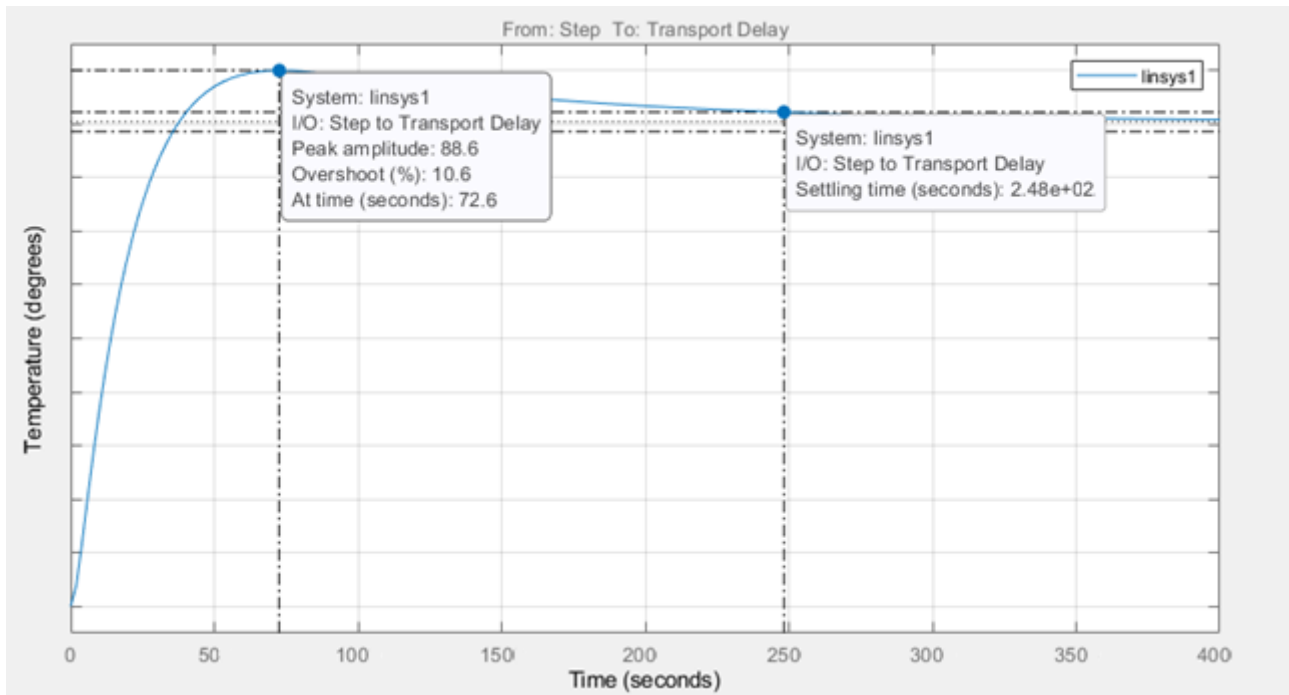


Рисунок 11 – График переходного процесса

В результате моделирования получены следующие характеристики: перерегулирования 10.6 % и время переходного процесса 2480 секунд. Для настройки параметров ПИД-регулятора было решено использовать автоматические средства Simulink, которые позволяют в короткий срок достаточно точно настроить регулятор под необходимые условия.

2.17 Разработка экранной формы

Экранные формы для управления АС были созданы при помощи программы MasterSCADA. Данная программа позволяет создавать обширные экранные формы, которые удовлетворяют всем критериям заказчиков. Для работы систем, созданных в программе необходимо наличие компьютеров и экранов, на которых будет выводиться вся информация о технологическом процессе. Также данная программа имеет возможность работы с OPC-

серверами, что расширяет список возможного оборудования, которое можно использовать с данной программой.

2.18 Разработка дерева экранных форм

Готовое дерево экранных форм представлено в приложении Д.

Процесс доступа к мнемосхеме выглядит следующим образом: оператор вводит свои логин и пароль на АРМ. Если данные введены корректно, то оператор получает доступ к мнемосхемам, где расположены объекты системы. Эти объекты включают резервуар, насосную станцию и нагреватель нефти. Также в рамках мнемосхемы оператор имеет доступ к нормативным документам, необходимым при работе с установкой. При помощи данных документов он может узнать необходимые ему нормативные характеристики установки. Также мнемосхема имеет уровни для отдельных мнемосхем для отдельных узлов схемы. Например, с общей мнемосхемы, где расположены все элементы установки, можно перейти к конкретному элементу этой установки в новом окне.

Мнемосхема блока насосной станции и нагревателя установки комплексной подготовки нефти расположена в приложении Е.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т92	Исакину Макару Александровичу

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оклад руководителя – 37700 руб. Оклад инженера – 19200 руб.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Накладные расходы – 16% Районный коэффициент – 1.3</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала:

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Альтернативы проведения НИ</i> 3. <i>Матрица SWOT</i> 4. <i>График проведения и бюджет НИ</i> 5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>
--

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
--	--

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	д.э.н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Исакин Макар Александрович		

3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИР

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, имеющие УКПН для очистки, переработке и транспортировки нефти и газа. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия, имеющие УКПН. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система контроля и управления приемом, осушкой и транспортировкой нефти, а также автоматическая система регулирования определенными параметрами технологического процесса.

В таблице 7 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности.

Таблица 7 – Карта сегментирования рынка

		Направления деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер организации	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				

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

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП УКПН, существующая система управления

УКПН, и проект АСУ ТП сторонней компанией. Анализ проводится экспертным методом, где 5 – самая сильная сторона, а 1 – самая слабая.

Таблица 8 – Оценочная карта

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Ф	Б _{К1}	Б _{К2}	К _Ф	К _{К1}	К _{К2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,08	5	1	4	0,4	0,08	0,32
Удобство эксплуатации	0,09	3	2	4	0,27	0,18	0,36
Помехоустойчивость	0,08	2	3	2	0,16	0,24	0,16
Надежность	0,14	5	2	5	0,7	0,28	0,7
Безопасность	0,14	5	3	5	0,7	0,42	0,7
Функциональная мощность	0,04	2	2	1	0,08	0,08	0,04
Простота эксплуатации	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
Качество интеллектуального интерфейса	0,06	4	0	4	0,24	0	0,24
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,03	5	0	5	0,15	0	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,04	2	1	3	0,08	0,04	0,12
Цена	0,09	3	5	1	0,27	0,45	0,09
Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	4	3	5	0,32	0,24	0,4
Финансирование научной разработки	0,04	2	1	1	0,08	0,04	0,04
Уровень проникновения на рынок	0,04	1	5	3	0,04	0,2	0,12
Итого:	1	48	31	47	3,74	2,4	3,64

Анализ конкурентных технических решений рассчитывается по формуле

():

$$K = \sum B_i * B_i, \quad (6)$$

где, К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

В оценочной карте для сравнения конкурентных технических решений (разработок). Исходя из расчётов, сделанных выше, можно сделать вывод, что разработка имеет высокий уровень конкурентоспособности.

Позиции конкурентов уязвимы с точки зрения проникновения на рынок. Кроме того, стоит выделить и аспект связанный с повышением производительности, в котором конкуренты также уязвимы.

3.3 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.

На основе анализа рынка и конкурентных технических решений необходимо составить матрицу SWOT-анализа, в которой показаны сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для разработки. Матрица SWOT представлена в таблице 9. На втором этапе проведения SWOT-анализа проводится составление интерактивных матриц проекта, в которых производится анализ соответствия параметров SWOT каждого с каждым. Соотношения параметров представлены в таблицах 9.

Таблица 9 – Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Более низкая цена. С2. Повышенная конкурентоспособность. С3. Экономичность и энергоэффективность проекта. С4. Интуитивно понятный интерфейс	Слабые стороны: Сл1. Отсутствие у потребителей квалифицированных кадров. Сл2. Большой срок поставок используемого оборудования. Сл3. Отсутствие финансирования научных разработок.
--	--	---

<p>Возможности:</p> <p>В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p>В2. Использование существующего программного обеспечения</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>1. В1С1С4 – более низкая цена и понятный интерфейс способствует появлению дополнительного спроса на продукт.</p> <p>2. В2С1С2С3 – использование существующего программного обеспечения позволит снизить цены и повысить конкурентоспособность.</p> <p>3. В2С1 – при повышении стоимости конкретных разработок наша разработка становится более дешёвой, тем самым привлекая больше клиентов</p>	<p>1. В1Сл3 – благодаря появлению дополнительного спроса на продукт, можно найти новых инвесторов.</p> <p>2. В2Сл1Сл3 – за счет использования существующего программного обеспечения, повышается количество квалифицированных кадров способных пользоваться данным продуктом.</p> <p>3. В3Сл2Сл3 – проявление все большего и большего интереса к разработке.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У2. Прекращение поддержки руководителей разработки.</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>	<p>1. У1С1С2С4 – более низкая цена и понятный интерфейс способствует появлению дополнительного спроса на продукт.</p> <p>2. У2С3 – Экономичность и энергоэффективность проекта уменьшит риск прекращения поддержки разработки руководителем.</p> <p>3. У3С1С2 – Повышенная конкурентоспособность и низкая цена повысят интерес государства к проекту.</p>	<p>1. У1Сл1Сл2Сл3 - Отсутствие спроса на продукт, задержка поставок, отсутствие финансирования может привести к полному провалу проекта.</p> <p>2. У2Сл2Сл3 – поиск новых инвесторов и поставщиков вернет поддержку руководителя разработки.</p> <p>3. У3Сл2Сл3 – поиск новых инвесторов и поставщиков</p>

Таблица 10 – Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	-	-	+
	B2	+	+	+	-
	B3	+	-	-	-

Таблица 11 – Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	-	+
	B2	+	-	-	+
	B3	-	+	+	+

Таблица 12 – Интерактивная матрица для сильны сторон и угроз

Угрозы развития проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	+	+	-	+
	У2	+	-	+	-
	У3	+	+	-	-

Таблица 13 – Интерактивная матрица для слабых сторон и угроз

Уязвимости проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	+
	У2	-	+	+	+
	У3	-	+	+	+

В результате был выполнен SWOT-анализ проекта.

3.4 Планирование научно-исследовательских работ

Для реализации проекта создаётся рабочая группа, состоящая из двух сотрудников (научный руководитель и студент). Составим список этапов и

работ, которые необходимо выполнить в рамках данной дипломной работы. Также в рамках раздела произведём распределение исполнителей по типам работ.

Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Студент
	4	Календарное планирование работ	Научный руководитель
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Научный руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Студент
	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Студент
	12	Составление схемы информационных потоков	Студент
	13	Разработка схемы внешних проводок	Студент
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Студент
	15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Студент
	16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент

	17	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент
Оформление отчёта	18	Составление пояснительной записки	Студент

В результате выполнения данного пункта был создан перечень этапов и работ, подлежащих выполнению.

3.5 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (7)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями (Формула 3). Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (8)$$

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 того, чтобы было удобней строить диаграмму Ганта, необходимо длительность каждого из этапов работ из рабочих дней были переведены в календарные дни. Поэтому воспользуемся формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (9)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (10)$$

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

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

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

Получим, что $k_{\text{кал}} = \frac{365}{365-118} = 1,48$.

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность в календарных днях
	t min	t max	t ож			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	2	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	1	3,2	5
Изучение существующих объектов проектирования	2	5	3,2	1	3,2	5
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	1	3	1,8	1	1,8	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	4	2,8	1	2,8	4
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Оценка эффективности полученных результатов	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Определение целесообразности проведения ОКР	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	2	1,4	1	1,4	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Составление схемы информационных потоков	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов сбора данных	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	4	2,8	1	2,8	4
Проектирование SCADA-системы	2	5	3,2	1	3,2	5
Составление пояснительной записки	1	3	1,8	1	1,8	3
Итого: научный руководитель					2,05	5
Итого: инженер					26,6	41

3.6 Разработка графика проведения исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График проведения научного исследования представлен в форме диаграммы Ганта в приложении К.

3.7 Бюджет научно-технического исследования

В данном разделе рассчитывается стоимость технического обеспечения, используемого в разработке проекта. В таблице 16 приведены материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 16 – Материальные затраты НТИ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Контроллер ОВЕН ПЛК160	шт.	1	65000	80800
Расходомер Метран 350	шт.	2	38000	95000
Датчик давления НМР 331	шт.	5	28490	178000
Датчик температуры Элемер ТС-1088	шт.	4	1280	6400
Уровнемер PiloTREK	шт.	1	115000	143000
Сигнализатор уровня NivoSWITCH	шт.	4	30000	150000
Итого:				653 200

3.8 Расчёт затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного. В таблице 17 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ: Таблица 17 – расчет бюджета затрат на приобретения ПО.

Таблица 17 – Затраты на приобретение ПО

№ 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 Simulink	1	6 737	6 737
Итого:				33 382

3.9 Основная заработная плата исполнителей темы

Учитывается основная заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, и дополнительная заработная плата:

$$Z_{ЗП} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (11)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{бн} \cdot T_p, \quad (12)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (13)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течении года:

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

F_D – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер (Студент)
Календарное число рабочих 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 (F_D)	243	271

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{mc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (14)$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

Тарифная заработная плата Z_{mc} находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_T и учитывается по единой для бюджетных организаций тарифной сетке.

Таблица 19 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	37 700	0,3	0,2	1,3	73 515	3146,3	5	15 731,5
Студент	19 200	0,3	0,2	1,3	37 440	1436,8	40	57 472
Итого:								73 203,5

3.10 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчёт дополнительной заработной платы ведётся по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (15)$$

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

В таблице 20 представлен расчет дополнительной заработной платы.

Таблица 20 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{осн}}$, руб	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{доп}}$, руб.
Научный руководитель	15 731,5	0,12	1 887,78
Студент	57 472	0,12	6 896,64
Итого:			8 784,42

3.11 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (16)$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	15 731,5	1 887,78
Студент	57 472	6 896,64
Отчисления во внебюджетные фонды	30%	
Итого		
Руководитель	5 285,784	
Студент	19 310,592	
Итого	24 596,376	

В результате вычислений отчисления во внебюджетные фонды составит:
24 596,376 руб.

3.12 Накладные расходы

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

Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 - 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (17)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов возьмем в размере 16%.

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= 0,16 \cdot (611925 + 33382 + 73203,5 + 8784,42 + 24596,376) \\ &= 120302,6 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.13 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет бюджета НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НИИ	653 200
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	33 382
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	73 203,5
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8 784,42
Отчисления во внебюджетные фонды	24 596,376
Накладные расходы	120 302,6
Бюджет затрат НИИ	913 468,896

Бюджет затрат на НИИ получился равным 948 468,896 руб.

3.14 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчёта интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

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

Для расчета интегрального показателя финансовой эффективности возьмем стоимость существующей АСУ, стоимость проекта сторонней организации и стоимость проекта, разработанного в данной ВКР.

Расчёт интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	Φ_{pi} , руб.	Φ_{max} , руб.	$I_{финр}^{студент}$	$I_{финр}^{сущ.сис.}$	$I_{финр}^{сторон.орг.}$
Студент	913 468,896	2 291 279	0,39	0,68	1
Существующая система	1 558 256				
Система сторонней организации	2 291 279				

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта представлена в таблице 24.

Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент критерия	Студент	Существующая система	Разработка системы сторонней компанией
Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	1	4
Удобство в эксплуатации	0,15	3	2	4

Помехоустойчивость	0,15	2	3	2
Энергосбережение	0,2	3	4	2
Надежность	0,25	5	2	5
Материалоемкость	0,15	4	2	5
Итого	1			

Таблица 25 – Значения интегрального показателя ресурсоэффективности

$I_{\text{студент}}$	$I_{\text{сущ.система}}$	$I_{\text{сторон.орг}}$
3,7	5,3	3,7

Таблица 26 – Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки

$I_{\text{исп.студент}}$	$I_{\text{исп.сущ.система}}$	$I_{\text{исп.сторон.орг.}}$
9,7	7,79	3,7

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя.

Таблица 27 – Сравнительная эффективность проекта

$\mathcal{E}_{\text{ср.студент}}$	$\mathcal{E}_{\text{ср.сущ.система}}$	$\mathcal{E}_{\text{ср.сторон.орг.}}$
1	0,8	0,38

Таблица 28 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Разработанный вариант	Существующая система	Система сторонней системы
Интегральный финансовый показатель разработки	0,38	0,68	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,7	5,3	3,7
Интегральный показатель эффективности	9,7	7,79	3,7
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,8	0,38

Из полученных данных, следует, что система, разработанная студентом и руководителем, наиболее эффективна на фоне конкурентов. Несмотря на небольшое отставание в плане ресурсоэффективности проект опережает конкурентов.

3.15 Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В ходе выполнения работы был использован широкий спектр аналитических инструментов и расчетов. Примененный комплекс инструментов и расчеты позволили решить ряд задач, возлагаемые на раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». В данном разделе были решены следующие задачи:

- оценили коммерческий потенциал и перспективность проведения научных исследований, определили потенциальных потребителей и выявили следующие конкурентные преимущества разработки: цена разработки ниже, повышение надежности и безопасности, простота эксплуатации;
- определили возможные альтернативы проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения, выполнили SWOT – анализ, где определили стратегии поведения по использованию возможностей и нивелированию угроз и слабых сторон проекта;
- провели планирование научно-исследовательских работ, провели расчет трудозатрат и по полученным данным составили календарный планграфик проекта;
- определили ресурсную, финансовую, бюджетную, социальную и экономическую эффективности исследования.

С учетом решенных задач можно сделать вывод, что проект является конкурентоспособным, несмотря на небольшое отставание в плане ресурсоэффективности проект опережает конкурентов.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т92	Исакину Макару Александровичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования: блок насосной станции и нагреватель на установке комплексной подготовки нефти.</p> <p>Область применения: нефтегазовая промышленность.</p> <p>Рабочая зона: производственное помещение.</p> <p>Размеры помещения: 10x10 м.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: установка комплексной подготовки нефти.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляемые в рабочей зоне: контроль параметров установки, управление задвижками и нагревательным элементом.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</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. 	<ul style="list-style-type: none"> – Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.03.2023) – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». <p>ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лёгкие углеводороды 2. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой/низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека. 3. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов. 4. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шума.

	<p>2. Повышенный уровень общей вибрации.</p> <p>3. Длительное сосредоточенное наблюдение.</p> <p>4. Монотонность труда, вызывающая монотонию.</p> <p>5. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</p> <p>1. Использование защитных костюмов.</p> <p>2. Использование виброизолирующих рукавиц.</p> <p>3. Использование респираторов.</p> <p>4. Использование защитных ограждений.</p> <p>5. Использование наушников.</p>
3. Экологическая безопасность:	<p>Воздействие на селитебную зону не выявлено.</p> <p>Воздействие на литосферу проявляется в результате производственной деятельности, обслуживания оборудования и утилизации отходов.</p> <p>Воздействие на гидросферу проявляется в случае аварии на производстве.</p> <p>Воздействие на атмосферу проявляется в выбросе углеводородов в результате технологического процесса.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможные ЧС: пожар, взрыв, утечка углеводородов.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
--	--

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Исакин Макар Александрович		

4. Социальная ответственность

Согласно ГОСТ Р ИСО 26000-2012, социальная ответственность – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников и акционеров. Исходя из этого определения можно сказать, что организация и улучшение условий труда на рабочем месте являются важными факторами, которые влияют на производительность труда и экономическую эффективность производства в целом.

В данном разделе рассматривается повышение надежности с точки зрения безопасности жизнедеятельности в соответствии с трудовым законодательством.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является автоматизированная система блока насосной станции и нагревателя на установке комплексной подготовки нефти.

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация автоматизированной системы блока насосной станции и нагревателя на установке комплексной подготовки нефти.

Рабочей зоной является производственное помещение с установкой комплексной подготовки нефти.

Конечным пользователем моделируемой системы АСУ ТП блока насосной и нагревателя установки комплексной подготовки нефти будет оператор данной установки. Рабочее место представляет собой комнату управления размером 10x10 м. В данном помещении находятся персональные компьютеры и мониторы, на которые выводится информация по объекту управления.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 01.03.2023) регулирует основные положения отношений между работодателем и сотрудником, включая оплату, нормирование труда, выходные, отпуска и

другие аспекты этих отношений. Так как конечным пользователем моделируемой системы является оператор, то исходя из трудового кодекса понятны его права в отношениях с работодателем, а именно: право на сокращенную продолжительность рабочего времени. Условия труда оператора относятся ко второй категории тяжести труда согласно Федеральному закону от 28 декабря 2013 года N426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

Работа на предприятии имеет круглосуточный характер, из чего следует наличие посменного режима работы. Дневная смена начинает работу в 6 утра и заканчивает в 14, вечерняя смена с 14 до 22 часов вечера, ночная смена с 22 до 6 утра. Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина» регулирует аспекты создания рабочего места оператора. Исходя из этого госта необходимо учесть:

- 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 рабочее место должно удовлетворять потребность оператора в достаточном пространстве для выполнения всех необходимых движений и перемещений для эффективной эксплуатации, и технического обслуживания оборудования. В зоне досягаемости рабочего также должны находиться все необходимые органы управления и индикаторы состояния установки.

Эргономику рабочего места при выполнении сидячих работ регламентирует ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ []. Конструкция стола должна отвечать современным требованиям эргономики и позволять разместить на рабочей поверхности всё необходимое оборудование для выполнения рабочей деятельности. Существенная часть работы оператора происходит с

использованием ПК, поэтому экраны мониторов 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 под углом 60° .

4.2 Производственная безопасность

Управление блоком насосной и нагревателя установки комплексной подготовки нефти осуществляется оператором с автоматизированного рабочего места. В приложении Л представлен перечень опасных и вредных факторов, присутствующих при работе оператора технологических установок согласно ГОСТ 12.0.003-2015.

4.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов

4.3.1 Легкие углеводороды

В системе управления нагревателем нефти используется природный газ как топливо. В следствии неправильной эксплуатации оборудования или заклинивания клапана подачи газа может произойти его утечка. Отравляющим веществом становится метан с предельной допустимой концентрацией 300 мг/м³ согласно ГОСТ 12.1.005-88. При отравлении природным газом работник может испытать головокружение, головную боль, боли в сердце, связанные с учащением частоты сердечных сокращений, нарушение координации и потерю сознания. При продолжительном вдыхании природного газа может произойти удушье. В целях обеспечения безопасности на рабочих местах в случае выявления выбросов необходимо перекрыть подачу газа, проветрить помещение и проверить герметичность фланцевых соединений.

4.3.2 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой/низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека

В ходе эксплуатации приведенной в выпускной квалификационной работе системы в результате несчастного случая вероятно получение тяжелых или смертельных ожогов. Хотя многие из этих ожогов вызваны огнем или высоким напряжением электричества, промышленные ожоги часто вызываются концентрированным паром.

Ожоги на рабочем месте являются предсказуемым источником травм. Осведомленность, предотвращение опасностей и защита могут значительно снизить риск ожогов на рабочем месте. Для разрабатываемой системы наиболее вероятным видом ожога является термический ожог. Наиболее важным приоритетом при термических ожогах является контроль и остановка процесса горения. Термические ожоги можно предотвратить, надев средства индивидуальной защиты, используя тактику предотвращения пожара, а также имея процедуры и планы действий в чрезвычайных ситуациях, связанные с обнаружением и защитой от пожара.

4.3.3 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов

При эксплуатации автоматизированной системы управления блоком насосной и нагревателя установки комплексной подготовки нефти есть угроза получить порезы от острых кромок, заусенцев, шероховатости составных частей установки. В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки и спец. одежда и проводят инструктаж по ТБ.

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

Установка комплексной подготовки нефти несёт для человека потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведения профилактических работ человек может коснуться комплектующих, находящихся под напряжением. При работе с установкой возможно поражение электрическим током, что ведет к появлению ожогов, нагреву сосудов, механическим повреждениям тканей и сосудов, раздражающим воздействиям на ткани. Общие требования по электробезопасности представлены в ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ.

Мерами защиты являются изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и автоматического отключения питания. Необходимо разместить предупредительные знаки и плакаты безопасности.

4.3.5 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).

Под воздействием общей вибрации развивается «вибрационная болезнь», которая сопровождается следующими нарушениями:

- ангиодистоническим синдромом (периферическим и церебральным);
- вегетативно-вестибулярным синдромом;
- синдромом полинейропатии;
- болезнями опорно-двигательного аппарата: остеохондрозом, остеопорозом, радикулопатией и артрозом;
- энцефалопатией;
- функциональными расстройствами нервной системы.

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

Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации для автоматизированного рабочего места оператора котельной установки представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации рабочих мест для оператора технологической установки согласно СанПиН 1.2.3685-21

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Фильтр частотной коррекции	Эквивалентные скорректированные уровни виброускорения	
				m/c^2	дБ
Общая	Технологическая вибрация на стационарных рабочих местах	Z_0	W_k	0,1	100
		X_0, Y_0	W_d	0,071	97

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

4.3.6 Повышенный уровень шума

Источником возникновения фактора являются исполнительные механизмы. Шум ухудшает условия труда и работоспособность человека. Длительное шумовое воздействие оказывает негативное влияние на организм – появление головных болей, раздражительности, повышенная утомляемость, боли в ушах и т.д. Интенсивный шум (более 80 дБ) при длительном воздействии может привести к полной или частичной потере слуха. Допустимые значения звукового давления согласно СанПиН 1.2.3685-21 в таблице “Предельно допустимые уровни звука и звукового давления в

октавных полосах частот на рабочих местах и местах размещения обслуживающего персонала специального подвижного состава”, указаны в таблице 30.

Таблица 30 – Допустимые уровни звука и звукового давления

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
99	83	74	68	63	60	57	55	54	65

В качестве индивидуальных средств защиты можно использовать наушники, беруши и шлемы. В качестве коллективной защиты могут быть использованы материалы и конструкции, препятствующих распространению шума, малошумные машины. Необходимо привлекать к работе лиц, не имеющих медицинских противопоказаний по работе с шумом.

4.3.7 Отсутствие или недостатки 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.

В зимний период вследствие укороченного светового дня и недостаточного естественного освещения необходимо использовать искусственное освещение.

4.3.8 Длительное сосредоточенное наблюдение

Длительное сосредоточенное наблюдение является вредным фактором для здоровья человека, вызывающим ухудшение зрения. Данный фактор оценивается процентом времени, которое отводится в течении смены на сосредоточенное наблюдение за каким-либо объектом, состояние которого всё время изменяется и деятельность исполнителя заключается в периодическом решении ряда задач, непрерывно следующих друг за другом, на основе получаемой и постоянно меняющейся информации.

4.3.9 Монотонность труда, вызывающая монотонию

Высокие показатели монотонности наблюдаются у работников связанных с конвейерной сборкой, у операторов и других работников, связанных с наблюдением за каким либо процессом, но при этом имеющих низкий процент активных действий по отношению к времени смены.

Таблица 31 – Классы условий труда по показателям монотонности нагрузок

	Оптимальный	Допустимый
	1	2
Число элементов, необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций		+
Продолжительность выполнения простых заданий или повторяющихся операций	+	
Время активных действий	+	
Монотонность производственной обстановки	+	

4.4 Экологическая безопасность

Селитебная зона. Воздействия на селитебную зону не выявлено.

Атмосфера. Источником загрязнения являются продукты сгорания природного газа, используемого как топливо котельной установки. Основной метод предупреждения – поддержание оптимальных соотношений между газом и воздухом в топке, которые приводят к снижению вредных выбросов в пределах 20-40%. Также следует установить золоуловители, способные очищать исходящий от установки дым на 90%.

Таблица 32 – Удельные показатели выбросов вредных веществ при сгорании топлива

Горючее вещество	Удельные показатели, кг/кг (т/т)				
	Твердые вещества	Оксиды серы	Оксиды углерода (II)	Оксиды азота	Бензапирен
	$\alpha_{ТВ} * 10^2$	$\alpha_{SO_2} * 10^2$	$\alpha_{CO_2} * 10^2$	$\alpha_{NOx} * 10^3$	$\alpha_{б/п} * 10^5$
Газ	до 0,002	-	1-1,5	2-3	до 5

Гидросфера. Источником загрязнения являются углеводороды, которые могут попасть в гидросферу в результате утечки на установке. Основной метод предупреждения – поддержание установки в рабочем состоянии и проведение проверок состояния установки. Также возможно использование демпферных зон, которые в случае утечки не дадут попасть продукту утечки в гидросферу.

Таблица 33 – Максимальные допустимые значения нормативных показателей общих свойств сточных вод и концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, установленных в целях предотвращения негативного воздействия на работу централизованных систем водоотведения.

Наименование вещества	Единица измерения	Максимальное допустимое значение показателя и (или) концентрации	Коэффициент воздействия загрязняющего вещества или показателя свойств сточных вод на системы водоотведения
Нефтепродукты	мг/л	8	1

Литосфера. Источником загрязнения являются отходы, появляющиеся в результате производственной деятельности, такие как сломанное оборудование, которое необходимо утилизировать. Уменьшить вред от отходов можно введением систем очистки и утилизации отходов.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага. Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами: работа с открытой электроаппаратурой; короткое замыкание в блоке питания или высоковольтном блоке дисплейной развертки; нарушенная изоляция электрических проводов; несоблюдение правил пожарной безопасности; наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.; наличие кислорода, как окислителя процессов горения.

Источниками зажигания в диспетчерской могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются

перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Для диспетчерской установлена категория пожарной опасности В – пожароопасные.

Пожарная профилактика основывается на устранении благоприятных условий возгорания. В рамках обеспечения пожарной безопасности решаются четыре задачи: предотвращение пожаров и возгорания, локализация возникших пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожара.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; наличие гидрантов с пожарными рукавами; телефонная связь с пожарной охраной; огнетушители: химический пенный ОХП-10 и углекислотный ОУ-2.

4.6 Выводы по разделу «Социальная ответственность»

В результате работы над данным разделом были определены меры обеспечения безопасности, которые снизят риски для работника и повысят его работоспособность. Определили, что фактические значения потенциально возможных факторов соответствуют нормативным значениям. Согласно СП

12.13130.2009, помещение рабочей зоны также относится к категории В (пожароопасное) из-за наличия в помещении большого количества электрических приборов. Согласно ПУЭ, помещение рабочей зоны относится к закрытым помещениям второй категории (помещения с повышенной опасностью). Специалисты, контролирующие процесс сепарации газа, могут иметь группу I по электробезопасности. Присвоение группы I по электробезопасности производится путем проведения инструктажа, который должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током. Группа персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок должна иметь III группу по электробезопасности. Категорию тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" соответствует II 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. Согласно постановлению правительства РФ от 31 декабря 2020 года N 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» был выбран объект II категории – объекты, оказывающие НВОС (негативное воздействие на окружающую среду).

Заключение

В ходе работы была рассмотрена установка комплексной подготовки нефти, а в частности блок насосной станции и нагревателя. Изучен принцип работы блока насосной станции и нагревателя и её функционирование. Были разработаны алгоритм сбора данных с датчиков уровня. Разработанные схемы автоматизации позволили определить состав и количество КИПиА, необходимого для реализации данной установки.

В рамках данной работы были разработаны также функциональная схема автоматизации, позволяющая понять какое оборудование и куда должно быть установлено, с каналами связи. Также была создана схема информационных потоков для данной установки.

Была рассчитана математическая модель объекта управления, что позволило выбрать регулятор для обеспечения стабильной работы и поддержания технологического процесса. В качестве регулятора был выбран ПИД-регулятор, его настройка производилась при помощи встроенных инструментов программы Matlab Simulink.

Для данного проекта была разработана мнемосхема.

Таким образом, спроектированная АСУ ТП удовлетворяет нынешним требованиям к системам автоматизации. Имеет высокую надежность и возможность модификации путём добавления новых устройств и замены старых, что обусловлено с изменяющимися требованиями в условиях последующей эксплуатации.

Список использованных источников

1. Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – 2009.
2. Комиссарчик В. Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие //Тверь: ТГТУ. – 2001. – Т. 248.
3. Сидорова А. А., Наумовская А. А. Разработка системы управления подготовкой нефти //Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 3-7 декабря 2018 г., г. Томск.— Томск, 2019. – 2019. – С. 213-214.
4. Сидорова А. А. Выбор эффективного метода настройки ПИД-регулятора //Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 04-07 декабря 2017 г., г. Томск.—Томск, 2018. – 2018. – С. 175-176.
5. Коновалов В. И. Идентификация и диагностика систем: учебное пособие Томский политехнический университет. – 2010.
6. Курганов В. В., Цавнин А. В. Управление объектом с запаздыванием //Автоматика и программная инженерия. – 2015. – №. 2 (12). – С. 9-13.
7. Сидорова А. А., Малышенко А. М. Анализ эффективности алгоритмов автоматической настройки адаптивных промышленных ПИД-регуляторов //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2011. – Т. 318. – №. 5.
8. РФ Т. К. Трудовой Кодекс Российской Федерации» от 30.12. 2001 № 197-ФЗ //Российская газета. – 2001. – №. 256.
9. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие

эргономические требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200012834> (Дата обращения: 29.05.2023).

10. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200272> (Дата обращения: 25.05.2023).

11. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (Дата обращения: 24.05.2023).

12. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (Дата обращения: 24.05.2023).

13. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23- 05-95 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (Дата обращения: 24.05.2023).

14. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200040973> (Дата обращения: 24.05.2023).

Приложение А
(обязательное)
Трехуровневая структурная схема

Верхний
уровень

АРМ
оператора

Сервер БД

Контроллерный
уровень

ПЛК

Ethernet

Полевой
уровень

4-20мА

Датчик
давления

Датчик
температуры

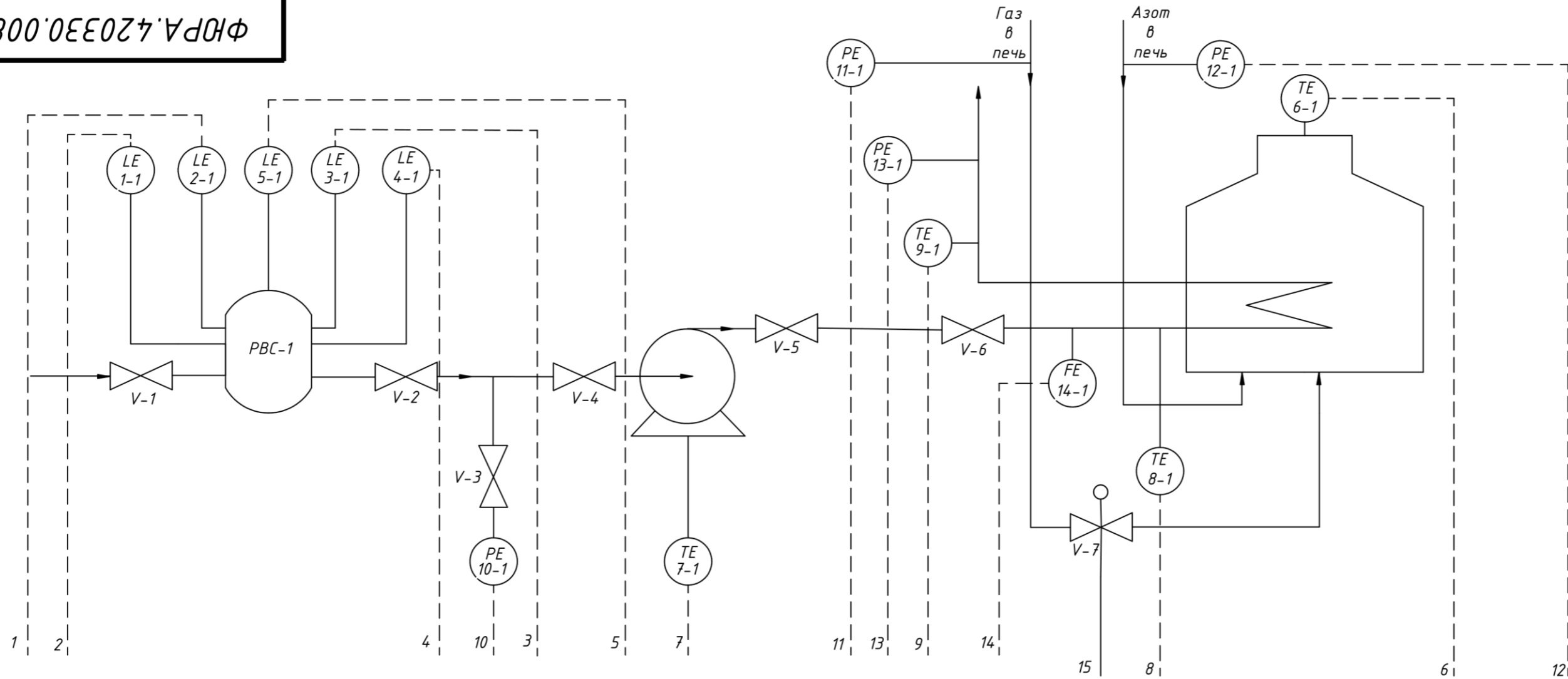
Сигнализатор
уровня

Расходомер

Уровнемер

					ФЮРА.420609.008			
					Блок насосной станции и нагревателя установки комплексной подготовки нефти	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у		
Разраб.		Исакин М.А.						
Пров.		Громаков Е.И.						
						Лист	Листов	1
Трехуровневая структурная схема						ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8 Т 92		

Приложение Б
(обязательное)
Функциональная схема автоматизации

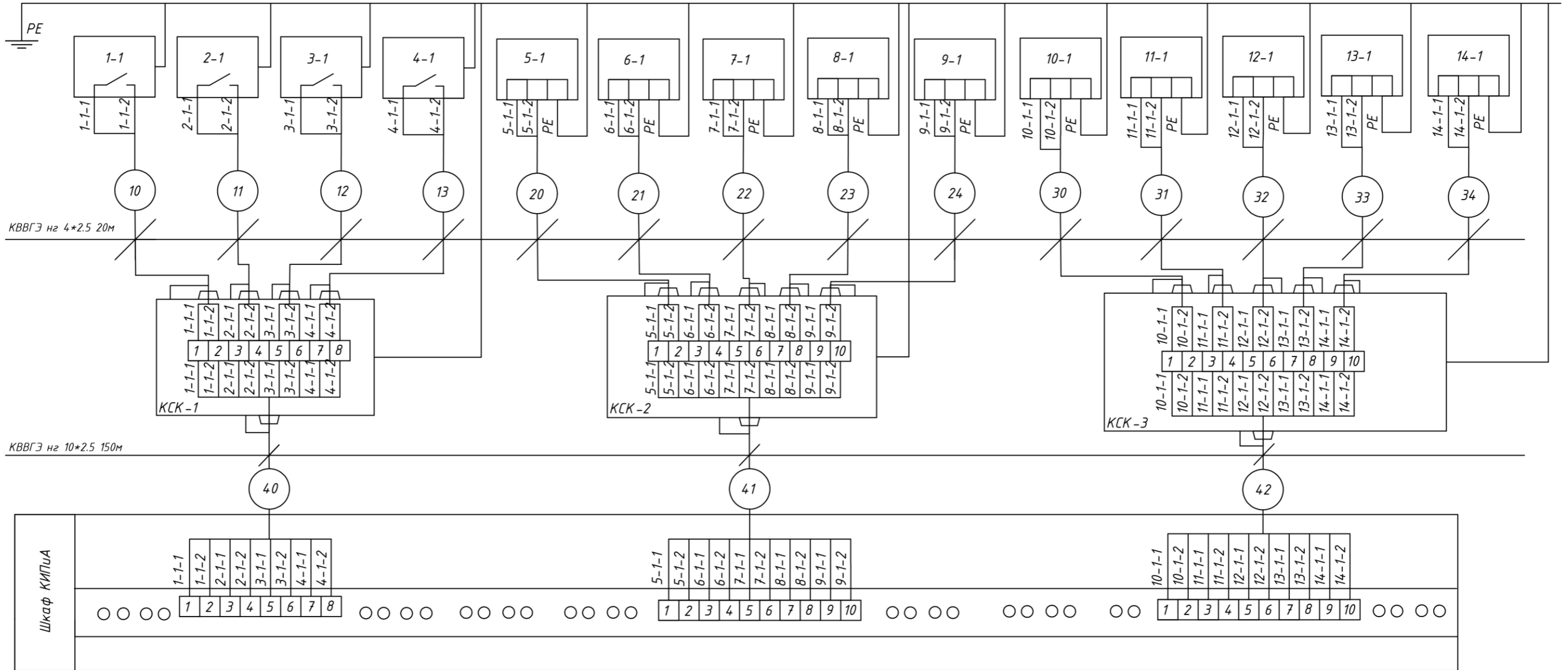


По месту	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'
	LT 1-2	LT 2-2	LT 3-2	LT 4-2	LT 5-2	TT 6-2	TT 7-2	TT 8-2	TT 9-2	PT 10-2	PT 11-2	PT 12-2	PT 13-2	FT 14-2	NS 15-1
Шкаф управления	AI	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	A0														○
	DI														
	DO			○	○	○	○								
Операторский щит	Ethernet														
АРМ	Управление														
	Мониторинг														
	Конфигурирование														

ФЮРА.420330.008				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Исакин М.А.			
Пров.	Громаков Е.И.			
Блок насосной станции и нагревателя установки комплексной подготовки нефти				
Лит.		Масса	Масштаб	
у				
Лист			Листов 1	
Функциональная схема автоматизации				
ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8Т92				

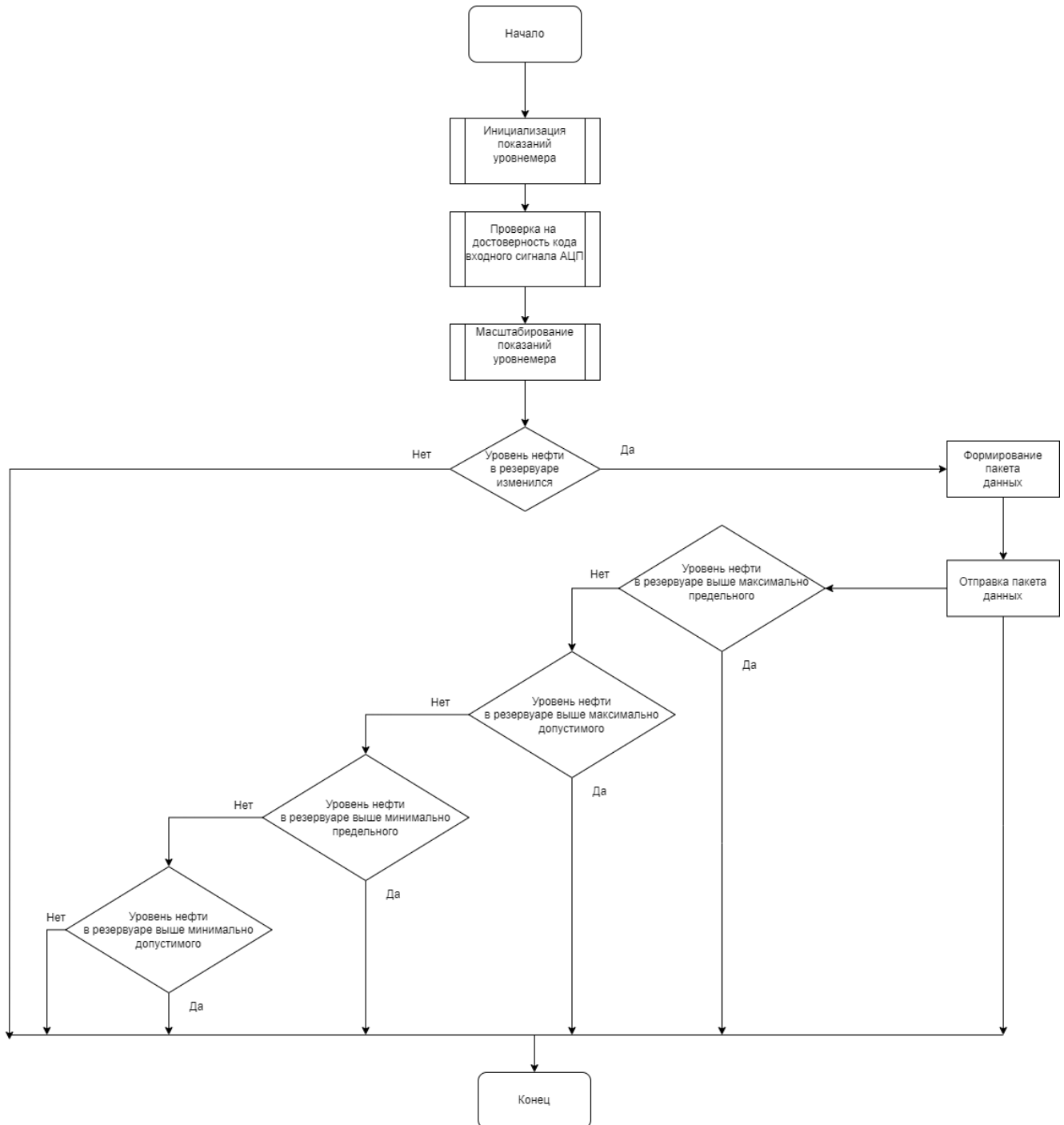
Приложение В
(обязательно)
Схема внешних электрических проводок

Наименование параметра	Уровень нефти					Температура				Давление				Расход нефти
Место отбора импульса	Резервуар	Резервуар	Резервуар	Резервуар	Резервуар	Подогреватель	Обмотка двигателя	Вход подогревателя	Выход подогревателя	Всасывающий коллектор	Вход газа в нагреватель	Вход азота в нагреватель	Выход нагревателя	Вход нагревателя
Тип датчика	NivoSWITCH	NivoSWITCH	NivoSWITCH	NivoSWITCH	PiloTREK	ТС-1088	ТС-1088	ТС-1088	ТС-1088	HMP 331	HMP 331	HMP 331	HMP 331	Метран 350
Позиция	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	7-1	8-1	9-1	10-1	11-1	12-1	13-1	14-1

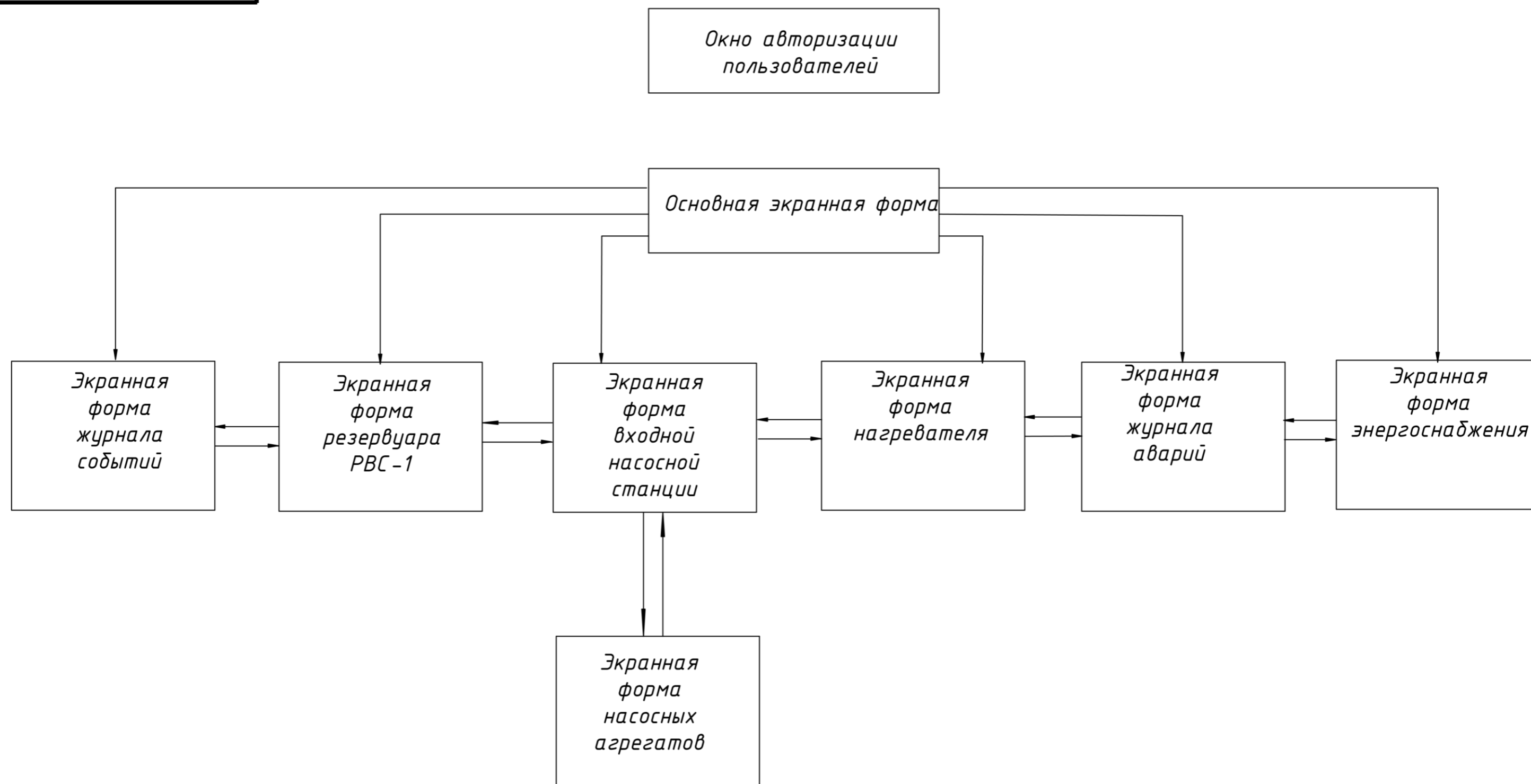


ФЮРА.425280.008								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Блок насосной станции и нагревателя установки комплексной подготовки нефти	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Исакин М.А.					у		
Пров.	Громаков Е.И.							
Схема внешней проводки АСУ ТП						Лист	Листов	1
						ТПУ ИШИТР Группа 8 Т 92		

**Приложение Г
(обязательное)
Алгоритм сбора данных**

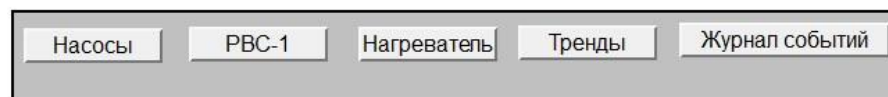


**Приложение Д
(обязательное)
Дерево экранных форм**



					ФЮРА.420609.008			
						Лит.	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Блок насосной станции и нагревателя установки комплексной подготовки нефти			
Разраб.	Исакин М.А.				У			
Пров.	Громаков Е.И.				Лист		Листов	1
					Дерево экранных форм		ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8Т92	

Приложение Е (обязательное) Мнемосхема



Стоп

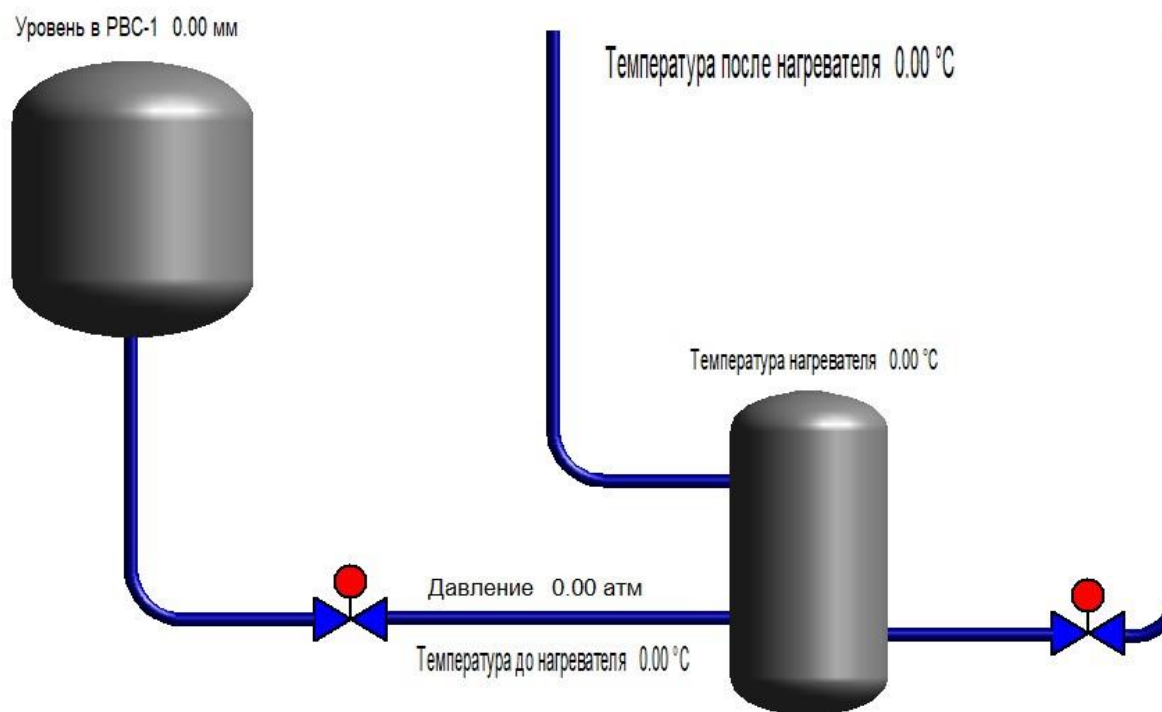
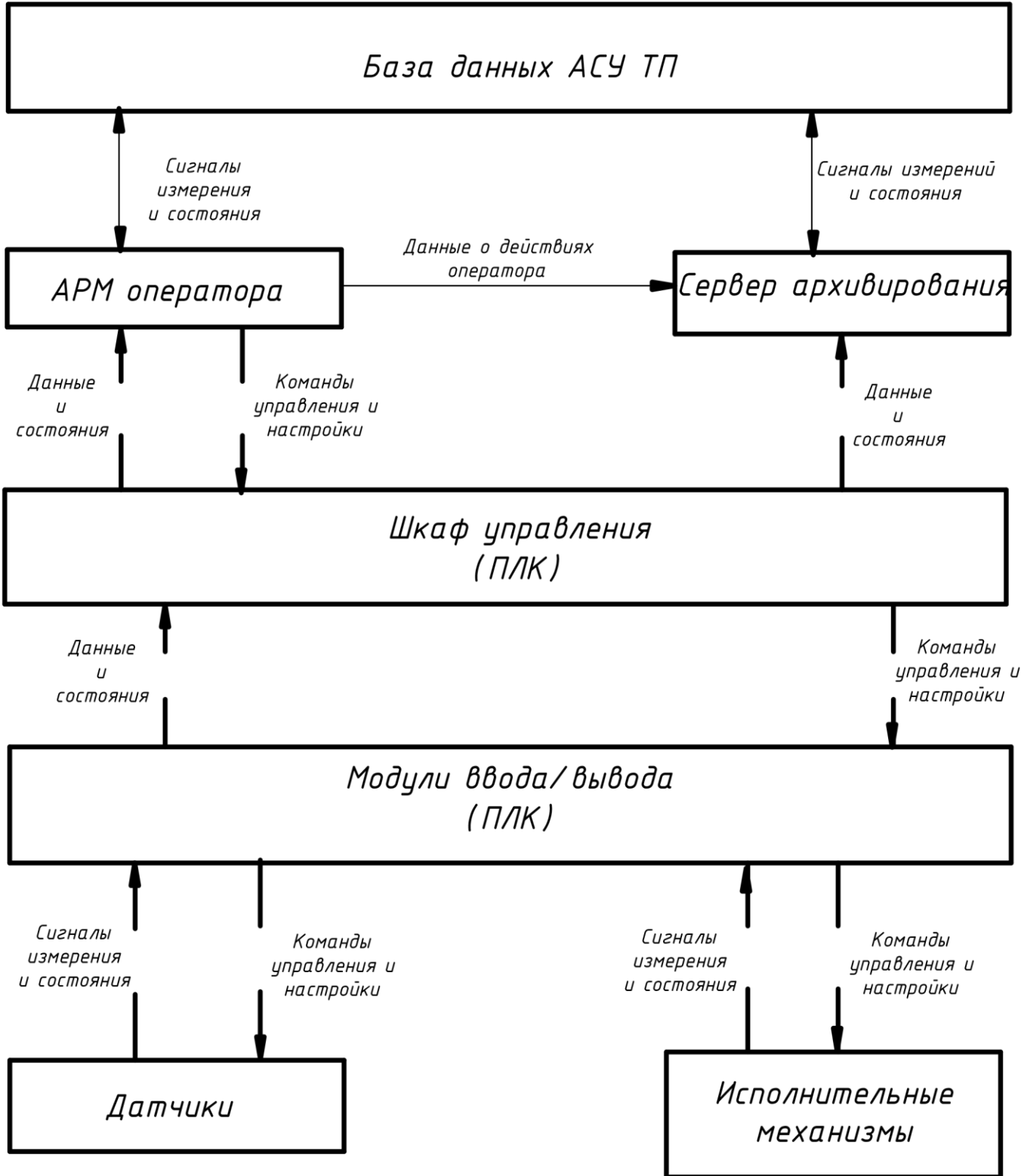


Рисунок Е.1 – Мнемосхема

**Приложение Ж
(обязательное)
Схема информационных потоков**



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Исакин М.А.		
Пров.		Громаков Е.И.		

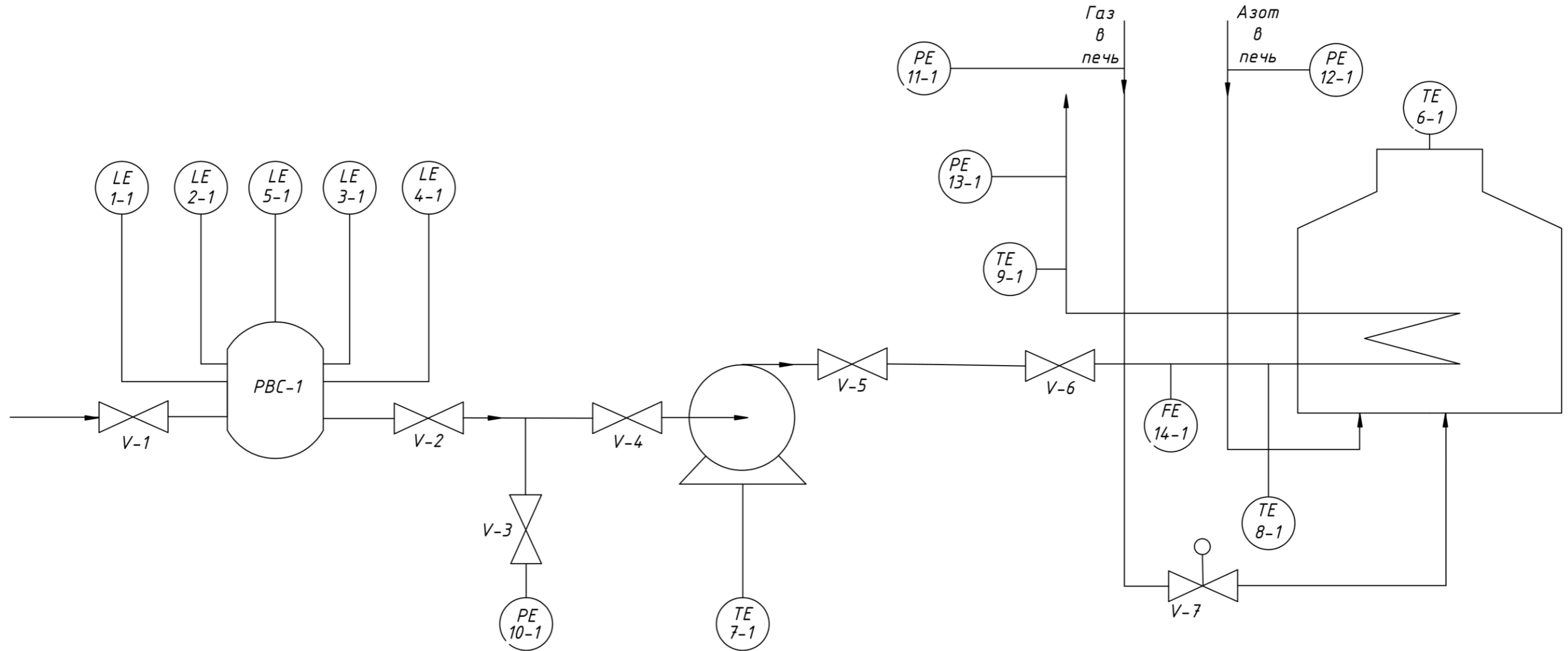
Блок насосной станции и нагревателя установки комплексной подготовки нефти

Лит.	Масса	Масштаб
У		

Схема информационных потоков

Лист	Листов	1
ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8Т92		

Приложение И
(Обязательное)
Функциональная схема установки



ФЮРА.420330.008				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Исакин М.А.			
Пров.	Громаков Е.И.			
Блок насосной станции и нагревателя установки комплексной подготовки нефти				
Лит.		Масса	Масштаб	
у				
Лист			Листов	
			1	
Структурная схема технологического процесса				
ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8 Т 92				

Приложение Л
(обязательное)
Возможные опасные и вредные факторы

Таблица 35 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Опасные факторы	
Легкие углеводороды	ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой/низкой температурой материальных объектов производственной среды.	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	Приказ Минтруда РФ от 27.11.2020 N 833Н "Об утверждении Правил по охране труда при размещении, монтаже, техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования".
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
Вредные факторы	
Повышенный уровень общей вибрации	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
Повышенный уровень шума	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23- 05-95

Продолжение таблицы 35 - Возможные опасные и вредные факторы

<p>Длительное наблюдение</p> <p>сосредоточенное</p>	<p>Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»</p>
<p>Монотонность труда, вызывающая монотонию</p>	<p>Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»</p>