



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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
ООП/ОПОП – Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Автоматизация газового сепаратора на дожимной насосной станции Долинного месторождения

УДК 681.5:665.622

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Белоусова Анастасия Александровна		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. 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, к.т.н. ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н., доцент		

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 продукции и ее качеством; участвовать

Код компетенции	Наименование компетенции
	в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и

Код компетенции	Наименование компетенции
	управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций

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



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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Цавнин А.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т92	Белоусова Анастасия Александровна

Тема работы:

Автоматизация газового сепаратора на дожимной насосной станции Долинного месторождения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №34-90/с от 03.02.2023

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – описание технологического процесса на промысле с указанием основных характеристик. – состав и свойства газожидкостной смеси. – процессы и оборудование на установке подготовки нефти. – газовый сепаратор ГС-01, рабочее давление в сепараторе – 0,4 – 0,9 МПа, контролируемая температура – не более 50 °С, уровень конденсата 600 – 1100 мм.
<p>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></p>	<ul style="list-style-type: none"> – описание технологического процесса. – разработка структурной схемы автоматизации газового сепаратора. – выбор контрольно-измерительных приборов и автоматики для управления газовым сепаратором. – выбор исполнительных механизмов для управления газовым сепаратором.

	<ul style="list-style-type: none"> – разработка алгоритмического обеспечения. – моделирование САР уровня конденсата в газовом сепараторе. – разработка экранных форм управления газовым сепаратором.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<ul style="list-style-type: none"> – функциональная схема технологического процесса на дожимной насосной станции. – трёхуровневая структурная схема автоматизированной системы. – функциональная схема автоматизации. – алгоритмы пуска/останова газового сепаратора, алгоритм сбора данных измерений. – результаты моделирования САР уровня конденсата в газовом сепараторе. – экранная форма SCADA-системы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али Оглы профессор ОСГН, д.э.н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель

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
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Семенов Николай Михайлович			

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Белоусова Анастасия Александровна		



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	Белоусова Анастасия Александровна

Тема работы:

Автоматизация газового сепаратора на дожимной насосной станции Долинного месторождения
--

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

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Белоусова Анастасия Александровна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 110 страниц, 13 рисунков, 33 таблицы, 46 источников, 8 приложений.

Ключевые слова: газовый сепаратор, ПД-регулятор, контрольно-измерительные приборы, программируемый логический контроллер, математическая модель.

Объектом исследования является газовый сепаратор на дожимной насосной станции Долинного месторождения.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления газовым сепаратором (ГС).

В процессе исследования была спроектирована математическая модель системы автоматического регулирования уровня газового конденсата, разработана структурная и функциональная схемы, а также экранная форма управления ГС.

В результате исследования произведен подбор датчиков и ПЛК для управления уровнем капельной жидкости, измерения температуры и давления в ГС.

Степень внедрения: система может быть внедрена в реальную установку управлением параметрами ГС.

Для выполнения работы использовались программные продукты Word 2019, AutoCAD 2021, а также Matlab R2021b.

Область применения: нефтегазовая отрасль, технологическая площадка сепараторов.

Экономическая эффективность работы: данная система является не затратной, чему свидетельствуют расчеты в финансовой части выпускной квалификационной работы.

В последствии система может быть внедрена на нефтегазодобывающее предприятие. Данная система позволит повысить надежность работы установки, уменьшить количество аварий и увеличить производительность.

Содержание

Определения, обозначения и сокращения	14
Введение.....	16
1 Техническое задание	17
1.1 Назначение и цели создания системы АСУ.....	17
1.2 Требования к техническому обеспечению.....	18
1.3 Требования к автоматике сепарационной установки	18
1.4 Требования к метрологическому обеспечению.....	19
1.5 Требования к программному обеспечению	19
1.6 Требования к информационному обеспечению	20
1.7 Требования к математическому обеспечению	21
2 Основная часть	22
2.1 Описание технологического процесса	22
2.1.1 Работа дожимной насосной станции с установкой предварительного сброса воды	22
2.1.2 Функциональная схема технологического процесса на ДНС с УПСВ	23
2.2 Технические характеристики газового сепаратора.....	27
2.2.1 Принцип работы	27
2.2.2 Типы газовых сепараторов.....	28
2.2.3 Газосепаратор ГС2-1,6-1600-2-И-ХЛ1	29
2.3 Разработка трехуровневой структурной схемы АС.....	31
2.4 Функциональная схема автоматизации.....	32
2.5 Автоматизация газового сепаратора на ДНС	33
2.5.1 Выбор устройств измерения	33
2.5.2 Выбор контроллерного оборудования	40
2.5.3 Преобразователь частоты	42
2.5.4 Выбор исполнительных механизмов	44
2.6 Разработка алгоритмического обеспечения.....	48

2.6.1	Алгоритма пуска.....	48
2.6.2	Алгоритма останова	48
2.6.3	Алгоритм сбора данных измерений	49
2.6.4	Алгоритм автоматического регулирования.....	49
2.7	Выбор SCADA-системы для диспетчерского управления сепаратором 55	
2.7.1	Обзор SCADA-пакетов	55
2.7.2	Сравнительный анализ SCADA-систем.....	58
2.8	Создание SCADA-экрана.....	60
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	62
3.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	62
3.2	Анализ конкурентных технических решений	63
3.3	SWOT-анализ	64
3.4	Планирование работ по научно-техническому исследованию.....	66
3.4.1	Структура работ в рамках научного исследования	66
3.4.2	Определение трудоемкости выполнения работ	67
3.4.3	Разработка графика проведения научного исследования	68
3.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	70
3.5.1	Расчет материальных затрат НТИ	71
3.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ .	72
3.5.3	Основная заработная плата исполнителя темы.....	72
3.5.4	Расчет дополнительной заработной платы.....	74
3.5.5	Отчисления во внебюджетные фонды	75
3.5.6	Накладные расходы.....	76
3.5.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	76
3.6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	76

3.7	Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	79
4	Социальная ответственность.....	83
4.1	Введение	83
4.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности... ..	84
4.3	Производственная безопасность	85
4.4	Анализ опасных и вредных производственных факторов	86
4.4.1	Повышенный уровень шума	86
4.4.2	Повышенный уровень общей вибрации	87
4.4.3	Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения.....	88
4.4.4	Статические перегрузки, связанные с рабочей позой	89
4.4.5	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов	90
4.5	Экологическая безопасность	91
4.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	92
4.7	Вывод по разделу социальная ответственность	93
	Заключение	95
	Список использованной литературы.....	96
	Приложение А (Обязательное) Функциональная схема технологического процесса.....	102
	Приложение Б (Обязательное) Трехуровневая структура АС	103
	Приложение В (Обязательное) Функциональная схема автоматизации.....	104
	Приложение Г (Обязательное) Алгоритмы ПУСКА/ОСТАНОВА газового сепаратора	105
	Приложение Д (Обязательное) Алгоритм сбора данных измерений	106
	Приложение Е (Обязательное) Модель САР.....	107
	Приложение Ж (Обязательное) Экранная форма SCADA-системы.....	108

Приложение 3 (Обязательное) Календарный план-график проведения научного исследования.....	109
--	-----

Определения, обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированное рабочее место (АРМ): рабочее место специалиста, оснащенное ПК, ПО и совокупностью информационных ресурсов, которые позволяют ему вести обработку данных с целью получения информации о ходе технологического процесса.

измерительный канал (ИК): функционально объединенная совокупность технических средств, по которой проходит один последовательно преобразуемый сигнал, выполняющий законченную функцию измерений.

интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN): совокупность средств и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.

объект управления (ОУ): обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления.

протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, DeviceNet): набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.

SCADA (диспетчерское управление и сбор данных): инструментальная программа для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных.

В данной работе применимы следующие обозначения и сокращения:

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ПО – программное обеспечение;

ДНС – дожимная насосная станция;

УПСВ – установка предварительного сброса воды;

НГС – нефтегазосепаратор;

УДХ – установка дозирования химреагента;

С, ГС – сепаратор газовый;

ОВ – нефтегазосепаратор со сбросом воды;

ПП – подогреватель нефти путевой;

ЕД – емкость дренажная;

КСУ – сепаратор концевой ступени нефтегазовый;

ФВД – факельная установка высокого давления;

БНПН – блочная насосная подпорная станция;

РВС – резервуар нефти;

ФНД – факельная установка низкого давления;

БКНС – блочная кустовая насосная станция;

УПН – установка подготовки нефти;

БНВО – блок насосов внешней откачки;

ЦНС – центробежный насос секционный;

НГСВ – нефтегазовый сепаратор со сбросом воды;

КИП – контрольно-измерительные приборы;

СИКНС – оперативный узел учета нефти;

БНВП – блок насосов внутренней перекачки;

УКПГ – установка комплексной подготовки газа;

УДР – узел дополнительных работ;

САР – систем автоматического регулирования;

ЦПС – центральный пункт сбора нефти.

Введение

Особенности современного рынка нефтегазодобывающего комплекса, условия окружающей среды, а также социальная инфраструктура регионов добычи вынуждают искать возможности увеличения рентабельности производства, оптимизации процесса управления и планирования. Одним из главных способов повышения эффективности предприятий является автоматизация производства, которая позволяет снизить производственные потери, увеличить скорость получения информации, необходимой для принятия управленческих решений и т.д.

АСУ ТП применяется в следующих целях: увеличение производительности труда, повышение качества продукции, оптимизация управления, устранение человека от производств, приносящих вред здоровью, повышение надежности и точности управления производством.

ДНС предназначена для сбора, сепарации, обезвоживания, учета, транспортировки нефти. Главная функция установки – сбор и последующее направление продукции скважин в трубопровод системы сбора. Также при необходимости выполняется предварительная сепарация продукции скважин от свободной пластовой воды и попутного нефтяного газа.

Целью работы является проектирование автоматизированной системы управления газовым сепаратором на ДНС.

Объект исследования – газовый сепаратор.

Реализация данной работы включает в себя разработку рабочей документации, подбор аппаратно-технических средств и моделирование отдельно взятого контура регулирования.

1 Техническое задание

1.1 Назначение и цели создания системы АСУ

Разработанная система необходима для:

- увеличения качества автоматического регулирования, управления и контроля работы технологического объекта;
- уменьшения количества потерь продукта, а также сокращения негативных воздействий на экологию;
- стабилизации заданных режимов технологического процесса посредством осуществления контроля над значениями технологических параметров;
- реализации визуального представления рабочих параметров процесса;
- предупреждения аварийных ситуаций на объекте с помощью опроса подключенных датчиков в автоматическом режиме, а также проведения анализа измеренных показаний и переключения технологического процесса в безопасный режим путем выдачи на исполнительный механизм соответствующих управляющих воздействий, как по инициативе персонала, так и в автоматическом режиме;
- архивации данных для последующего анализа и создания отчетной документации.

Основные цели создания системы управления:

- для обеспечения устойчивости рабочих показателей технологического процесса и эксплуатационных параметров установки;
- для предоставления возможности анализа различных критических ситуаций и выявления причин их появления;
- для мониторинга технологического процесса;
- для улучшения условий труда рабочего персонала.

1.2 Требования к техническому обеспечению

Температурный диапазон для оборудования, которое устанавливается на открытом воздухе, должно быть в диапазоне от минус 40 до плюс 40 °С.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать разделители сред.

Технические средства, находящиеся на открытом воздухе, должны иметь степень защиты от пыли и влаги не менее IP65, а также передавать данные по унифицированным сигналам.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода.

При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности.

1.3 Требования к автоматике сепарационной установки

Системой автоматизации ГС, согласно регламенту, предусмотрено:

- сигнализация нижнего аварийного уровня;
- сигнализация верхнего уровня;
- сигнализация нижнего уровня;
- регулирование уровня газового конденсата;
- сигнализация положения регулирующего клапана;
- дистанционное измерение температуры;
- дистанционное измерение давления;
- местный контроль давления;
- местный контроль температуры.

1.4 Требования к метрологическому обеспечению

Измерительные каналы системы должны обеспечивать получение результатов измерения с нормируемой точностью. В качестве нормируемой метрологической характеристики принимается предел допускаемой погрешности ИК в нормальных условиях эксплуатации. [1].

Метрологическое обеспечение производства включает в себя:

- установление рациональной номенклатуры измеряемых величин и использование рабочих и эталонных средств измерений определенной точности;
- реализацию поверки и калибровки средств измерений;
- создание способов проведения измерений для обеспечения установленных норм точности;
- проведение метрологической экспертизы технологической документации;
- введение в действие государственных, отраслевых, фирменных нормативных документов;
- проведение метрологического контроля.

Требуемые нормы погрешности измерения основных технологических параметров приведены в таблице 1.

Таблица 1– Требования к погрешности каналов измерения

Среда измерения	Измеряемый параметр	Единица измерения	Требуемый класс точности измерительных приборов
Газ	Давление	МПа	0,5
Газ	Температура	°С	0,5
Конденсат	Уровень	мм	±5

1.5 Требования к программному обеспечению

ПО должно быть достаточным для реализации всех функций АС, осуществляемых с использованием средств ЭВМ, а также содержать средства организации всех требуемых процессов обработки данных, которые

позволяют в положенное время выполнять автоматизированные функции во всех регламентированных режимах работы АС.

ПО АС должно обладать определенными характеристиками:

- функциональная достаточность (полнота);
- надежность (в том числе восстанавливаемость, наличие средств выявления ошибок);
- адаптируемость;
- модифицируемость;
- модульность построения;
- простота использования.

1.6 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение АС должно содержать:

- систему электронных документов, которая отображается в наборе форм статистической отчетности;
- распределенную структурированную базу данных, хранящую систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

По результатам работы должны быть представлены следующие документы:

- функциональная схема технологического процесса на дожимной насосной станции;
- трёхуровневая структурная схема автоматизированной системы;
- функциональная схема автоматизации;
- алгоритмы пуска/останова ГС, алгоритм сбора данных измерений;
- результаты моделирования САР уровня конденсата в газовом сепараторе;
- экранная форма SCADA-системы.

1.7 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение АСУ должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и способов обработки данных, которая используется при создании и эксплуатации АСУ и дает возможность реализовывать различные компоненты АСУ средствами единого математического аппарата.

2 Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

2.1.1 Работа дожимной насосной станции с установкой предварительного сброса воды

ДНС используется для отделения нефти от газа, очистки газа от капельной жидкости, дальнейшего транспортирования нефти центробежными насосами, а газа – под давлением сепарации.

УПСВ используются для дегазации легких, средних и тяжелых нефтяных эмульсий, выведения, сбора и очистки нефтяного газа, слива пластовой воды в систему, предназначенную для поддержания пластового давления.

Технологический комплекс сооружений ДНС с УПСВ включает в себя:

- 1) начальную ступень сепарации нефти;
- 2) предварительный сброс воды;
- 3) увеличение температуры продукции скважин;
- 4) транспортирование газонасыщенной нефти на ЦПС;
- 5) доставку нефтяного газа на УКПГ;
- 6) транспортирование подготовленной пластовой воды в систему ППД;
- 7) закачку ингибиторов, реагентов по рекомендациям научно-исследовательских организаций.

Технологическая схема процесса должна обеспечивать:

- а) подготовку нефтяной эмульсии к расслоению перед подачей в отстойники;
- б) отделение газа от жидкости с предварительным отбором газа;
- в) предварительное уменьшение содержания воды в составе нефти до (5 – 10) % (от массы).

2.1.2 Функциональная схема технологического процесса на ДНС с УПСВ

Продукция скважин с кустовых площадок месторождений, а также с распределительного коллектора «Узла сепарации газа» куста скважин, с избыточным давлением (0,59 – 0,98) МПа, температурой от плюс 15 до плюс 30 °С, в количестве 4850 м³/сутки с обводненностью до 65 % (от массы) через электроприводные задвижки поступает на УДР (гребенку).

На УДР через задвижки происходит распределение потока газожидкостной смеси на вход в сепараторы первой ступени сепарации НГС-01 и НГС-02.

Для ускорения процесса обезвоживания нефти существует подача химреагентов (блок УДХ-01) через вентили в трубопроводы (на УДР) до входных сепараторов НГС-01,02.

В сепараторах НГС происходит разделение жидкости на два потока: нефть, с содержанием пластовой воды и остаточным содержанием газа, и газ.

Углеводородный газ, выделившийся в НГС-01,02, по трубопроводу направляется в сепаратор С-01 через задвижки для дополнительной очистки от капельной жидкости.

Углеводородный конденсат из сепаратора С-01 через клапан поступает в трубопровод на выход нефти из ОВ-01, ОВ-02.

Отбор газа на собственные нужды предусмотрен через задвижки с предварительной сепарацией газа от капельной жидкости в сепараторе ГС-01.

Очищенный от капельной жидкости в ГС-01 газ редуцируется и подается через задвижки для газоснабжения в качестве топливного газа на горелки путевых подогревателей нефти ПП-01÷04, далее сжигается в топке подогревателя, отдавая тепло промежуточному теплоносителю.

Газ через задвижки поступает для горелок ФВД и ФНД.

Дренаж жидкости УДХ-01, аппаратов НГС-01(02), С-01, ГС-01 перед ремонтом или в случае аварии предусмотрен в ЕД-01.

Нефтяная эмульсия из входных сепараторов НГС-01,02, с давлением до (0,49 – 0,78) МПа, через задвижки поступает в четыре параллельно работающих путевых подогревателя нефти ПП-01, 02, 03, 04, где она нагревается до температуры плюс (45 – 50) °С, которая позволяет существенно сократить содержание воды в нефтяной эмульсии.

Затем жидкость подается в продуктовый змеевик подогревателя (блок нагрева) ПП-01, ПП-02, ПП-03, ПП-04, где нагревается от промежуточного теплоносителя (вода) после чего выводится из подогревателя. Топливо сжигается в топке подогревателя, отдавая тепло промежуточному теплоносителю, охлажденные продукты сгорания при помощи дымовой трубы выводятся из топки подогревателя в атмосферу.

Дренаж жидкости из подогревателей перед ремонтом или в случае аварии предусмотрен через задвижки в дренажную емкость ЕД-03.

Нефтеводогазовая смесь из путевых подогревателей нефти ПП-01, 02, 03, 04 через задвижки, пройдя учет в расходомерах, поступает в сепараторы типа НГСВ-1,2, объемом 100 м³, позиция ОВ-01,02.

Из сепараторов второй ступени ОВ-01, ОВ-02 предварительно обезвоженная нефть через клапан-регулятор уровня поступает для дегазации в аппараты конечной ступени сепарации КСУ-01,02.

Углеродородный газ, выделившийся в ОВ-01, ОВ-02, через задвижку направляется для сжигания в ФВД.

Сброс пластовой воды из сепараторов ОВ-01, ОВ-02 на очистные сооружения осуществляется по межфазному уровню через регулирующий клапан. Выход подтоварной воды из отстойников ОВ-01, 02 предусмотрен на РВС-01, где происходит отстой воды. Уловленная нефть в РВС-01, измеряемая по межфазному уровню, откачивается насосами внутренней перекачки нефти на вход блоков подогревателей нефти.

Отстоявшаяся подтоварная вода из резервуара РВС-01, через распределитель по внутреннему стояку, под давлением столба жидкости

поступает на прием подпорных насосов БНПН, далее насосами, через узел учета воды на БКНС, для закачки в пласт.

Дренаж жидкости аппаратов ОВ-01, ОВ-02 перед ремонтом или в случае аварии предусмотрен в ЕД-02.

Отстоявшаяся нефть, с температурой до плюс 44 °С и содержанием воды не более 10 % (объемных), через задвижки поступает на КСУ-01,02 для дегазации.

Дегазированная нефть из сепаратора КСУ-01, КСУ-02 самотеком по трубопроводу через задвижки поступает на вход в параллельно работающие резервуары РВС-02,03, где происходит подготовка нефти и отстой воды в режиме динамического отстоя.

Дренаж остаточной жидкости из резервуаров РВС-01,02,03 перед ремонтом предусмотрен в ЕД-04.

Углекислотный газ, выделившийся в КСУ-01,02, через задвижки направляется для сжигания в ФНД.

Товарная нефть из резервуаров РВС-02,03 под давлением столба жидкости поступает на БНВО. Далее насосами внешней откачки через СИКНС по существующему напорному нефтепроводу откачивается на УПН месторождения.

БНВО предназначена для перекачки товарной нефти по напорному нефтепроводу. Насосы БНВО работают во взаимодействии с сооружениями подготовки и учета нефти. Нефть на прием насосов ЦНС 105-490 подается от технологических резервуаров РВС-01,02. Давление на входном патрубке основного насоса составляет 0,1 МПа.

Нефть до подачи насосами БНВО по напорному нефтепроводу на установку УПН проходит через СИКНС ДНС с УПСВ.

В случае необходимости повторной подготовки нефти нефть поступает на БНВП.

Для защиты от коррозии напорного трубопровода нефти после СИКНС предусмотрена непрерывная подача ингибитора коррозии дозировочным насосом УДХ-02.

Сбор утечек с насосов и дренаж перед ремонтом БНВП, БНВО, СИКНС, УДХ-02, предусмотрен в ЕД-05.

Функциональная схема технологического процесса ДНС с УПСВ представлена в приложении А.

2.2 Технические характеристики газового сепаратора

В данной выпускной квалификационной работе будет разработан проект автоматизации газосепаратора ГС2-1,6-1600-2-И-ХЛ1 (позиция ГС-01) ДНС Долинного месторождения.

Газосепаратор сетчатый типа ГС – емкостный аппарат фильтрационного типа, который осуществляет очистку природного и попутного нефтяного газа от нефти, газоконденсата, масла и механических примесей.

Данные газосепараторы зачастую применяются для подготовки газа перед транспортировкой или подачей конечному потребителю, в основном включают в комплекс многосекционных сепарационных систем, но также применяют в качестве самостоятельных технологических единиц при условии комплектации емкостью для сбора конденсата.

2.2.1 Принцип работы

Функциональность газосепараторного оснащения основана на разнице агрегатных состояний углеводородных веществ. Неочищенный газ подается в среднюю часть газосепаратора через патрубок, после этого проходит через коагулятор, а затем через сетчатую насадку, освобождается от капельной жидкости и концентрируется в верхней части накопительного цилиндра. Выделенная жидкость собирается на дне сепаратора, откуда по мере достижения определенного уровня выводится через клапан.

На рисунке 1 представлен ГС.

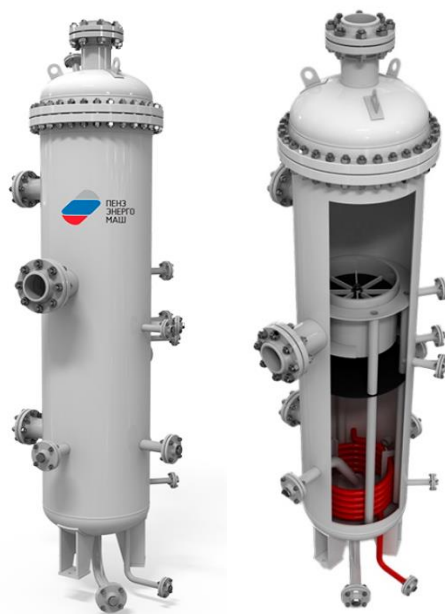


Рисунок 1 – Газовый сепаратор

2.2.2 Типы газовых сепараторов

ГС в зависимости от внутреннего диаметра цилиндрического корпуса и рабочего давления делятся на два типа.

1. Цилиндрический вертикальный ГС с внутренним диаметром цилиндрического корпуса от 600 до 800 мм. Данный газосепаратор эксплуатируется при давлении от 1,6 до 8,8 МПа.

2. Цилиндрический вертикальный ГС с внутренним диаметром цилиндрического корпуса 1200, 1600 и 2000 мм. Данный газосепаратор эксплуатируется при давлении от 0,6 до 8,8 МПа.

Также газосепараторы производят в двух материальных исполнениях.

1 – сталь 16ГС. Установки, изготовленные из данного материала, используются для климата со средней температурой наиболее холодной пятидневки не ниже минус 40 °С.

2 – сталь 09Г2С. Установки, изготовленные из данного материала, используются для климата со средней температурой наиболее холодной пятидневки не ниже минус 60 °С [2].

2.2.3 Газосепаратор ГС2-1,6-1600-2-И-ХЛ1

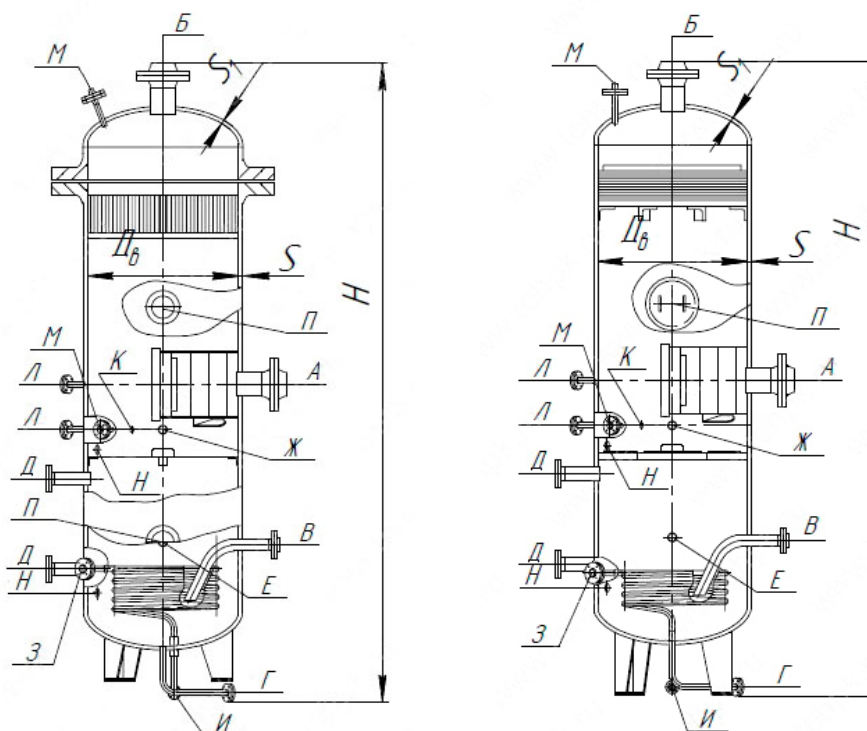
Газосепаратор сетчатый 2 типа (рисунок 2), на расчетное давление 1,6 МПа, внутренний диаметр аппарата – 1600 мм, материальное исполнение – 2, с деталями для крепления теплоизоляции – И, климатическое исполнение ХЛ1 (от минус 60 до плюс 40 °С).

В таблице 2 представлены основные технические характеристики сепаратора.

Таблица 2 – Основные технические характеристики ГС2-1,6-1600-2-И-ХЛ1

Обозначение	Объем, м ³	Высота, мм	Масса, кг	Срок службы, лет
ГС2-1,6-1600-2-И-ХЛ1	8	3745	3400	12 – 20

На рисунке 2 представлен чертеж сепаратора.



А – вход газа, Б – выход газа, В – выход конденсата, Г – дренаж, Д – для камеры уровнемера, Е – для термометра, Ж – для термопреобразователя сопротивления, З – вход теплоносителя, И – выход теплоносителя, К – для манометра показывающего, Л – для отбора давления, М – для дифманометра, Н – для указателя уровня, П – Люк

Рисунок 2 – чертеж ГС:

В процессе работы ГС-01 должны соблюдаться следующие нормы технологического режима (таблица 3):

Таблица 3 – Нормы технологического режима

Среда измерения	Наименование параметра	Единица измерения	Допускаемые пределы технологических параметров
Газ	Давление	МПа	от 0,4 до 0,9
Газ	Температура	°С	от плюс 5 до плюс 35
Конденсат	Уровень	мм	от 600 до 1100

В таблице 4 представлен перечень блокировок и сигнализаций технологических параметров.

Таблица 4 – Перечень блокировок и сигнализации

Среда измерения	Наименование параметра	Сигнализация предаварийная		Блокировка		Сигнализация аварийная	
		Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
Газ	Давление, МПа	0,40	0,80			0,30	0,90
Газ	Температура, °С	плюс 5	плюс 30			плюс 4	плюс 35
Конденсат	Уровень, мм	700	1000	600	1200	300	1100

Таким образом, в АС необходимо соблюдение приведенных выше технологических норм.

2.3 Разработка трехуровневой структурной схемы АС

Структура АСУ ТП ДНС имеет трехуровневую иерархию:

Полевой уровень. На полевом уровне происходит измерение параметров технологического процесса датчиками, а также работа исполнительных механизмов.

Контроллерный уровень. На данном уровне располагаются ПЛК, которые получают информацию, собранную датчиками, а также выдают указания исполнительным механизмам. Обработка данных на этом уровне происходит по определенному алгоритму: прием информации, ее анализ и обработка и последующая выдача команд на нижний уровень.

Диспетчерский уровень – система серверов, ПК, на которых отображаются все изменения параметров работы технологических процессов, аварийное срабатывание оборудования, действия диспетчеров. Это уровень мониторинга, в работе которого принимают участие операторы.

На этом уровне возможно два варианта осуществления контроля с участием оператора:

- контроль отдельной установки – обычно используют сенсорные панели, которые размещаются в шкафах автоматики;
- контроль за системой аппаратов – используют SCADA-системы на базе ПК.

Обмен информацией между контроллерным и диспетчерским уровнем реализуется за счет использования промышленных компьютерных сетей. Для уменьшения вероятности отказов следует применять «горячее» резервирование.

Трехуровневая структура АС приведена в приложение Б.

2.4 Функциональная схема автоматизации

ФСА – технический документ, который задает структуру и степень автоматизации технологических установок, а также определяет их техническую оснащенность

ФСА отображает:

- технологическую схему установок, которые будут автоматизированы;
- средства автоматизации, которые отображаются с помощью условных обозначений, и линии связи между ними;
- таблицу условных обозначений, которые не приведены в действующих стандартах;
- пояснения к схеме.

При разработке ФСА должны решаться следующие задачи:

- стабилизация параметров технологического процесса;
- получение информации о работе оборудования;
- воздействие на технологический процесс с целью управления им;
- регистрация и контроль технологических параметров процесса.

Для качественной работы ГС необходимо осуществить реализацию следующих процессов:

1. Регулирование уровня газового конденсата в сепараторе в пределах от 600 до 1100 мм с помощью запорно-регулирующего клапана с электроприводом;

2. Поддержание давления газа в сепараторе в пределах (0,4 – 0,9) МПа.

В данной работе была разработана ФСА по ГОСТ 21.408-13 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» [3] и ГОСТ 21.208-13 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов» [4].

ФСА представлена в приложении В.

2.5 Автоматизация газового сепаратора на ДНС

Выбор программно-технических средств для реализации проекта автоматизации ГС состоит из поиска подходящих устройств, сравнения возможных вариантов по определенным критериям, а также дальнейшего выбора компонентов АС.

Для разработки АС ДНС Долинного месторождения необходимо наличие следующего оборудования:

- ПЛК;
- датчики измерения;
- исполнительные устройства;
- датчики сигнализации и другое вспомогательное оборудование.

Сбор информации о ходе технологического процесса осуществляется при помощи датчиков измерения. Посредством исполнительных устройств реализуется управление объектом, электрический сигнал преобразуют в механический, или иной, в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллер осуществляет получение и обработку сигналов с датчиков, а также формирует управляющие воздействия для исполнительных механизмов.

В связи с политической ситуацией в стране выбор необходимого оборудования проходил среди устройств преимущественно отечественного производства.

2.5.1 Выбор устройств измерения

2.5.1.1 Выбор датчика давления

Для реализации работы функции АС дистанционного измерения давления газа был проведен сравнительный анализ следующих устройств:

- Метран-150 [5];
- Rosemount 3051 [6];
- Элемер-100 [7].

Результат сравнения датчиков избыточного давления представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнение датчиков давления

Критерии выбора	Метран-150	Rosemount 3051S	Элемер-100
Производитель	ПГ «Метран», Россия	Rosemount, США	НПП «Элемер», Россия
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Давление рабочей среды, МПа	от 0 до 1,6	от 0 до 2	от 0 до 1,6
Диапазон температур окружающей среды, °С	от минус 40 до плюс 85 от минус 60 до плюс 85 (опция)	от минус 40 до плюс 85 от минус 60 до плюс 85 (опция)	от минус 55 до плюс 70
Диапазон температур измеряемой среды, °С	от минус 40 до плюс 149	от минус 75 до плюс 205	от минус 40 до плюс 120
Основная приведенная погрешность, %	±0,075	±0,035	±0,15
Диапазон перенастройки пределов измерений	100:1 50:1	200:1 150:1	10:1 25:1
Выходные сигналы	(4 – 20) мА/HART, (0 – 5) мА	(4 – 20) мА/HART, Foundation Fieldbus, WirelessHART	(4 – 20) мА/HART, (0 – 5) мА, (0 – 20) мА, Modbus RTU
Виды исполнений по взрывозащите	Exia	Exia	Exia
Время наработки на отказ, ч.	150 000	150 000	150 000
Наличие ЖКИ	Есть	Есть	Есть
Степень защиты от пыли и воды	IP66	IP68	IP65
Тип присоединения	Штуцерное, фланцевое	Штуцерное, фланцевое, копланарное	Штуцерное, фланцевое
Цена, руб.	от 80 000	от 70 000	от 35 000

В качестве устройства измерения избыточного давления был выбран датчик Элемер-100. Данное устройство изготавливается отечественным производителем, имеет подходящую по метрологическим требованиям основную приведенную погрешность, обладает всеми необходимыми выходными сигналами. Также его преимуществами является небольшая цена относительно остальных датчиков.

На рисунке 3 представлен внешний вид датчика давления Элемер-100.



Рисунок 3 – Внешний вид Элемер-100

Наличие ЖКИ в комплектации датчика позволяет использовать его также в качестве устройства местного контроля давления.

2.5.1.2 Выбор уровнемера

Для реализации работы функции АС регулирования уровня газового конденсата был проведен сравнительный анализ следующих устройств:

- Уровнемер ДУУ4МА [8];
- Уровнемер VEGAFLEX 81 [9];
- Уровнемер 5300 [10].

Результат сравнения датчиков уровня представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнение датчиков уровня

Критерии выбора	Уровнемер ДУУ4МА	Уровнемер VEGAFLEX 81	Уровнемер 5300
Производитель	АО «Альбатрос», Россия	VEGA Grieshaber KG, Германия	ПГ «Метран»- Emerson, Россия-США
Принцип действия	Поплавковый	Микроволновый	Радарный
Вынос чувствительной зоны, м	до 25	до 75	до 50
Абсолютная основная погрешность, мм	±1	±2	±3
Диапазон температур измеряемой среды, °С	от минус 45 до плюс 65	от минус 40 до плюс 200	от минус 40 до плюс 150
Диапазон температур окружающей среды, °С	от минус 55 до плюс 75	от минус 40 до плюс 80 от минус 60 до плюс 80 (опция)	от минус 55 до плюс 80
Давление измеряемой среды, МПа	до 2 МПа	от минус 0,1 до плюс 4	от минус 0,1 до плюс 4
Выходные сигналы	(0 – 20) мА, (0 – 5) мА, (4 – 20) мА, Modbus RTU	(4 – 20) мА/HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA	(4 – 20) мА/HART, Foundation Fieldbus, Modbus
Степень защиты от пыли и воды	IP68	IP66, IP67, IP68	IP 66, IP67
Тип присоединения	Штуцерное, фланцевое	Фланцевое, резьбовое	Фланцевое, резьбовое
Взрывозащищенное исполнение	Есть	Есть	Есть
Наличие дисплея	Есть	Есть	Есть
Время наработки на отказ, ч.	не менее 50 000	100 000	150 000
Цена, руб.	от 121 000	от 187 000	от 159 000

В качестве устройства регулирования уровня газового конденсата выбран уровнемер ДУУ4МА. Данное устройство изготавливается отечественным производителем, имеет наименьшее значение погрешности измерения и цены относительно остальных датчиков, а также обладает всеми необходимыми выходными сигналами.

На рисунке 4 представлен внешний вид уровнемера ДУУ4МА.



Рисунок 4 –Уровнемер ДУУ4МА

2.5.1.3 Выбор датчика температуры

2.5.1.3.1 Местный контроль температуры

Для осуществления местного контроля температуры были рассмотрены следующие устройства:

- Термометр БТ-220 [11];
- Термометр ТГП-100 [12];
- Термометр ТБФ-221[13].

Результат сравнения термометров представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Сравнение термометров

Критерии выбора	БТ-220	ТГП-100	ТБФ-221
Производитель	ЗАО «Росма», Россия	ООО «Бренд Девелопмент», Россия	АО «ПО Физтех», Россия
Класс точности	1.5	1	1
Диапазон температур измеряемой среды, °С	от минус 30 до плюс 50	от минус 50 до плюс 50	от минус 30 до плюс 50

Продолжение таблицы 7 – Сравнение термометров

Критерии выбора	БТ-220	ТГП-100	ТБФ-221
Диапазон температур окружающей среды, °С	от минус 60 до плюс 60	от минус 50 до плюс 60	от минус 60 до плюс 50
Чувствительный элемент	Биметаллическая спираль	Трубка Бурдона	Биметаллическая спираль
Степень защиты от пыли и воды	IP65	IP65	IP65
Межповерочный интервал	3 года	2 года	3 года
Тип присоединения	Резьбовое	Резьбовое	Резьбовое
Цена, руб.	от 2050	от 3500	от 3400

В качестве устройства местного контроля температуры был выбран термометр ТБФ-221. Данное устройство изготавливается отечественным производителем, имеет меньшее значение погрешности измерения по сравнению с термометром БТ-220, а также меньшую цену и больший интервал поверки по сравнению с термометром ТГП-100.

На рисунке 5 представлен внешний вид термометра ТБФ-221.



Рисунок 5 – Термометр ТБФ-221

2.5.1.3.2 Дистанционное измерение температуры

Для реализации работы функции АС дистанционного измерения температуры газа был проведен сравнительный анализ следующих устройств:

- Метран-286 [14];
- Rosemount 3144P [15];
- Элемер ПТ 0304-ВТ [16].

Результат сравнения датчиков температуры представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Сравнение датчиков температуры

Критерии выбора	Метран-286	Rosemount 3144P	Элемер ПТ 0304-ВТ
Производитель	ПГ «Метран», Россия	Rosemount, США	НПП «Элемер», Россия
Основная приведенная погрешность, %	±0,15	±0,15	±0,15
Диапазон температур измеряемой среды, °С	от минус 50 до плюс 500	от минус 50 до плюс 200	от 0 до плюс 150
Диапазон температур окружающей среды, °С	от минус 40 до плюс 70; от минус 50 до плюс 85	от минус 51 до 85 (опция К1005); от минус 60 до плюс 85 (опция ВР6)	от минус 60 до плюс 70
Выходные сигналы	(4 – 20) мА /HART	Выходной сигнал (4 – 20) мА/HART или Foundation fieldbus	(4 – 20) мА /HART
Степень защиты от пыли и воды	IP65	IP66, IP68	IP66, IP67
Тип присоединения	Штуцерное	Штуцерное	Резьбовое
Взрывозащищенное исполнение	Есть	Есть	Есть
Время наработки на отказ, ч.	70 000	120 000	160 000
Цена, руб.	от 50 000	от 78 000	от 50 000

В качестве устройства дистанционного измерения температуры был выбран датчик Элемер ПТ 0304-ВТ. Данное устройство изготавливается отечественным производителем, обладает всеми необходимыми выходными

сигналами, имеет наиболее подходящий диапазон измерений температуры по сравнению с датчиками Rosemount 3144P и Метран-286.

На рисунке 6 представлен внешний вид датчика температуры Элемер ПТ 0304-ВТ.



Рисунок 6 – Датчик температуры Элемер ПТ 0304-ВТ

2.5.2 Выбор контроллерного оборудования

Выбор контроллерного оборудования производился из следующих устройств:

- Regul R500 [17];
- АБАК ПЛК [18];
- Siemens S7-1500 [19].

Результат сравнения контроллеров представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Сравнение ПЛК

Критерии выбора	Simatic S7-1500	Regul R500	АБАК ПЛК
Производитель	Siemens AG, Германия	ИК «Прософт- Системы», Россия	НИЦ «Инкомсистем», Россия
Поддерживаемые протоколы	Modbus RTU, SNMP, OPC UA	Modbus, OPC DA, OPC UA, EtherCAT, RegulBus	Modbus, Profinet, EtherCAT, OPC UA, SNMP
Поддерживаемые интерфейсы	ROFINET, PROFIBUS, Ethernet	RS-232, RS- 485, Ethernet, DVI-D, USB	RS-485, Ethernet, USB

Продолжение таблицы 9 – Сравнение ПЛК

Критерии выбора	Simatic S7-1500	Regul R500	АБАК ПЛК
Время выполнения операций	от 10 нс	1 мс, 10мс в резервированном варианте	10 мс
Напряжение питания, В	24	24	от 12 до 30
Степень защиты	IP20	IP20	IP20
Среда разработки	Step 7	Epsilon LD	Codesys v3.5
Языки программирования	LAD, FBD, STL, SQL, GRAPH	FBD, LD, ST, SFC, CFC	FBD, LD, ST, SFC, CFC
Рабочая температура, °С	от минус 40 до плюс 70	от минус 40 до плюс 60	от минус 40 до плюс 70
Среднее время наработки на отказ, ч.	от 100 000	150 000	100 000

В качестве ПЛК был выбран Regul R500. Данное устройство изготавливается отечественным производителем, обладает развитой возможностью резервирования системы, а также наибольшим по сравнению с остальными сравниваемыми ПЛК значением наработки на отказ.

2.5.2.1 Описание контроллера Regul R500

Контроллер предназначен для сбора и обработки информации с измерительных датчиков, формирования сигналов управления по разработанным алгоритмам, приема и передачи информации по каналам связи.

Возможности Regul R500:

- поддержка функций «горячего» резервирования всех модулей ПЛК;
- дублированная высокоскоростная внутренняя шина данных;
- множество схем резервирования контроллеров;
- подключение станций удаленного ввода/вывода к центральному процессору по топологии «двойное резервируемое кольцо», «звезда» и смешанной схеме;
- энергонезависимая память – до 3 Гб под архивы пользователя.

На рисунке 7 представлен внешний вид контроллера Regul R500.



Рисунок 7 – Regul R500

Для работы системы необходимо наличие следующих элементов крепления и модулей (таблица 10).

Таблица 10 – Модули и элементы крепления Regul R500

Каталожный номер	Наименование оборудования
R500 DN 060	DIN-рейка L=600 мм
R500 CU 00 021	Модуль центрального процессора, 1 GHz, 512 Mb RAM, 1 Gb Flash, RS-232, RS-485, 2 x Ethernet RJ-45
R500 AI 08 051	Модуль аналогового ввода, (0 – 20) мА, (4 – 20) мА, (-10 – +10) В, (0 – 10) В, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция, погрешность 0,1%
R500 ST 02 012	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (IN), разъем RJ-45
R500 ST 02 022	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (OUT), разъем RJ-45
R500 PP 00 031	Модуль источника питания 220 VAC/VDC, 75 Вт, с гальваноизоляцией внутренней сети питания от внешней

2.5.3 Преобразователь частоты

Для управления электроприводом, посредством изменения частоты вращения и крутящего момента вала электропривода, были рассмотрены следующие устройства:

- KIPPRIBOR AFD-E [20];
- Веспер E4-8400-001H [21].

Результат сравнения преобразователей частоты представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Сравнение преобразователей частоты

Критерии выбора	KIPPRIBOR AFD-E	Веспер E4-8400-001H
Производитель	«KIPPRIBOR», Россия	«Веспер», Россия
Мощность, кВт	0,75	0,75
Питающая сеть	3 фазы (330 – 440) В	3 фазы (330 – 480) В
Выходное напряжение	3 фазы (0 – 500) В	3 фазы (330 – 480) В
Выходная частота, Гц	от 0 до 300	от 0,01 до 200
Режимы управления	Скалярное, векторное	Скалярное, векторное
Протокол передачи	ModBus ASCII, Modbus RTU	ModBus ASCII, Modbus RTU
Цифровые входы	сух. контакт / NPN	сух. контакт / NPN
Аналоговые входы	(0 – 10) В, (0 – 20) мА, (4 – 20) мА	(0 – 10) В, (0 – 20) мА, (4 – 20) мА
Цифровые выходы	Релейные, транзисторные	Релейные, транзисторные
Аналоговые выходы	(0 – 10) В, (0 – 20) мА, (4 – 20) мА	(0 – 10) В, (0 – 20) мА, (4 – 20) мА
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 10 до плюс 40	от минус 10 до плюс 50
Диапазон температур окружающей среды, °С	от минус 20 до плюс 60	от минус 20 до плюс 60
Степень защиты от пыли и воды	IP20	IP20, IP21
Цена, руб.	16 800	14 094

В качестве устройства для управления электроприводом клапана был выбран частотный преобразователь Веспер E4-8400-001H. Данное устройство изготавливается отечественным производителем, обладает набором характеристик, сопоставимым с прибором KIPPRIBOR AFD-E, однако имеет меньшую цену.

На рисунке 8 представлен внешний вид частотного преобразователя Веспер E4-8400-001H.



Рисунок 8 – Частотный преобразователь Веспер E4-8400-001H

2.5.4 Выбор исполнительных механизмов

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

Для автоматического поддержания заданного уровня газового конденсата в сепараторе ГС-01 ДНС Долинного месторождения проведем сравнительный анализ следующих устройств:

- запорно-регулирующий клапан КЗР 25нж947п с электроприводом REGADA MT 3 с блоком сигнализации положения [22];
- запорно-регулирующий клапан РУСТ 410 с электроприводом ЗЭИМ МЭПК-6300 с блоком сигнализации положения [23].

Технические характеристики клапанов приведены в таблице 12

Таблица 12 – Технические характеристики клапанов

Характеристика	КЗР 25нж947п	РУСТ 410
Производитель	«Авангард», Россия	«РУСТ-95», Россия
Условный проход ДУ, мм	50	50
Тип присоединения	фланцевый	фланцевый

Продолжение таблицы 12 – Технические характеристики клапанов

Характеристика	КЗР 25нж947п	РУСТ 410
Рабочая среда	вода, воздух, пар, растворы, аммиак, природный газ влажный, нефтепродукты, углеводороды	природный газ, нефть, нефтепродукты, среды с сероводородом, вода, пар, пищевые продукты и другие жидкие и газообразные среды
Конструкция	плунжерная	сбалансированная (клеточная)
Тип уплотнения	металл-полимер	металл-полимер
Материал исполнения	нержавеющая сталь	нержавеющая сталь
Давление, МПа	от 1,6 до 4,0	от 1,6 до 16,0
Диапазон температуры регулируемой среды, °С	от минус 60 до плюс 150	от минус 60 до плюс 420
Диапазон температуры окружающей среды, °С	от минус 60 до плюс 50	от минус 60 до плюс 70
Условная пропускная способность K_{vy} , м ³ /ч.	от 10 до 63	от 10,0 до 50,01
Наработка на отказ	10 000 часов	10 000 часов
Срок службы	не менее 10 лет	не менее 10 лет
Привод	REGADA MT	МЭПК-6300

Технические характеристики электроприводов приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики электроприводов

Характеристика	REGADA MT 3	МЭПК-6300
Производитель	«REGADA», Словакия	АО «АБС ЗЭиМ Автоматизация», Россия
Макс. нагрузочная сила, Н	от 4800 до 36000	6300
Напряжение питания, В	380	380
Частота, Гц	50	50
Тип присоединения	фланцевый	фланцевый
Номинальный полный ход штока, мм	от 10 до 100	от 30 до 60
Номинальное время полного хода штока, с	55	50
Потребляемая мощность, Вт	120	110
Температура окружающей среды, °С	от минус 60 до плюс 60	от минус 60 до плюс 55

Продолжение таблицы 13 – Технические характеристики электроприводов

Характеристика	REGADA MT 3	МЭПК-6300
Степень защиты	IP 55, IP 67	IP54, IP67
Маркировка взрывозащиты	II 2G Ex d IIC T5/T4 Gb, II 2D Ex tb IIC T135C Db	1Ex d IIB T4 Gb

В качестве исполнительного устройства был выбран запорно-регулирующий клапан РУСТ 410 с электроприводом ЗЭИМ МЭПК-6300 с токовым блоком сигнализации положения (выходной сигнал (0 – 5) мА; и (0 – 20) мА; (4 – 20) мА), так как данные устройства являются продуктами отечественного производства. Электропривод МЭПК 6300 имеет меньшее номинальное время полного хода штока по сравнению с электроприводом REGADA MT 3. Также с учетом того, что плунжерная конструкция клапана используется преимущественно при работе с загрязненными или вязкими средами, а в данном случае рабочей средой является газовый конденсат без дополнительных примесей, то наиболее подходящей конструкцией клапана является сбалансированная.

На рисунке 9 представлен внешний вид клапана РУСТ 410.



Рисунок 9 – Клапан РУСТ 410

На рисунке 10 представлен внешний вид электропривода ЗЭИМ МЭПК-6300.



Рисунок 10 – Электропривода ЗЭИМ МЭПК-6300

2.6 Разработка алгоритмического обеспечения

В автоматизированных системах используются различные алгоритмы, такие как:

- алгоритмы пуска / останова технологического оборудования;
- ПИД-алгоритм для автоматического регулирования технологических параметров;
- алгоритмы централизованного управления.

При выполнении блок-схем алгоритмов использовались элементы согласно ГОСТ 19.701-90 [24].

2.6.1 Алгоритма пуска

Данный алгоритм осуществляет запуск работы ГС.

Алгоритм пуска состоит из следующих шагов:

- 1) Конфигурация и инициализация представляют собой запуск, настройку, проверку работоспособности технического оборудования и ПО;
- 2) Далее происходит проверка давления и температуры на входе в сепаратор. В случае отклонения значений от нормы выводится сообщение оператору для устранения неполадок;
- 3) Следующим шагом происходит проверка положения задвижки для дренажа жидкости. Если задвижка открыта, то ее необходимо закрыть;
- 4) Далее происходит открытие входной задвижки и заполнение сепаратора газовой эмульсией.

Блок-схема алгоритма пуска показана в приложении Г.

2.6.2 Алгоритма останова

Данный алгоритм осуществляет останов работы ГС.

Алгоритм состоит из следующих шагов:

- 1) Первым шагом необходимо закрыть входную задвижку для прекращения подачи газовой эмульсии в сепаратор;
- 2) Далее необходимо открыть задвижку для слива жидкости из сепаратора;

3) После происходит отключение электропривода от питания.

Блок-схема алгоритма останова показана в приложении Г.

2.6.3 Алгоритм сбора данных измерений

В начале алгоритма происходит инициализация показаний с датчиков (4 – 20) мА, далее контроллер проверяет поступившие данные на отклонение от установленных значений. В случае, когда значение выходит за пределы установленного диапазона, данные считаются ложными. Потом происходит преобразование токового аналогового сигнала в код АЦП согласно выбранному масштабу. Осуществляется преобразование токовой величины в значение измеряемых параметров: давление (МПа), уровень (мм), температура (°С). Если значения измеряемых параметров изменились, контроллер формирует пакет данных, который отправляется в SCADA-систему, и на мнемосхему АРМ оператора выводится информация об уровне жидкости. В случае отклонения значения уровня от установленного диапазона система отображает соответствующее сообщение на АРМ оператора.

Алгоритм сбора данных представлен в приложении Д.

2.6.4 Алгоритм автоматического регулирования

2.6.4.1 Моделирование работы сепаратора

Для моделирования САР уровня газового конденсата необходимо составить структурную схему, изображенную на рисунке 11.



Рисунок 11 – Структурная схема САР

В структурную схему входят следующие элементы:

1. ПД-регулятор. В данном случае регулирование процесса будет осуществляться с помощью ПД-регулятора, так как в системе уже имеются

интегрирующие звенья, следовательно, использовать интегральную часть регулятора нецелесообразно. ПД-регулятор описывается следующей передаточной функцией:

$$W_{ПД} = K_{П} + T_{Д}s, \quad (1)$$

где $K_{П}$ – пропорциональный коэффициент регулятора;

$K_{Д}$ – дифференциальный коэффициент регулятора.

Коэффициенты регулятора были настроены итеративным методом:

2. Частотный преобразователь. Передаточная функция преобразователя частоты описывается апериодическим звеном первого порядка [25], где коэффициент рассчитывается как отношение частоты управляющего сигнала (0 – 50) Гц к управляющему токовому сигналу (4 – 20) мА. Постоянная времени частотного преобразователя определяется постоянной времени фильтра частоты и была принята равной 0,1 с:

$$W_{ПЧ} = \frac{k_{ПЧ}}{T_{ПЧ} \cdot s + 1}, \quad (2)$$

где $k_{ПЧ}$ – коэффициент частотного преобразователя,

$$k_{ПЧ} = \frac{(50-0)Гц}{(20-4)мА} = 3,125 \frac{Гц}{мА};$$

$T_{ПЧ}$ – постоянная времени фильтра частоты, $T_{ПЧ} = 0,1с$.

3. Передаточная функция электропривода с редуктором представляет собой апериодическое звено первого порядка [26]. Номинальная скорость вращения вала электропривода по паспортным данным при частоте питающего напряжения 50 Гц составляет 2,667 рад/с, постоянная времени разгона электропривода также в соответствии с паспортными данными составляет 0,25 с:

$$W_{ЭП+Р} = \frac{k_{ЭП+Р}}{T_{ЭП+Р} \cdot s + 1}, \quad (3)$$

где $k_{ЭП+Р}$ – коэффициент электропривода с редуктором,

$$k_{\text{ЭП+Р}} = \frac{(2,267 - 0) \text{ рад} / \text{с}}{(50 - 0) \text{ Гц}} = 0,045 \frac{\text{рад} / \text{с}}{\text{Гц}};$$

$T_{\text{ЭП+Р}}$ – постоянная времени разгона электропривода с редуктором,
 $T_{\text{ЭП+Р}} = 0,25 \text{ с}$.

4. Регулирующим органом является клапан, модель которого состоит из блоков, представленных на рисунке 12:

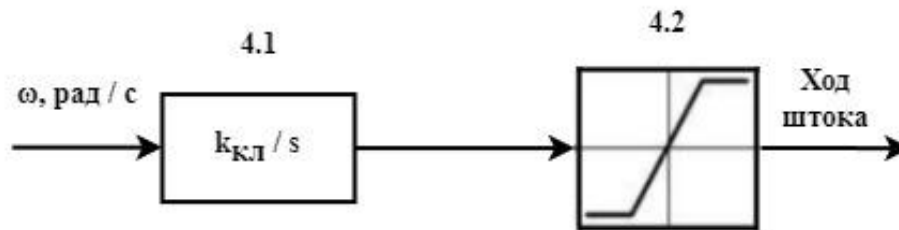


Рисунок 12 – Структурная схема клапана

4.1. Для расчета коэффициента передачи примем, что при номинальной скорости вращения выходного вала электропривода – 0,045 рад/с за 50 секунд обеспечивается номинальный ход штока 30 мм, следовательно, за 1 секунду ход штока составляет 0,6 мм.

Тогда передаточная функция клапана равна:

$$W_{PO} = \frac{k_{PO}}{s}, \quad (4)$$

где k_{PO} – коэффициент передачи клапана,

$$k_{PO} = \frac{(0,6 - 0) \text{ мм}}{(0,045 - 0) \frac{\text{рад} / \text{с}}{\text{Гц}}} = 13,33 \frac{\text{мм} \cdot \text{с} \cdot \text{Гц}}{\text{рад}} = 0,013 \frac{\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{Гц}}{\text{рад}}.$$

4.2. Ограничительное звено – ход штока клапана, который является числом из диапазона [0;0,03].

5. Блок преобразования хода штока клапана в значение расхода на выходе клапана. Расход на выходе сепаратора можно рассчитать по следующей формуле:

$$Q_{\text{вых}}(t) = S \cdot \sqrt{2g \cdot h(t)}, \quad (5)$$

где g – ускорение свободного падения;

$h(t)$ – уровень жидкости в сепараторе;

S – площадь сечения клапана.

k – коэффициент пересчета хода штока клапана $L_{ш}$, равного 0,03 м, в площадь сечения оттока, так как при радиусе проходного сечения клапана 0,025 м (25 мм) в открытом состоянии площадь полного сечения соответствует 0,0019625 м²:

$$S = r^2 \cdot \pi = 0,025^2 \cdot 3,14 = 0,0019625 \text{ м}^2. \quad (6)$$

Коэффициент пересчета хода штока клапана в площадь сечения оттока равен:

$$k = \frac{S}{L_{ш}} = \frac{(0,0019625 - 0) \text{ м}^2}{(0,03 - 0) \text{ м}} = 0,06545 \text{ м}. \quad (7)$$

Такая формула позволяет учитывать влияние уровня жидкости на расход на выходе сепаратора.

6. Сепаратор (интегрирующее звено). Изменение объема среды в сепараторе равняется алгебраической сумме всех входящих и выходящих из него потоков. Для рассматриваемой системы этот процесс описывается уравнением:

$$\frac{d}{dt} V(t) = Q_{вх}(t) - Q_{вых}(t) - Q_{выхг}(t); V(t) = \int (Q_{вх}(t) - Q_{вых}(t) - Q_{выхг}(t)) dt, \quad (8)$$

где $V(t)$ – объем среды в сепараторе, м³;

$Q_{вх}(t)$ – приток газовой эмульсии в сепаратор, м³/ч;

$Q_{вых}(t)$ – отток жидкости из сепаратора, м³/ч;

$Q_{выхг}(t)$ – отток газа из сепаратора, м³/ч.

Значение притока газовой эмульсии в сепаратор равно 0,15 м³/с, значение оттока газа из сепаратора равно 0,1425 м³/с. Примем, что в газовой эмульсии, подающейся на вход сепаратора, содержится (4 – 5) % капельной жидкости.

7. Коэффициент преобразования объема в уровень.

$$k_y = \frac{1}{S_C} = \frac{1}{V_C / h_C}, \quad (9)$$

где S_C – площадь сепаратора;

V_C – объем сепаратора;

h_C – высота сепаратора.

Таким образом, коэффициент преобразования объема в уровень равен:

$$k_y = \frac{1}{8 \text{ м}^3 / 3.745 \text{ м}} = \frac{1}{2,136 \text{ м}^2}.$$

8. Датчик уровня. Уровнемер является передаточной функцией, коэффициент которой равен 1.

Далее была разработана модель САР в программном обеспечении Matlab Simulink R2021b (приложение Е).

Зададим значение уставки уровня газового конденсата в сепараторе 0,8 м, снимем показания прибора Score при различных значениях коэффициентов ПД-регулятора и получим кривые переходного процесса системы, представленные на рисунке 13.

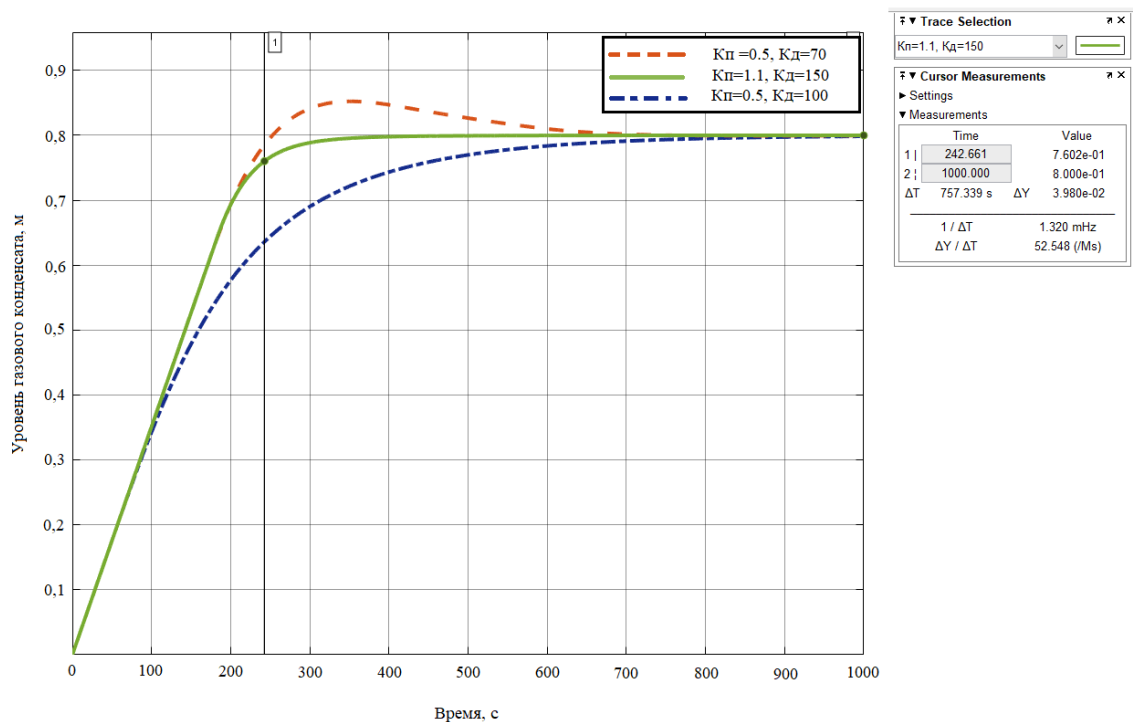


Рисунок 13 – Кривые переходного процесса системы

Исходя из графика 14, видно, что при коэффициентах ПД-регулятора $K_{II} = 0,5$ и $K_D = 70$ перерегулирование составляет 6,5 %, а время регулирования равняется 434 секундам. При коэффициентах $K_{II} = 1,1$ и $K_D = 150$ перерегулирование отсутствует, а время регулирования составляет 242 секунды. При коэффициентах $K_{II} = 0,5$ и $K_D = 100$ перерегулирование также отсутствует, время регулирования составляет 453 секунды. Таким образом, среди представленных кривых переходного процесса, наиболее подходящей является кривая с коэффициентами $K_{II} = 1,1$ и $K_D = 150$, так как она обеспечивает наименьшее время регулирования процесса без перерегулирования.

2.7 Выбор SCADA-системы для диспетчерского управления сепаратором

SCADA-системы осуществляют сбор, анализ и обработку важных параметров работы системы. Данная информация собирается и отображается на панели управления (мониторе и т.п.), что дает возможность диспетчеру принимать точные и незамедлительные решения на основе данных, полученных в реальном времени [27].

Задачами SCADA-системы являются:

- обмен данными с ПЛК через драйверы;
- обработка информации в режиме реального времени;
- отображение текущих технологических параметров на экране монитора в виде, доступном для понимания оператора;
- ведение базы данных реального времени с записью информации о ходе технологического процесса;
- аварийная сигнализация и управление сообщениями о тревоге;
- подготовка отчетов о ходе технологического процесса;
- обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.).

2.7.1 Обзор SCADA-пакетов

В связи с текущей политической ситуацией в стране в данной работе будут рассмотрены только отечественные SCADA-системы:

- MasterSCADA [28];
- Trace Mode [29];
- IntraSCADA [30];
- КРУГ-2000 [31].

2.7.1.1 MasterSCADA

MasterSCADA является программным пакетом для проектирования SCADA-систем промышленных предприятий, ЖКХ, а также автоматизации зданий. Система MasterSCADA имеет единую среду разработки, более 150

функций и функциональных блоков, дает возможность создавать текущие и архивные графики и таблицы, переносить их во внешние базы данных. Также пакет MasterSCADA имеет удобную систему создания алармов и автоматического формирования сообщений.

Преимущества программного пакета MasterSCADA:

- единая среда разработки всего проекта;
- объектный подход в разработке проекта;
- неограниченная гибкость вычислительных возможностей;
- защита авторских прав разработчиков;
- простота в работе с системой.

Недостатки программного пакета MasterSCADA:

- отсутствие возможности изменять изображение объекта в стандартных визуальных блоках;
- постоянное переключение из окна мнемосхемы в окно свойств объекта затрудняют работу с системой.

2.7.1.2 Trace Mode

SCADA-система Trace Mode является современным программным пакетом для автоматизации технологических процессов промышленных предприятий, телемеханики, учёта ресурсов и автоматизации зданий.

Trace Mode имеет клиент-серверную архитектуру с использованием общей модели объектов DCOM для ОС Windows. Основу Trace Mode составляет сервер и базы данных реального времени.

Достоинства программного пакета Trace Mode:

- большая бесплатная библиотека встроенных драйверов;
- система поддерживает большое число как российского, так и зарубежного оборудования и позволяет разрабатывать надёжные распределённые АСУ ТП.

Недостатки программного пакета Trace Mode:

- архивы. Ошибки при работе с большими размерами, высокая вероятность повреждения архива при больших размерах. Работа с выборками из архива и их алгоритмическая обработка также является большим недостатком Trace Mode;

- журналы событий. Строго индивидуальны для каждого узла: нельзя построить распределенную систему с единым журналом событий на всю систему;

- авторизация пользователей. Проблемы с подсистемой авторизации пользователей и ограничение их прав в проекте.

2.7.1.3 IntraSCADA

Данный пакет используется для создания систем диспетчеризации зданий, мониторинга и автоматизации промышленных предприятий и инженерных сооружений.

Система программы создана на основе современных веб-технологий. Данная система устанавливается и работает в локальной сети предприятия. По желанию систему можно установить на выделенном сервере провайдера. Подключение к системе происходит с любого устройства через браузер или компьютерную программу.

Достоинства программного пакета IntraSCADA:

- работа с трудоемкими проектами часто ведется командой инженеров одновременно с разных устройств (в параллельном режиме);

- пакет IntraSCADA имеет интегрированный сетевой сервис P2P. Это позволяет работать с проектом даже без выделенного IP-адреса на объекте автоматизации. Также доступен встроенный механизм проброса портов, с помощью которого можно работать с ПЛК и другими сетевыми устройствами так, как будто они находятся в той же локальной сети.

Недостатком программного пакета IntraSCADA является отсутствие примеров реального применения данной программы на крупных промышленных объектах.

2.7.1.4 КРУГ-2000

SCADA КРУГ-2000 – программный пакет, используемый для разработки АСУ ТП, систем диспетчеризации, автоматизированных систем контроля и учёта энергоресурсов.

Пакет имеет единую базу данных, сетевую загрузку ПО контроллеров. SCADA КРУГ-2000 дает возможность создавать сложные графические объекты и символы, архивировать данные и выгружать отчеты.

Достоинства программного пакета SCADA КРУГ-2000:

- надежность. Данная система должна отвечать следующим требованиям: разделение прав доступа; поддержка «горячего» резервирования; современная система сигнализации;

- открытость ПО. Благодаря своей открытости SCADA КРУГ-2000 имеет возможность простой интеграции в информационное пространство управления ТП за счет поддержки стандартизованных и современных способов организации обмена данными;

- модульность. Данный критерий позволяет приобрести модули, содержащие набор функций, необходимых для реализации системы управления ТП;

Недостатком программного пакета SCADA КРУГ-2000 является сравнительно высокая цена.

2.7.2 Сравнительный анализ SCADA-систем

Подводя итоги обзора пакетов SCADA, можно провести их сравнительный анализ, представленный в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительный анализ SCADA-систем

SCADA-пакет	MasterSCADA	Trace Mode	IntraSCADA	КРУГ-2000
Производитель	ООО «МПС софт», Россия	AdAstra Research Group, Ltd, Россия	ООО «ИНТРА», Россия	НПФ «КРУГ», Россия

Продолжение таблицы 14 – Сравнительный анализ SCADA-систем

SCADA-пакет	MasterSCADA	Trace Mode	IntraSCADA	КРУГ-2000
Среда разработки	Windows	Windows	Linux, MacOS, Windows	Windows, QNX, Linux
Среда исполнения	Linux, Windows	Linux, Windows	Linux, MacOS, Windows	Windows, QNX, Linux
База данных	MS SQL, MySQL, PostgreSQL	MS SQL Server, MS Access, Oracle, Sybase, FireBird, MySQL и т.д.	SQLite, MySQL, PostgreSQL	ODBC
Используемые языки программирования	FBD, ST, C#	ST, FBD, IL, LD, SFC	-	FBD, ST
WEB клиент	Лицензия на каждое рабочее место	Не ограничено, бесплатно	Не ограничено, бесплатно	Лицензия на каждое рабочее место
Возможность редактирования проекта без перезагрузки системы исполнения	Да	Да	Да	Да
Стоимость системы, руб.	12 000	13 000	12 000	40 000

В ходе сравнительного анализа был выбран пакет MasterSCADA. Данной программой пользуются многие предприятия нефтегазодобывающей промышленности, MasterSCADA отвечает требованиям надежности, безопасности и стоимости.

2.8 Создание SCADA-экрана

Для взаимодействия оператора с ОУ во всех современных SCADA используется графический интерфейс, позволяющий отображать информацию о ходе технологического процесса в виде экранов мнемосхем, графиков, таблиц и т.д. SCADA-экраны содержат статические объекты – емкости, трубопроводы, эскизы оборудования и т.д., и динамические объекты, отображающие значения параметров технологического процесса, цифровые и текстовые индикаторы, сигнализирующие о состоянии оборудования или измерительных датчиков.

Требования к автоматике сепарационной установки отражают степень автоматизации ГС-01.

На мнемосхеме датчики местного контроля параметров не отображаются. SCADA-экран содержит кнопки ПУСК и ОСТАНОВ, задатчик уровня, приборы для отображения текущих значений давления внутри сепаратора, температуры процесса, уровня. Красными индикаторами выполнена сигнализация аварийно-низкого, низкого и высокого уровней, а также сигнализация положения регулирующего клапана. На мнемосхеме есть возможность перейти на вкладку «Тренды» и на вкладку «Журнал» для просмотра событий.

Экранная форма, выполненная в программной среде MasterSCADA, представлена в приложении Е.

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т92	Белоусовой Анастасии Александровне

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 30000 руб. Оклад инженера – 15000 руб. ...
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премимальный коэффициент руководителя 30%; Премимальный коэффициент инженера 30%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки студента 30%; Дополнительной заработной платы 15%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 1,3%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	4.03.2023
---	-----------

Задание выдал консультант :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.Э.Н., профессор		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Белоусова Анастасия Александровна		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследований являются широкий круг коммерческих организаций в нефтегазовой отрасли, в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, имеющие ДНС, предназначенный для сбора нефти и газа на промыслах и их последующей транспортировки.

Например, ПАО «Роснефть», ПАО «Лукойл», ПАО «Газпром нефть» и др. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированный газовый сепаратор. Разработанная автоматизированная система управления должна обеспечивать автоматизированный и дистанционный контроль и управление в реальном времени технологическим процессом сепарации газа.

В таблице 15 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» – ООО «Нефтестройпроект», «Б» – ОАО «ТомскНИПИнефть», «В» – ООО «Газпром трансгаз Томск».

Таблица 15 – Сегментирование рынка

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

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

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 16. Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления ДНС, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 16 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2.Удобство в эксплуатации	0,2	5	4	3	0,32	0,24	0,32
3. Устойчивость	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
4. Энергоэкономичность	0,15	4	3	3	0,6	0,45	0,45
5. Надежность	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
6. Безопасность							
1. Простота эксплуатации							
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
3. Цена	0,2	5	2	1	1	0,4	0,2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	2	4	0,5	0,2	0,4
5. Условия проникновения на рынок	0,06	4	3	5	0,24	0,18	0,3
Итого	1	51	35	43	4,43	2,75	3,29

Согласно оценочной карте, можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: срок эксплуатации выше, цена разработки ниже, а также повышение производительности.

3.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ – это метод планирования, который помогает компании определить пути развития с учётом ее сильных и слабых сторон, а также возможностей и угроз на рынке.

В результате такого анализа выделяют внутренние и внешние факторы, которые влияют на развитие бизнеса:

- S (strengths) — сильные стороны, которые отличают компанию от конкурентов;
- W (weaknesses) — недостатки, или слабые стороны компании;
- O (opportunities) — внешние факторы и события, которые создают возможности для развития компании;
- T (threats) — внешние угрозы для бизнеса, которые не зависят от действий компании.

Матрица SWOT-анализа представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Матрица SWOT анализа

	<p>Сильные стороны: С1. Простота настройки и эксплуатации системы. С2. Экономичность и энергоэффективность проекта. С3. Универсальность. С4. Возможность модификации. С5. Использование SCADA-систем.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Отсутствие прототипа проекта Сл2. Недостаток финансирования Сл3. Узкая направленность</p>
--	---	---

Продолжение таблицы 17 – Матрица SWOT анализа

<p>Возможности: В1. Модернизация процесса сепарации газа. В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В3. Использование существующего программного обеспечения. В4. Рост автоматизации технологических систем в промышленности.</p>	<p>В1С4. Позволит компании легко модифицировать систему. В1С1С2. Позволит достичь одну из лучших технических, временных и экономических показателей системы. В4С3С5. Увеличение функциональных и технических возможностей работы газового сепаратора.</p>	<p>В1Сл1. Проведение испытаний и тестов на предприятии, которое заинтересовано в инновациях. В3Сл3. Узкая направленность затруднит увеличение спроса. Расширение диапазона позволит нарастить клиентскую базу и сгладит минусы узкой направленности.</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Повышение цен. У3. Ограничения на импорт.</p>	<p>У4С3. Использовать продукцию отечественного производителя. У2С4. Модификация производства, что позволит снизить стоимость себестоимости газа.</p>	<p>У1Сл1. Провести испытания системы и показать её успешность.</p>

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данные соответствия или несоответствия помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта (таблицы 18 – 19).

Таблица 18 – Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

Возможности проекта	Сильные стороны					Слабые стороны			
		С1	С2	С3	С4	С5	Сл1	Сл2	Сл3
В1		+	+	-	+	+	+	-	+
В2		+	+	0	+	+	0	-	+
В3		+	+	+	+	+	+	-	+
В4		+	+	+	+	+	0	-	+

Таблица 19 – Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

Угрозы проекта	Сильные стороны					Слабые стороны			
		С1	С2	С3	С4	С5	Сл1	Сл2	Сл3
У1		0	-	+	-	-	+	-	+
У2		+	+	+	+	+	0	+	+
У3		+	+	-	+	+	+	-	+

Сильными сторонами и возможностями является увеличение технических, экономических, функциональных и временных показателей работы газового сепаратора.

Самой большой угрозой для проекта является дороговизна отечественного оборудования.

Слабой стороной проекта является его узкая направленность. Лишь малому количеству компаний необходимо использовать разработанную систему автоматизации.

3.4 Планирование работ по научно-техническому исследованию

3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – научный руководитель и студент-проектировщик, который непосредственно осуществляет разработку проекта. Перечень этапов работ и распределение исполнителей представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Студент
	4	Календарное планирование работ	Руководитель Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	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	Руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель

Продолжение таблицы 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ	Студент
	11	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Студент
	12	Разработка схемы внешних проводок	Студент
	13	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент
	14	Проектирование SCADA-системы	Студент
Оформление отчета	15	Составление пояснительной записки	Студент

3.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

$$t_{ожi} = \frac{3t_{мини} + 2t_{маxi}}{5}, \quad (10)$$

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

$t_{мини}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{маxi}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{q_i}, \quad (11)$$

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

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

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

3.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Представим ленточный график в форме диаграммы Ганта. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (12)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48, \quad (13)$$

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

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

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

Полученные данные сведены в таблицу 21.

Таблица 21 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	T_{min} , чел-дни		T_{max} , чел-дни		$T_{ожі}$, чел-дни				
	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель			

Продолжение таблицы 21 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	T_{min} , чел–дни		T_{max} , чел–дни		$T_{ож}$, чел–дни					
	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель
Составление и утверждение технического задания	-	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4
Подбор и изучение материалов по теме	2	-	5	-	3,2	-	3,2	-	5	-
Изучение существующих объектов проектирования	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4	-
Календарное планирование работ	2	2	3	3	2,4	2,4	1,2	1,2	2	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4	-
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	3	-
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	4	-
Оценка эффективности полученных результатов	-	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	3
Определение целесообразности проведения ОКР	-	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-

Продолжение таблицы 21 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	T_{min} , чел–дни		T_{max} , чел–дни		$T_{ож}$, чел–дни					
	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4	-
Разработка схемы внешних проводок	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	3	-
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
Проектирование SCADA-системы	3	-	5	-	3,8	-	3,8	-	6	-
Составление пояснительной записки	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	3	-
Итого:	27,2	7,2	40	8						

На основе полученной таблицы строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ с разбивкой по месяцам и декадам.

График работ представлен в приложении Ж.

3.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

- материальные затраты НТИ;

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

3.5.1 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}, \quad (14)$$

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

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 22 отражает материальные затраты разрабатываемого проекта.

Таблица 22 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
ПК	шт.	1	45 000	45 000
Итого, руб.:	45 000			

Общие материальные затраты составили 45 000 руб.

3.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Результаты расчетов по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

№ п/п	Наименование	Количество единиц оборудования (шт.)	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	AutoCAD 2021	1	20 044	20 044
2	Microsoft 365	1	4 999	4 999
3	Matlab R2021b	1	6 408	6 408
4	MasterSCADA	1	12 000	12 000
Итого, руб.:	43 451			

Таким образом, затраты на приобретение ПО составили 43 451 рублей.

3.5.3 Основная заработная плата исполнителя темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату и рассчитывается по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (15)$$

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

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

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} + T_p, \quad (16)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (17)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

В таблице 24 представлен баланс рабочего времени руководителя и студента.

Таблица 24 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$Z_m = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p, \quad (18)$$

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

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

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

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

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{с1} = 600$ руб. на тарифный коэффициент $k_{т}$ и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке.

Тарифный коэффициент для НР = 1,866; для С = 1,407.

Расчет основной заработной платы представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	30000	0,3	0,3	1,3	62400	2400	8	9600
Студент	15000	0,3	0,3	1,3	31200	1200	40	48000
Итого, руб.:	57 600							

Основная заработная плата составила 57 600 рублей.

3.5.4 Расчет дополнительной заработной платы

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

Расчет дополнительной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (19)$$

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

В таблице 26 представлен расчет дополнительной заработной платы.

Таблица 26 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_{осн}$, руб.	$k_{доп}$	$Z_{доп}$, руб.
Руководитель	9600	0,15	1440
Инженер	48000	0,15	7200
Итого, руб.:	8640		

Дополнительная заработная плата составила 8640 рублей.

3.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Законодательством Российской Федерации было установлено, обязательные отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{ВНЕБ} = k_{ВНЕБ} \cdot (Z_{ОСН} + Z_{ДОП}), \quad (20)$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	9600	1440
Инженер	48000	7200
Отчисления во внебюджетные фонды	30,2%	
Итого		
Руководитель	2609,28	
Инженер	16670,4	
Итого	19279,68	

Таким образом, отчисления во внебюджетные фонды составили 19279,68 рублей.

3.5.6 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (21)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы для исполнения 1 составили:

$$Z_{\text{накл}} = (25000 + 42569 + 57600 + 8640 + 19279,68) \cdot 0,1 = 24494,19 \text{ руб.}$$

3.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект приведено в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	45 000	Пункт 4.5.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	43 451	Пункт 4.5.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	57 600	Пункт 4.5.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8 640	Пункт 4.5.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	19 279,68	Пункт 4.5.5
6. Накладные расходы	24 494,19	Пункт 4.5.6
7. Бюджет затрат НТИ	198 464,87	-

Бюджет затрат НТИ составил 198 464,87 рублей.

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

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

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (22)$$

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

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

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

Рассмотрим аналоги, первым является система АСУ ТП, компании «Стриж», на базе MasterSCADA, вторым аналогом является система АСУ ТП «Вымпел» на базе TRACEMODE. Так как на сложность проекта влияет огромное количество факторов, величина Φ_{max} выбирается приблизительно, исходя из имеющихся данных.

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	Φ_{pi}	Φ_{max}	$I_{\text{фин.р}}$
Студент с руководителем	198 464,87 руб.	260 000 руб.	0,76
«Стриж»	220 000 руб.		0,85
«Вымпел»	260 000 руб.		1

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i, \quad (23)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

В таблице 30 представлена сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Таблица 30 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Студент с руководителем	«СТРИЖ»	«Вымпел»
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,3	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	5	4
3. Помехоустойчивость	0,05	5	4	4
4. Энергосбережение	0,05	5	4	5
5. Надежность	0,15	5	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	5	4
Итого	1	4,55	4,45	4,05

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

$$I_{Студ} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.p}} = \frac{4,55}{0,76} = 5,99,$$

$$I_{Стриж} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.p}} = \frac{4,45}{0,85} = 5,23,$$

$$I_{Вымпел} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{фин.p}} = \frac{4,05}{1} = 4,05.$$

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

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

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп}}{I_{исп1}}. \quad (24)$$

В таблице 31 представлена сравнительная эффективность разработки.

Таблица 31 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Студент с руководителем	«Стриж»	«Вымпел»
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,76	0,85	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	4,45	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	5,99	5,23	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,87	0,68

Сравнив значения интегральных показателей эффективности, можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

3.7 Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В данном разделе оценены экономические аспекты разработки исследуемой автоматизированной системы управления ректификационной колонны:

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

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

В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: отсутствие спроса на новые технологии, повышение цен, а также ограничения на импорт. Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены при составлении матрицы SWOT.

При планировании научно-исследовательских работ была определена структура работ в рамках научного исследования, по результату чего можно говорить о том, что большинство работ было проделано самостоятельно. Также разработан график проведения научного исследования в виде диаграммы Ганта. Из диаграммы видно, что практическая часть всего исследования занимает порядка двух календарных месяцев. Это связано с целью провести более детальное проектирование разработки.

В процессе расчёта бюджета НТИ было выявлено, что затраты на заработную плату студента выше, чем у руководителя. Это связано с тем, что у студента при меньшем окладе, большее число рабочих дней. Также в общем бюджет, требуемый для проведения научно-технического исследования, составил 198 464,87 руб.

При оценке эффективности исследования было выявлено, что разработанный проект автоматизации управления ректификационной колонны достаточно эффективен среди таких крупных компаний, как «Стриж» и «Вымпел».

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т92	Белоусовой Анастасии Александровне

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p><i>Объект исследования:</i> газовый сепаратор на дожимной насосной станции.</p> <p><i>Область применения:</i> нефтегазовая промышленность.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> производственное помещение со смешанным типом освещения, имеется рабочий стол и ПК, отапливаемое.</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 10*15 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> газовый сепаратор (1 шт.), программируемый логический контроллер (2 шт.), датчик давления (2 шт.), датчик температуры (2 шт.), датчик уровня (2 шт.), задвижка с электроприводом (1 шт.), датчик положения задвижки (1 шт.), ПК (1 шт.).</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> контроль норм и уставок технологических параметров, отслеживание исправности работы газового сепаратора.</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. 	<p>ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора;</p> <p>ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места;</p> <p>Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ (последняя редакция);</p> <p>"Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023);</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. 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>Вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Повышенный уровень шума. 2) Повышенным уровень общей вибрации; 3) Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения; 4) Статические перегрузки, связанные с рабочей позой. <p>Опасные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015:</p>

	<p>Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: дополнительный источник света, звукоизоляция помещения, виброизолирующие устройства, предохранительные устройства против действия электрического тока, противошумные вкладыши; противошумные наушники.</p>
3. Экологическая безопасность:	<p>Воздействие на селитебную зону: воздействие на селитебную зону не происходит.</p> <p>Воздействие на литосферу: загрязнение почвы нефтехимическими веществами.</p> <p>Воздействие на гидросферу: разлив нефтепродуктов в водоемы.</p> <p>Воздействие на атмосферу: выброс легких фракций углеводородов.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Природные, связаны с проявлением стихийных сил природы; – Техногенные, связаны с техническими объектами; – Биологические, связаны с распространением инфекционных заболеваний людей, животных и поражением сельскохозяйственных растений. <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
Ст. преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Белоусова Анастасия Александровна		

4 Социальная ответственность

4.1 Введение

Немаловажное значение в нефтегазодобывающей индустрии отводится специализированным автоматизированным системам. Целью автоматизации является повышение производительности труда, улучшение качества продукции, устранение человека от производств, опасных для здоровья, повышение надежности и точности производства, а также минимизация воздействия производственных мощностей на экосистему.

На предприятиях нефтегазовой промышленности большая роль отводится операторам АСУ ТП, которые отвечают за контроль параметров технологического процесса, принятие решений в случае аварийных ситуаций. В данной выпускной квалификационной работе рассматривается автоматизированная система управления газовым сепаратором на дожимной насосной станции.

Рабочая зона – производственное помещение со смешанным типом освещения, имеется рабочий стол и ПК, отапливаемое. Размеры помещения: 10*15 м. К оборудованию рабочей зоны относятся: газовый сепаратор (1 шт.), программируемый логический контроллер (2 шт.), датчик давления (2 шт.), датчик температуры (2 шт.), датчик уровня (2 шт.), задвижка с электроприводом (1 шт.), датчик положения задвижки (1 шт.), ПК (1 шт.).

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: контроль норм и уставок технологических параметров, отслеживание исправности работы газового сепаратора.

Газовый сепаратор является опасным объектом, создающим угрозу жизни и здоровью людей на предприятии. В данном разделе анализируются правовые нормы трудового законодательства, характерные для исследуемой рабочей зоны, опасные и вредные производственные факторы, воздействие на окружающую среду, а также чрезвычайные ситуации.

4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ [32] содержит набор правил, созданных для обеспечения оптимального согласования интересов сторон, охраны труда работников и работодателей и т.д. Данное производство предполагает вахтовый метод работы. Продолжительность вахты не должна превышать одного месяца. Штат работает 12-часовыми сменами в дневное и ночное время суток. Для непрерывной работы производства используют график смен из четырех бригад. Сотрудники, ответственные за техническое состояние объекта, работают 40-часовую рабочую неделю.

Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ [33] содержит правила проведения анализа состояния условий труда для выявления на них вредных или опасных производственных факторов. Результатом специальной оценки условий труда является установление класса условий труда на конкретном рабочем месте. В данном случае условия труда будут относиться ко второму классу, т.е. допустимым условиям труда.

За обеспечение правильной рабочей позы оператора диспетчерской станции, а также за выбор комфортного кресла для продолжительной работы отвечает ГОСТ 21889-76 «Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора» [34].

ГОСТ 22269-76 «Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места» [35] содержит материал по эргономичной компоновке элементов рабочего места диспетчера, пространству для размещения оператора, возможности обзора элементов рабочего места, возможности ведения записей, размещения документации и материалов, используемых оператором.

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [36] рабочий

стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы. Так как, основная работа оператора заключается в управлении процессом с помощью SCADA-системы, поэтому экран монитора следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости. Часто используемые источники информации должны быть расположены под углами 30° , а редко используемые – 60° .

4.3 Производственная безопасность

Основными целями поддержания производственной безопасности являются:

- создание безопасных условий труда, сохранение жизни и здоровья работников;
- снижение рисков аварий и инцидентов на опасных производственных объектах;
- снижение рисков дорожно-транспортных происшествий, связанных с производственной деятельностью;
- обеспечение пожарной безопасности.

В таблице 32 приведен список опасных и вредных производственных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [37], относящихся к работе оператора диспетчерской станции.

Таблица 32 – Возможные опасные и вредные факторы в операторской АСУ ТП

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Повышенный уровень шума	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [38].

Продолжение таблицы 32 – Возможные опасные и вредные факторы в операторской АСУ ТП

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Повышенным уровень общей вибрации	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [38].
Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [37].
Статические перегрузки, связанные с рабочей позой	ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования [34].
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [40].

Таким образом, в таблице 32 были приведены пять возможных опасных и вредных факторов.

4.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 работа оператора АСУ относится к категории работ 1а, так как основная часть работы происходит с использованием ПЭВМ.

4.4.1 Повышенный уровень шума

На производстве источниками шума могут быть двигатели, насосы, турбины, пневматические и электрические инструменты, вентиляторы в шкафу местного управления и прочие установки, имеющие движущиеся детали.

Шум, возникающий при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха.

Длительное воздействие шума, уровень которого превышает допустимые значения, может привести к заболеванию человека шумовой болезнью – нейросенсорная тугоухость. Шум следует считать причиной потери слуха, некоторых нервных заболеваний, снижения продуктивности и т.д

Предельно допустимый уровень шума, не вызывающий при ежедневном воздействии в течение всего периода работы заболеваний или отклонений в состоянии здоровья работника, составляет 80 дБ. Звуковое давление в 125 дБ приводит к кратковременной потере слуха, в 135 дБ – повреждает барабанную перепонку, а от шума интенсивностью более 160 дБ человек может умереть [41].

К мероприятиям по профилактике вредного воздействия шума относятся: предоставление диспетчеру средств индивидуальной защиты (противошумные наушники), а также звукоизоляция рабочего места.

4.4.2 Повышенный уровень общей вибрации

Вибрация – механические колебания твердых тел. Вибрация поступает в организм от той части тела, которая соприкасается с вибрирующим оборудованием.

К источникам технологических вибраций относится оборудование, действие которого основано на использовании вибрации и ударов (вибростенды, молоты, штампы, прессы и пр.), а также мощные электрические установки (компрессоры, насосы, вентиляторы и др.).

Нарушения здоровья работающего, обусловленные локальной или общей вибрацией, складываются из поражения нейрососудистой, нервно-мышечной систем, опорно-двигательного аппарата, изменений обмена веществ и др. При всех видах вибрационной болезни нередко наблюдаются изменения со стороны центральной нервной системы, которые связаны с комбинированным действием вибрации и интенсивного шума, постоянно сопутствующего вибрационным процессам.

Ниже в таблице 33 показаны предельно допустимые значения вибрации на рабочем месте.

Таблица 33 – Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации

Вид вибрации	Коррекция	Коррекция	Коррекция	Нормальные эквивалентные скорректированные значения и уровни виброускорения	
				м/с ²	дБ
Общая	1	Z _o	W _k	0,56	115
		X _o , Y _o	W _d	0,40	112
	2	Z _o	W _k	0,28	109
		X _o , Y _o	W _d	0,2	106
	3а	Z _o	W _k	0,1	100
		X _o , Y _o	W _d	0,071	97
	3б	Z _o	W _k	0,04	92
		X _o , Y _o	W _d	0,028	89
	3в	Z _o	W _k	0,014	83
		X _o , Y _o	W _d	0,0099	80

Технологическая вибрация относится к вибрации 3 категории, которая воздействует на персонал на рабочих площадках стационарных машин, или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации [42].

К мероприятиям по профилактике вредного воздействия вибрации относятся: предоставление диспетчеру виброизолирующие рукавицы и виброизолирующая обувь.

4.4.3 Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения

Интенсивность, температура и тип осветительных приборов в офисах и производственных помещениях оказывают влияние на человека, выполняющего профессиональные обязанности. От этих параметров зависит то, как быстро рабочие будут утомляться, насколько лучше концентрироваться и как часто делать ошибки.

Искусственное освещение в помещениях пульта управления должно осуществляться системой равномерного освещения.

В качестве источников света при искусственном освещении применяются преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ.

Освещенность на рабочем месте оператора должна составлять не менее 200 лк при системе общего освещения и не менее 750 лк при системе комбинированного освещения.

Коэффициент пульсации освещения – параметр, который отражает силу изменения светового потока, направляемого на единицу поверхности в определенный временной промежуток. Для производственных помещений, где подразумевается напряженный зрительный труд, коэффициент пульсации не должен быть больше 10%.

Вред от некачественного освещения:

- сетчатка глаза – слишком яркий и неверно направленный свет может привести к биохимическим изменениям;
- нервная система – избыток света и мерцание, которое производят некоторые лампы раздражает и мешает сосредоточиться;
- как следствие, снижается уровень выработки мелатонина, появляется бессонница и сопутствующие этому недомогания [43].

Для решения проблемы недостатка освещенности используют дополнительные источники света.

4.4.4 Статические перегрузки, связанные с рабочей позой

Рабочая поза – основное положение тела работника в пространстве. Рациональная рабочая поза имеет огромное значение для сохранения здоровья работника, поскольку длительное пребывание в неудобной и напряженной позе может привести к таким заболеваниям, как сколиоз, варикозное расширение вен, плоскостопие.

Правильная рабочая поза позволяет избегать перенапряжения мышц, способствует лучшему кровотоку и дыханию.

При решении практических задач относительно рационализации рабочей позы необходимо учитывать следующие физиологические требования:

- уменьшать статические напряжения мышц;
- распределять статические напряжения так, чтобы основная их часть приходилась на более сильные мышцы;
- больше использовать рабочую позу «сидя» и сменную [44].

К мероприятиям по профилактике вредного воздействия статических перегрузок относятся: предоставление работнику качественного кресла, обеспечение правильного расстояния между глазами и монитором (60 – 70) см, а также выполнение физических упражнений в течение рабочего дня.

4.4.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов

Требования электробезопасности данного объекта направлены на создание условий эксплуатации оборудования, при которых исключаются образование электрической цепи через тело человека. Под действием тока сокращаются мышцы тела. Если человек взялся за находящуюся под постоянным напряжением часть оборудования, он, возможно, не сможет оторваться от нее без посторонней помощи.

Более того, его, возможно, будет притягивать к опасному месту. Под действием переменного тока мышцы периодически сокращаются с частотой тока. Больше всего от действия электрического тока страдает центральная нервная система. Ее повреждение ведет к нарушению дыхания и сердечной деятельности. Смерть обычно наступает вследствие остановки сердца, или прекращения дыхания, или того и другого вместе.

Объекты энергосбережения должны обслуживаться энерготехническим персоналом, имеющим соответствующую группу допуска. Напряжение на электрооборудование должно подаваться и сниматься дежурным электроперсоналом по указанию ответственного за эксплуатацию этого

оборудования или старшего по смене. При возгорании электрооборудования, напряжение с него должно быть снято.

Важным фактором безопасности является заземление оборудования путем присоединения к контуру заземления. Заземляющее устройство является одним из средств защиты персонала в помещении от возникновения искры, от напряжения, возникающего на металлических частях оборудования, не находящихся под напряжением, но могущих оказаться под ним в результате повреждения изоляции.

В качестве организационных мероприятий оператору во время работы запрещается:

- прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
- снимать защитный фильтр с экрана монитора;
- допускать попадание влаги на поверхности устройств;
- производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования.

4.5 Экологическая безопасность

Селитебная зона. Воздействие на селитебную зону не происходит.

Литосфера. В районах наземных нефтепромыслов и нефтепроводов периодически происходят локальные утечки нефти и нефтепродуктов при ремонте оборудования, при зачистке трубопроводов. Согласно нормам СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [45] максимальная разовая предельно допустимая концентрация углеводородов природного газа в почве населенных мест составляет 0,1 мг/кг.

Для охраны почв от нефтяного загрязнения требуется проведение следующих мероприятий: выработка норм допустимого содержания нефти и нефтепродуктов в почве, капитальный ремонт или закрытие перечисленных объектов, если установлено, что это предприятие является источником нефтяного загрязнения, рекультивация и санация земель, загрязненных нефтепродуктами.

Гидросфера. Попадание нефти в водоемы может возникать в случае аварий, утечек или ремонта трубопровода. К мероприятиям по профилактике негативных воздействий на гидросферу относятся: локализация аварийных разливов нефти, герметизация оборудования, создание безопасной системы стоков.

Атмосфера. Источником загрязнения являются легкие фракции углеводородов, которые могут испаряться в окружающую среду при недостаточной герметичности частей установки. Согласно нормам СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [45] максимальная разовая предельно допустимая концентрация углеводородов природного газа в воздухе населенных мест составляет 1,5 мг/м³.

К мероприятиям по профилактике негативных воздействий на атмосферу относятся: герметизация технологического оборудования, контроль качества оборудования, контроль правильности работы установок.

4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

С учетом специфики работы и наличием вычислительной техники в помещении оператора наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара.

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. Для диспетчерской установлена категория пожарной опасности В – пожароопасные.

В качестве профилактики, мер контроля, снижения рисков и ликвидации чрезвычайных происшествий можно отнести следующее:

- система обнаружения и сигнализации пожара, газа, задымления и высокой температуры, работающая в автоматическом режиме;
- система оповещения персонала о ЧС;
- проведение учебных тренировок по эвакуации персонала с объекта, в соответствии с планом эвакуации;
- автоматизированная система пожаротушения [46].

На основании Федерального Закона от 22.07.2008 №123-ФЗ класс возможного пожара – Е (по виду горючего материала: пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением). Для тушения пожара применяются первичные средства тушения пожара: ящики с песком, кошма, пенные огнетушители ОХП-10 и ОУ-2.

4.7 Вывод по разделу социальная ответственность

В данной части работы были рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, влияющие здоровье рабочего персонала во время работы на территории дожимной насосной станции и нормативные документы, которые регулируют их воздействие на работника.

Дожимная насосная станция относится к I категории объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий.

Также, во время производственной деятельности на работника негативно оказывают влияние вредные и опасные факторы, которые отражаются на производительности труда. Работа оператора относится к

категории 1а по тяжести труда согласно ГОСТ 12.1.005-88 и к III группе персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок. Во время анализа выяснили, что самым вероятным происшествием на станции является пожар. Поэтому предусмотрен комплекс мер для профилактики, снижения рисков и ликвидации пожара. Помещение операторской относится к помещениям с повышенной опасностью согласно ПУЭ. Для диспетчерской установлена категория пожарной опасности В, а класс возможного пожара Е.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана система автоматизированного управления газовым сепаратором на дожимной насосной станции Долинного месторождения.

Был изучен технологический процесс производства, разработана функциональная схема технологического процесса, трехуровневая структурная схема АС, функциональная схема автоматизации, произведен выбор контрольно-измерительных приборов и автоматики для управления газовым сепаратором, разработаны алгоритмы ПУСКА/ОСТАНОВА и сбора данных измерений.

Также было произведено моделирование САР уровня конденсата в газовом сепараторе и разработаны экранные формы управления.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проведена оценка экономических аспектов разработки исследуемой автоматизированной системы управления установкой плазмохимической конверсии парниковых газов. В результате оценки эффективности исследования было выявлено, что разработанный проект автоматизации является конкурентоспособным.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ вредных и опасных факторов при работе исследуемого объекта, а также приведены меры для оптимальной работы сотрудника согласно законодательству. Были определены экологические факторы и степень их влияния. Для предотвращения негативных последствий влияния вредных и опасных факторов составлены рекомендации и предложены средства индивидуальной и коллективной защиты.

Список использованной литературы

1. Метрологические характеристики измерительных систем [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://bstudy.net/919764/estestvoznanie/metrologicheskie_harakteristiki_izmeritelnyh_sistem (дата обращения 11.05.2023).
2. Спецнефтемаш. Газосепараторы ГС [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://snmash.ru/production/separatsionnoe-oborudovanie/gazoseparatory-gs.html?ysclid=lhvr2ytqhb798650789> (дата обращения 12.05.2023).
3. ГОСТ 21.408-2013. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293774/4293774380.pdf> (дата обращения 13.05.2023).
4. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293774/4293774382.pdf> (дата обращения 13.05.2023).
5. Датчики давления Метран-150 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.orleks.ru/files/380/metran-1500.pdf> (дата обращения 12.05.2023).
6. Мануал Rosemount 3051 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elec.ru/viewer?url=/files/2017/01/31/Rosemount-3051.pdf&ysclid=lhvsil36er374969930> (дата обращения 14.05.2023).
7. Элемер-100 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elemer.ru/catalog/datchiki-davleniya-i-manometry/datchiki-davleniya/elemer-100/?ysclid=lhvskbmyz452177337> (дата обращения 14.05.2023).

8. Уровнемеры поплавковые ДУУ4МА [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.urovnemers.ru/tech/duu4ma-re.pdf> (дата обращения 12.05.2023).

9. VEGAFLEX 81 – Измерение уровня и раздела фаз жидкостей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vega-rus.ru/products/level/tdr/vegaflex81/?ysclid=lhvspomusa828380347> (дата обращения 12.05.2023).

10. Уровнемер 5300 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosemeter.nt-rt.ru/images/showcase/04_RSE_LEVEL_SC.pdf?ysclid=lhvsrsgq8r23740923 (дата обращения 12.05.2023).

11. Термометры БТ серия 220 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosma.spb.ru/termometers/seriya_220_korrozionnostojkie_universalnoe/?ysclid=lhvsto0155720894900 (дата обращения 12.05.2023).

12. Термометр газовый ТГП-100Эк [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://xn--90ahjlpcccjdm.xn--p1ai/catalog/termometr-gazovuj-tgp-100ek/?ysclid=lhvsvp7ha6331033330> (дата обращения 12.05.2023).

13. ТБФ-221, ТБФ-221 УШ термометр биметаллический коррозионностойкий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://teplocontrol-sm.ru/catalog/pribory-dlya-izmereniya-temperaturey/bimetallicheskie-termometry/tbf-221-tbf-221-ush-termometr/?ysclid=lhvsxmrl4p430622124> (дата обращения 14.05.2023).

14. Преобразователи температуры Метран-281, Метран-286, Метран-288 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mtn.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/11/281286288.pdf> (дата обращения 12.05.2023).

15. Интеллектуальный измерительный преобразователь температуры Rosemount 3144P [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosemeter.nt-rt.ru/images/manuals/RSE_3144P_RE.pdf?ysclid=lhvt1ot11c693734658 (дата обращения 11.05.2023).

16. ПТ 0304-ВТ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elemer.ru/catalog/datchiki-temperature/termopreobrazovateli-pretzionnye/pt-0304-vt/?ysclid=lhvt3epemg635793023> (дата обращения 12.05.2023).

17. Regul R500 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.prosoft.ru/products/plk-i-sistemy-vvoda-vyvoda/sistemy-raspredelenного-vvoda-vyvoda-i-upravleniya-plk/plk-regul-r500/?ysclid=lhvt4z0a6z237076463> (дата обращения 12.05.2023).

18. Контроллер программируемый логический АБАК ПЛК [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://abakplus.pro/?ysclid=lhvt7nb18a227453355> (дата обращения 15.05.2023).

19. Программируемые контроллеры S7-1500 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.siemens-pro.ru/docs/simatic/s7-1500/04_S7_1500_2015_ru.pdf (дата обращения 12.05.2023).

20. KIPPRIBOR AFD-E универсальные векторные преобразователи частоты [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://owen.ru/product/preobrazovatel_kippribor_afd_e?ysclid=lhvteowawz670130639 (дата обращения 12.05.2023).

21. Частотный преобразователь Веспер Е4-8400-001Н [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.vesper.ru/catalog/invertors/e4_8400/chastotnyy-preobrazovatel-vesper-e4-8400-001n-075kvt-380v/?ysclid=lhvtfqns8r919822548 (дата обращения 14.05.2023).

22. Клапан регулирующий/запорно-регулирующий/односедельный с электрическим исполнительным механизмом [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://goo.su/fBzqH> (дата обращения 12.05.2023).

23. Каталог продукции - РУСТ-95 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://roost.ru/каталог%20руст%2095.pdf> (дата обращения 12.05.2023).

24. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) Единая система программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/283/28346.pdf> (дата обращения 12.05.2023).

25. Преобразователь частоты (ПЧ) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studopedia.ru/21_117858_preobrazovatel-chastoti-pch.html (дата обращения 13.05.2023).

26. Расчет передаточной функции регулирующего клапана [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studbooks.net/2575105/tovarovedenie/raschet_peredatochnoy_funktsii_reguliruyuschego_klapana (дата обращения 13.05.2023).

27. SCADA-системы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://goo.su/S3strD1> (дата обращения 12.05.2023).

28. MasterSCADA 3.X [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://masterscada.ru/?yclid=13288562706865192959> (дата обращения 12.05.2023).

29. SCADA TRACE MODE [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scadatracemode.ru/> (дата обращения 12.05.2023).

30. IntraSCADA [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://intrascada.com/ru/> (дата обращения 12.05.2023).

31. КРУГ-2000 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.krug2000.ru/products/ppr/scada-2000.html?yclid=lhvu1wlfr3571823145> (дата обращения 12.05.2023).

32. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/?yclid=lgkr2htp8p849587592 (дата обращения 12.05.2023)

33. Федеральный закон о специальной оценке условий труда (с изменениями на 28 декабря 2022 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/499067392> (дата обращения 12.05.2023)

34. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/34252/?ysclid=lgkr5im91n503904775> (дата обращения 12.05.2023)

35. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1977. – 4 с

36. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/31970/?ysclid=lgkr91v1kf319725709> (дата обращения 12.05.2023)

37. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М.: Стандартинформ, 2016. – 15 с.

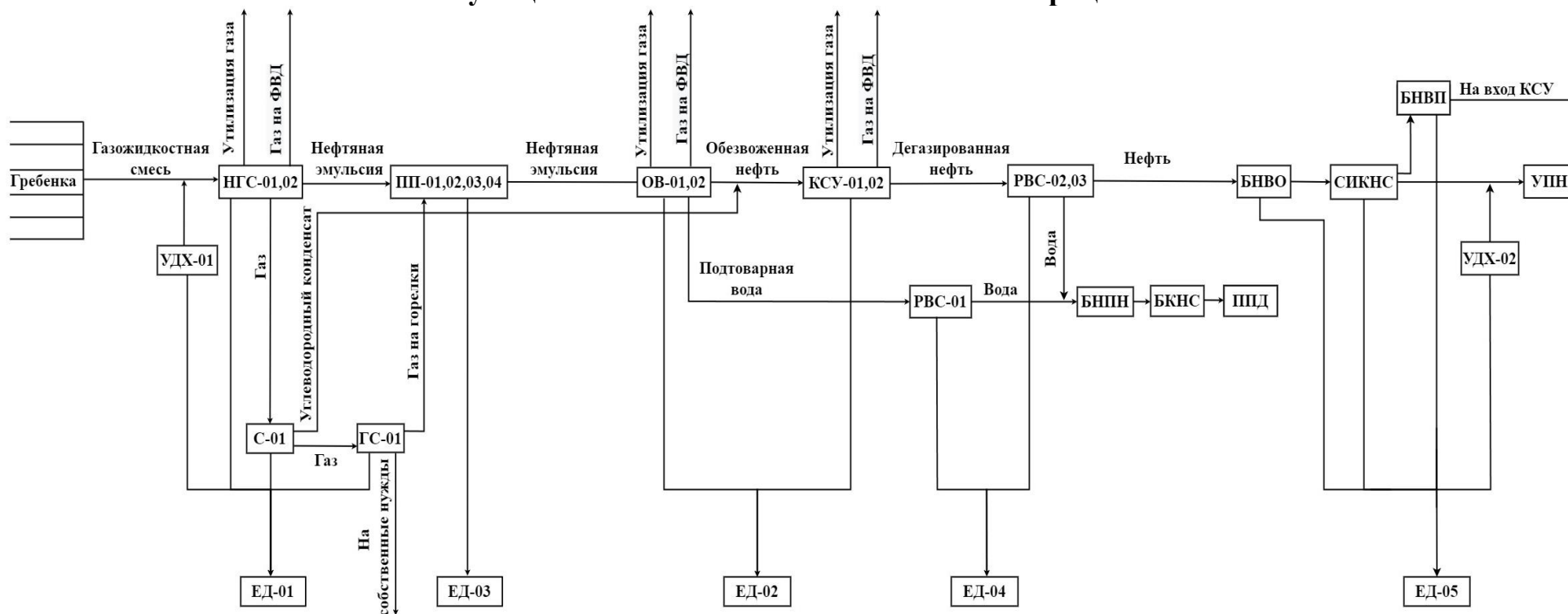
38. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2021. – 496 с.

39. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017. – 122 с.

40. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200102598> (дата обращения 12.05.2023)

41. Шум как вредный производственный фактор [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://gosnadzorlnr.ru/2020/02/25/шум-как-вредный-производственный-фак/#:~:text=Предельно%20допустимый%20уровень%20\(далее%20–,опреде%D](https://gosnadzorlnr.ru/2020/02/25/шум-как-вредный-производственный-фак/#:~:text=Предельно%20допустимый%20уровень%20(далее%20–,опреде%D) (дата обращения 12.05.2023)
42. Вибрация на рабочих местах и охрана труда [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blogkadrovika.ru/vibraciya-na-rab-meste-oxrana-truda/?ysclid=lgavwz785v898632238> (дата обращения 12.05.2023)
43. Влияние освещенности на организм [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://interalighting.ru/blog/2517_vliyanie-osveshchennosti?ysclid=lgaxrhrt4u789476045 (дата обращения 12.05.2023)
44. Рабочая поза и рабочее место [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5692350/page:7/> (дата обращения 12.05.2023)
45. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studme.org/294424/ekologiya/zagryaznenie_pochv_neftyu_nefteproduktami?ysclid=lgayuit654459272962 (дата обращения 12.05.2023)
46. Подготовка газа к транспортировке [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/OnRvVNx7TWE/11.html> (дата обращения 12.05.2023)

Приложение А (Обязательное) Функциональная схема технологического процесса



Примечание

УДХ-01,02 - Установка дозирования химреагента
 НГС-01,02 - Нефтегазосепаратор
 С-01 - Сепаратор газовый
 ГС-01 - Сепаратор газовый сетчатый
 ПП-01,02,03,04 - Подогреватель нефти путевой

ОВ-01,02 - Нефтегазосепаратор со сбросом воды
 КСУ-01,02 - Сепаратор концевой степени нефтегазовый
 РВС-01 - Резервуар воды
 РВС-02,03 - Резервуар нефти
 БНПН - Блочная насосная подпорная станция

БКНС - Блочная кустовая насосная станция
 ППД - Система поддержания пластового давления
 БНВО - Насосы внешней откачки нефти
 СИКНС - Система измерения количества и качества нефти
 БНВП - Насосы внутренней перекачки нефти

УПН - Установка подготовки нефти
 ЕД-01,02,03,04,05 - Емкость дренажная

Рисунок А.1 – Функциональная схема технологического процесса

Приложение Б (Обязательное) Трехуровневая структура АС

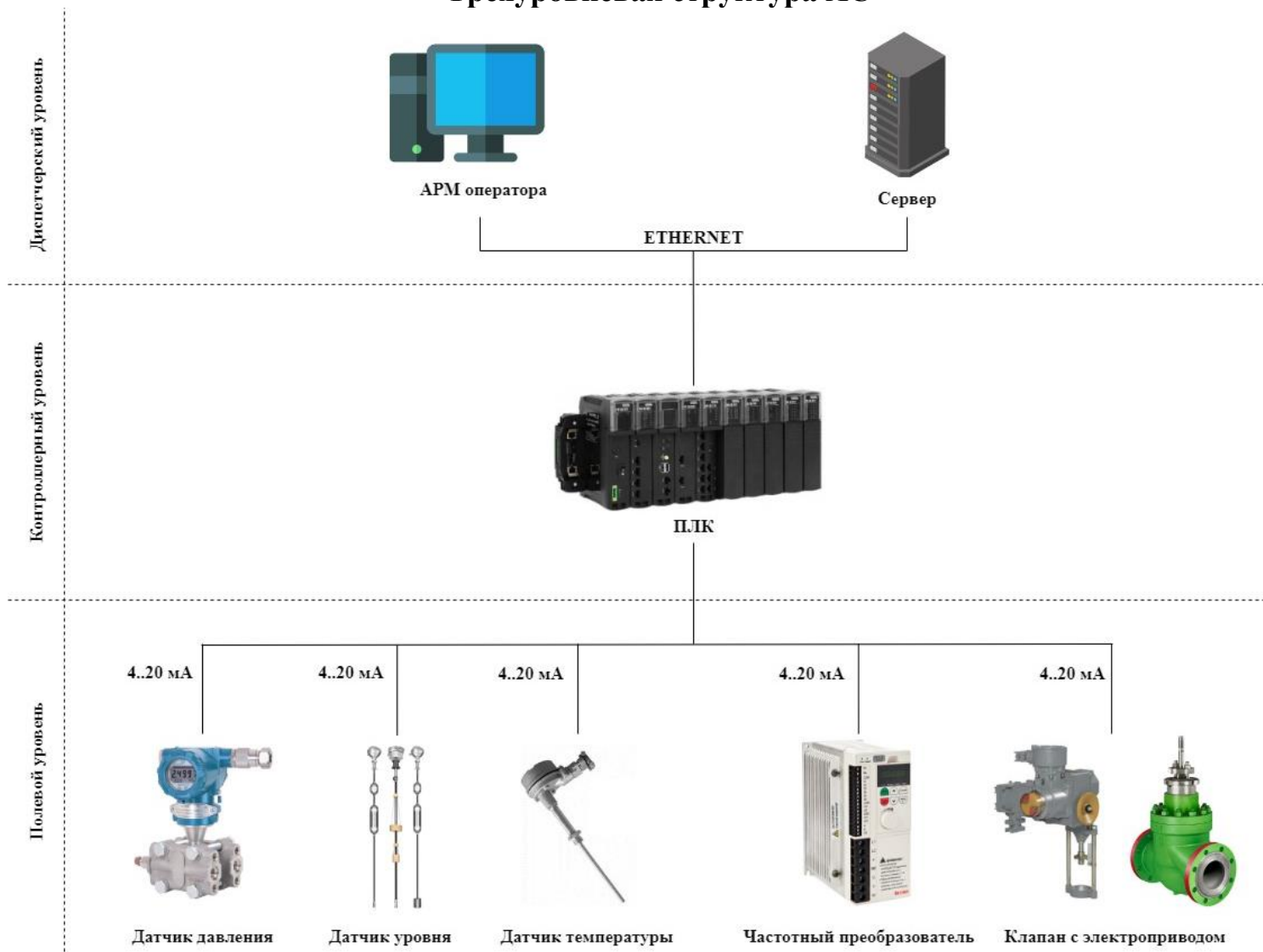
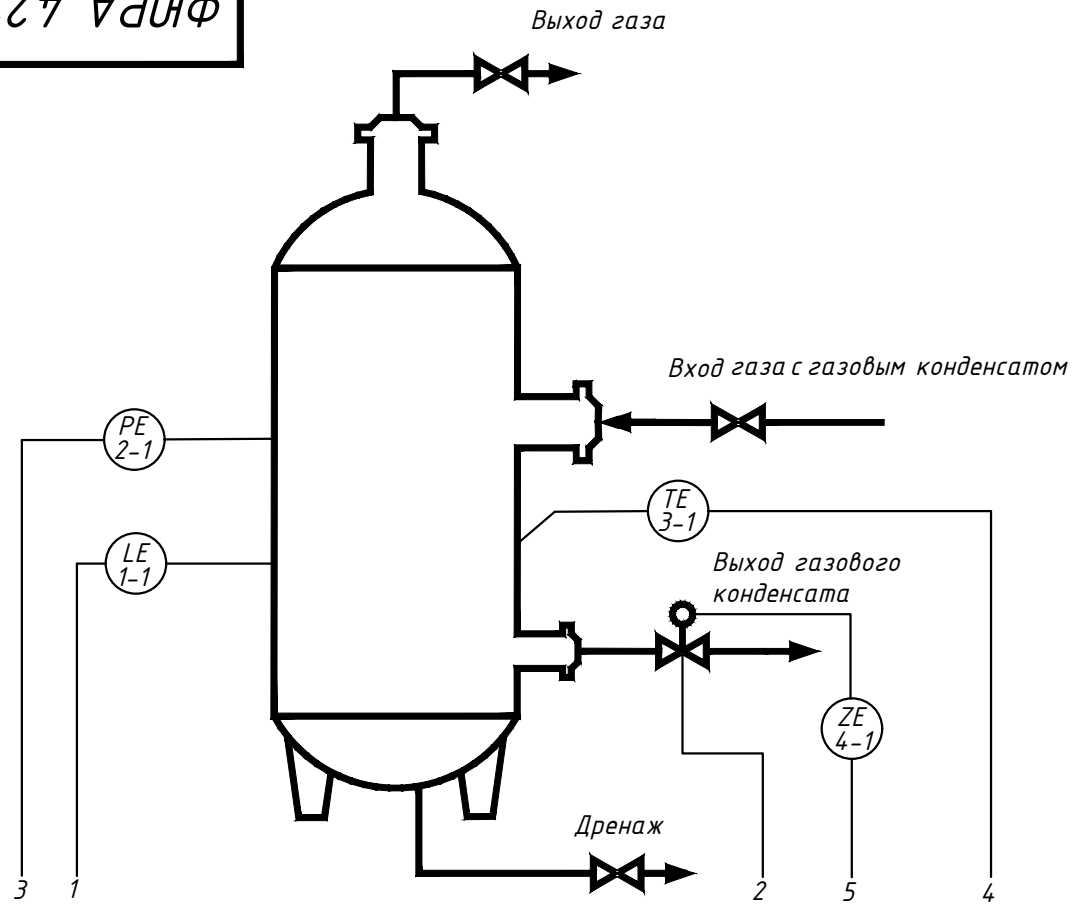


Рисунок Б.1 – Трехуровневая структура АС

**Приложение В
(Обязательное)
Функциональная схема автоматизации**

ФЮРА.421000.003 С2



Приборы по месту		1	2	3	4	5		
		мм		МПа	°C	%		
Шкаф управления	ПЛК	LT 1-2	LC 1-3	PI 2-3	PT 2-2	TI 3-3	TT 3-2	ZT 4-2
	AI							
	DI							
	AO							
	DO							
SCADA	RS-485							
	Мониторинг							
	Управление							
	Сигнализация							

ФЮРА.421000.003 С2

Газовый сепаратор сетчатый

Функциональная схема автоматизации

Лит.	Масса	Масштаб
у		
Лист	Листов	

ТПУ ОАР, ИШИТР
Группа 8 Т 92

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

Приложение Г
(Обязательное)
Алгоритмы ПУСКА/ОСТАНОВА газового сепаратора

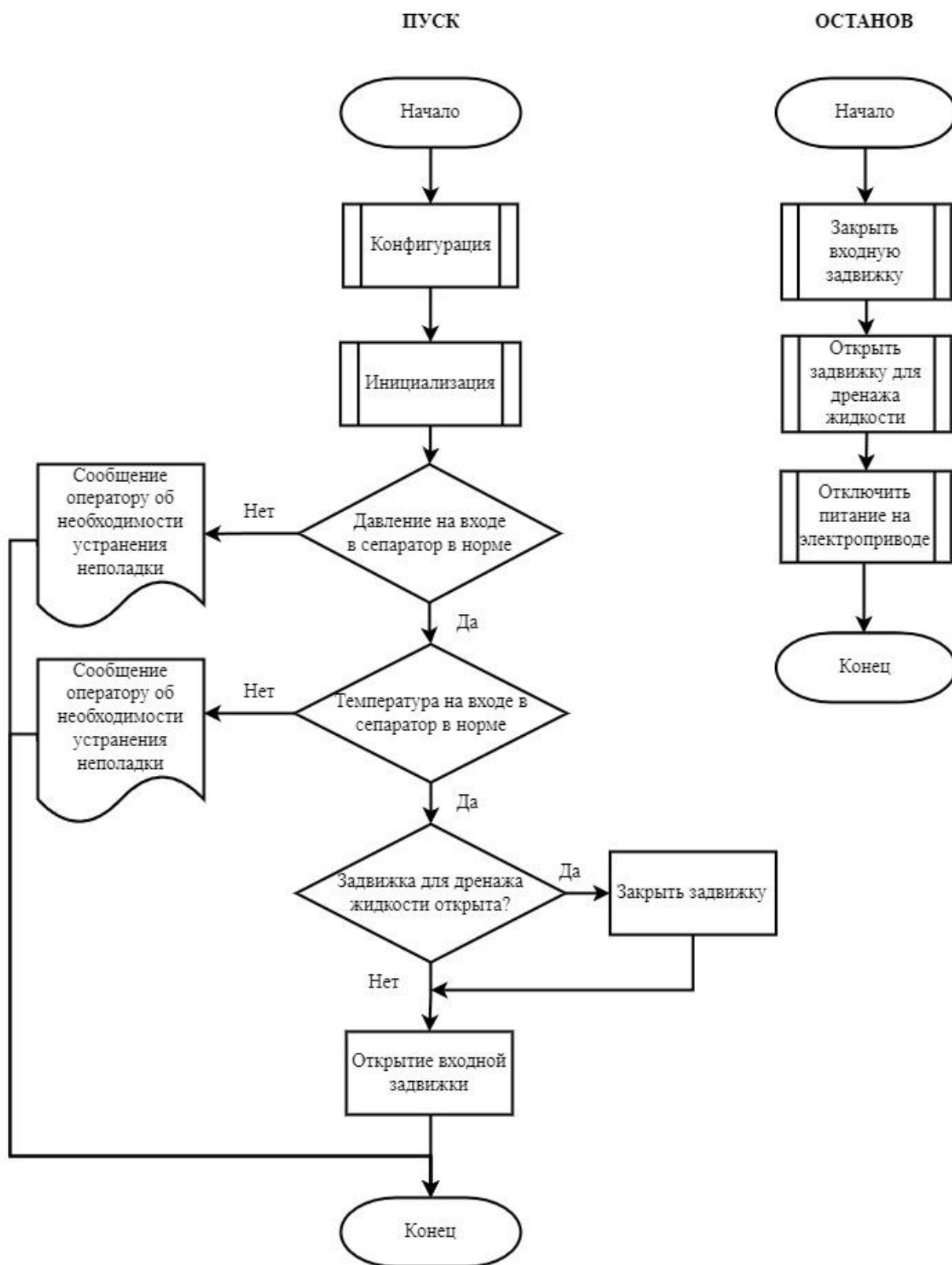


Рисунок Г.1 – Алгоритмы ПУСКА/ОСТАНОВА газового сепаратора

**Приложение Д
(Обязательное)
Алгоритм сбора данных измерений**

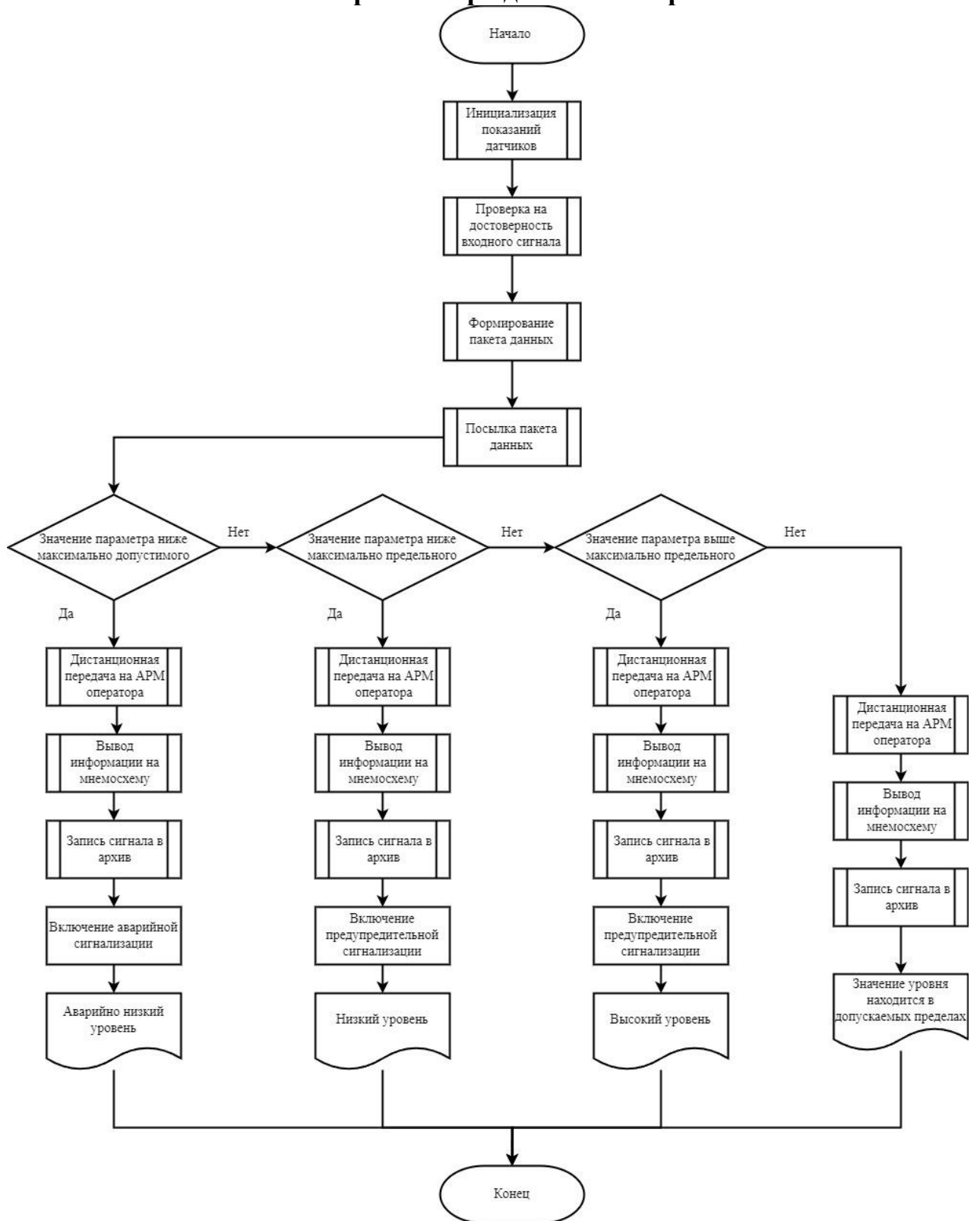


Рисунок Д.1 – Алгоритм сбора данных измерений

Приложение Е (Обязательное) Модель САР

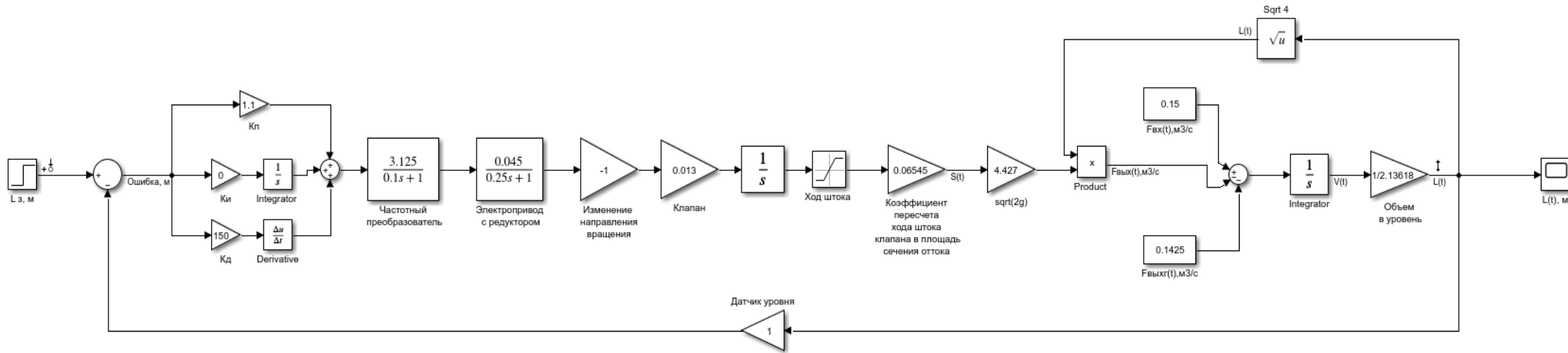


Рисунок Е.1 – Модель САР

Приложение Ж
(Обязательное)
Экранная форма SCADA-системы

ГАЗОВЫЙ СЕПАРАТОР GC-01

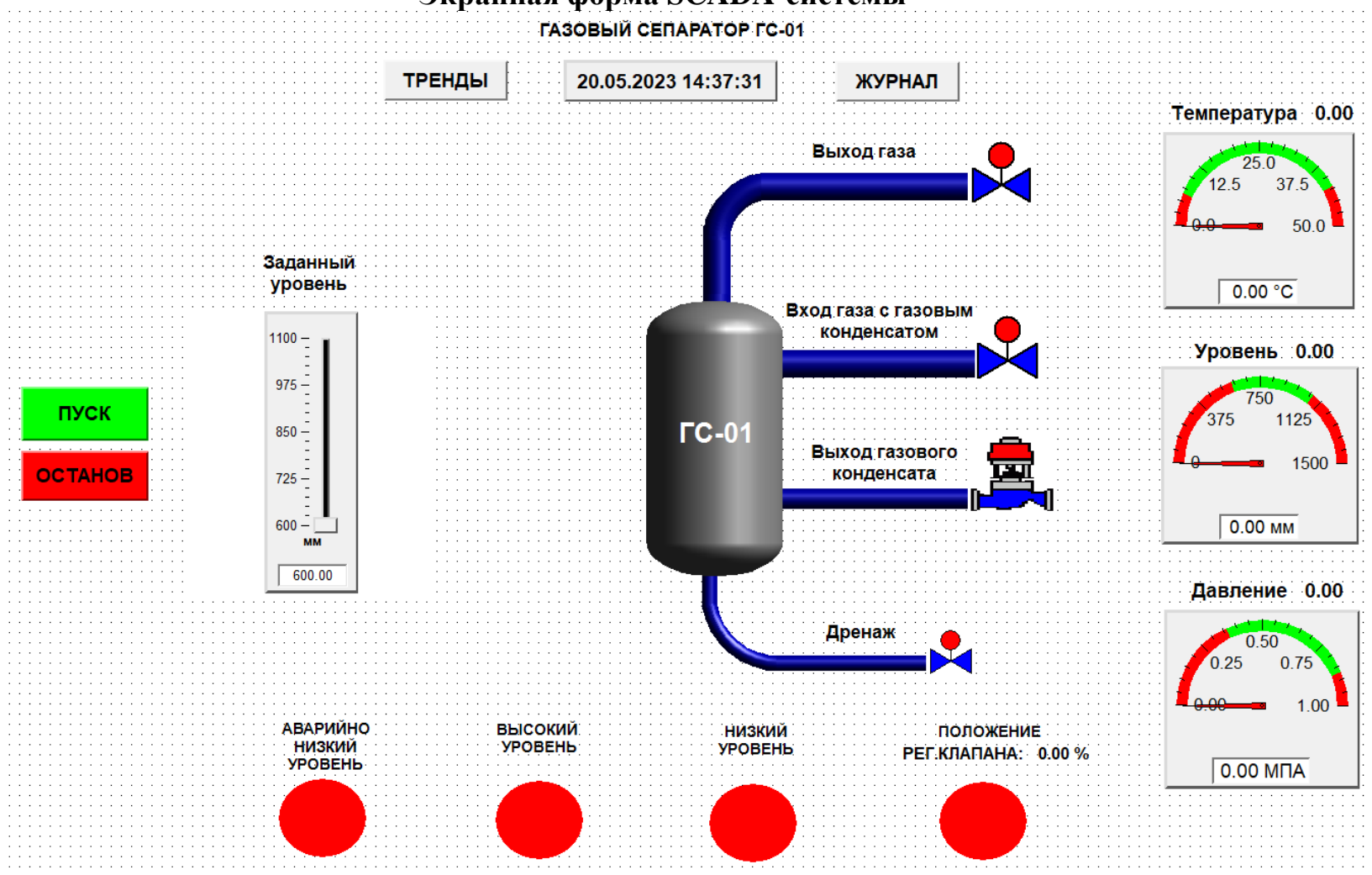


Рисунок 3.1 – Экранная форма SCADA-системы

**Приложение 3
(Обязательное)**

Календарный план-график проведения научного исследования

Таблица 3.1 – Календарный план-график проведения научного исследования

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				март			апрель			май			июнь					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1					
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4	■														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	5	■														
3	Изучение существующих объектов проектирования	Студент	4		■													
4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент	2,2		■													
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	4		■	■												
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент	3			■												
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент	4			■												
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	3				■											
9	Определение целесообразности и проведения ОКР	Руководитель	2					■										

Продолжение таблицы 3.1 – Календарный план-график проведения научного исследования

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				март			апрель			май			июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ	Студент	2				■								
11	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Студент	4				■								
12	Разработка схемы внешних проводок	Студент	3					■							
13	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент	2					■							
14	Проектирование SCADA-системы	Студент	6					■	■						
15	Составление пояснительной записки	Студент	3							■					

■ – научный руководитель; ■ – студент.