

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизация отстойника периодического действия на центральном пункте сбора нефти
УДК 004.896:622.276.8:66.066.7

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Рахманов Сардор Жамолитдинович		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения

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

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

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления.
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления.
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования.
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.

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

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

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

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения _____ весенний семестр 2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06. 2022 г.
--	----------------

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Семенов Николай Михайлович			10.02.2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		10.02.2022 г.

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

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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8А	Рахманову Сардору Жамолиддиновичу

Тема работы:

Автоматизация отстойника периодического действия на центральном пункте сбора нефти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 16.02.2022, № 47-14/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: автоматизированная система управления отстойником периодического действия на центральном пункте сбора нефти. Цель работы: проектирование автоматизированной системы управления отстойником периодического действия на центральном пункте сбора нефти. Режим работы: постоянный.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Описание технологического процесса; Разработка структурной схемы АС; Разработка функциональной схемы АС; Обзор выбора КИПиА для управления отстойником; Создание схемы внешних проводок АС; Моделирование САР уровня содержимого в отстойнике; Разработка экранных форм управления и слежения за отстойником.
Перечень графического материала	Трехуровневая структурная схема АС; Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013; Функциональная схема по ANSI/ISA-S 5.1 – 2009; Схема внешних проводок; Экранная форма.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Креницына Зоя Васильевна, доцент ОСГН ШБИП, к.т.н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, Ст. преподаватель ООД ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
-	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Семенов Николай Михайлович			10.02.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Рахманов Сардор Жамолитдинович		10.02.2022 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8А	Рахманову Сардору Жамолиддиновичу

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Рахманов Сардор Жамолиддинович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8А	Рахманову Сардору Жамолиддиновичу

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

Тема ВКР:

Автоматизация отстойника периодического действия на центральном пункте сбора нефти

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> отстойник на центральном пункте сбора нефти (ЦПС).</p> <p><i>Область применения:</i> производство, занимающиеся в нефтегазовой отрасли.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> полевые условия.</p> <p><i>Климатическая зона:</i> для умеренного климата, диапазон температур составляет от -40 °С до 40 °С.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> отстойник, датчики КИПиА.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> управление и слежение за технологическим процессом происходит с помощью ПЛК, датчиков КИПиА и исполнительных устройств, для системы автоматизации отстойника периодического действия на центральном пункте сбора нефти (ЦПС).</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основное законодательство РФ по охране труда; 2. ГОСТ 12.2.032-78 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ. Общие эргономические требования". 3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 05.02.2018 N 8-ФЗ 4. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. №123-ФЗ, 2008.
--	---

<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные факторы:</p> <p>1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;</p> <p>Вредные факторы:</p> <p>1. Повышенный уровень шума;</p> <p>2. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</p> <p>3. Электромагнитное поле промышленной частоты (порядка 50-60 Гц);</p> <p>4. Повышенный уровень общей вибрации;</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: вентиляция, кондиционирование воздуха и отопление помещения, противошумные наушники, подобрать светильники или поддерживать чистоту поверхности искусственного освещения, специальные защитные костюмы и виброизолирующая обувь, перчатки, защитные ограждения.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на литосферу: разлив промышленных отходов.</p> <p>Воздействие на гидросферу: разлив нефтепродукта в водоемы.</p> <p>Воздействие на атмосферу: выброс летучих углеводородов.</p> <p>Воздействие на селитебную зону не происходит.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС на объекте: утечка газа, разлив нефтепродуктов, пожар, взрыв.</p> <p>Наиболее типичной ЧС является разлив нефтяной эмульсии. _____</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику _____</p>	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Рахманов Сардор Жамолиддинович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 100 страницы текста, 29 таблиц, 23 рисунков, 1 список использованных источников из 35, 5 приложений.

Ключевые слова: отстойник, установка комплексной подготовки нефти, система автоматического регулирования уровня воды, ПИД-регулятор, центральный пункт сбора нефти.

Объектом исследования является отстойник периодического действия на центральном пункте сбора нефти.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления отстойником периодического действия на центральном пункте сбора нефти с использованием контроллерного оборудования.

В процессе исследования был произведен аналитический обзор аналогов, были подобраны датчики КИПиА и контроллер управления, затем была разработана структурная и функциональная схема, а также внешних проводок и мнемосхема технологического объекта.

Разработанная система управления может применяться в нефтегазовой отрасли и на различных промышленных предприятиях, а также позволит оптимизировать технологический процесс отстоя водонефтяной эмульсии, обеспечить безаварийную работу производства, уменьшить материальные затраты.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие сокращения:

ЦПС – центральный пункт сбора;

УКПН – установка комплексной подготовки нефти;

ТЗ – техническое задание;

ТП – технологический процесс;

КИП – контрольно-измерительный прибор;

ПО – программное обеспечение;

ФСА – функциональная схема автоматизации;

Ид – измерение дистанционное;

Рег – регулирование;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

СИ – система измерений;

РВС – резервуар вертикальный стальной;

ФСА – функциональная схема автоматизации;

АСДУ – автоматизированная система диспетчерского управления;

ПИД – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор.

Оглавление

Обозначения и сокращения	15
Введение	19
1. Техническое задание.....	20
1.1. Назначение и цели АСУ ТП.....	20
1.2. Характеристика объектов автоматизации	20
1.3. Требования к системе	21
1.3.1. Требования к функциям, выполнимым системой.....	22
1.3.2. Требования к математическому обеспечению системы.....	23
1.3.3. Требования к информационному обеспечению системы.....	24
1.3.4. Требования к программному обеспечению АСУТП	24
1.3.5. Требования к техническому обеспечению АСУТП.....	24
1.3.6. Требования к метрологическому обеспечению	26
2. Центральный пункт сбора нефти	28
2.1. Водная часть	28
2.2. Основные технологические процессы.....	28
2.3. Структурная схема ЦПС	29
2.4. Конструкция отстойника.....	31
3. Разработка структурной схемы АСУ ТП.....	32
4. Функциональная схема автоматизации	32
5. Разработка алгоритма управления автоматизированной системы.....	33
6. Моделирование САР уровня воды в отстойнике	34
7. Выбор технических средств автоматизации	39
7.1. Выбор датчика расхода	39
7.2. Выбор датчика уровня.....	41
7.3. Выбор датчика давления	43
7.4. Выбор датчика температуры.....	45

7.5. Выбор ПЛК	47
8. Разработка экранной формы	50
9. Схема внешних проводок	56
10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	57
10.1. Потенциальные потребности результатов исследования	57
10.2. Анализ конкурентных технических решений	58
10.3. SWOT-анализ	60
10.4. Планирование научно-исследовательских работ.....	62
10.4.1. Структура работ в рамках научного исследования	62
10.4.2. Определение трудоёмкости выполнения работ	63
10.4.3. Разработка графика проведения научного исследования	66
10.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	68
10.5.1. Расчет материальных затрат НТИ	68
10.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ..	69
10.5.3. Основная заработная плата исполнителей темы	69
10.5.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	72
10.5.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)....	72
10.5.6. Накладные расходы	73
10.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.	74
10.7. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования...	74
Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	78
11. Социальная ответственность	79
11.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации.....	80
11.2. Производственная безопасность.....	80

11.2.1. Превышение уровня шума	82
11.2.2. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	83
11.2.3. Электромагнитное поле промышленной частоты	84
11.2.4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	85
11.2.5. Повышенный уровень общей вибрации.....	86
11.3. Экологическая безопасность.....	87
11.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
Вывод по разделу.....	89
Заключение.....	91
Список используемой литературы.....	92
Приложение А (обязательное) Структурная схема автоматизации	96
Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации	97
Приложение В (обязательное) Алгоритм управления АС.....	98
Приложение Г (обязательное) Схема внешних проводов	99
Приложение Д (обязательное) Экранная форма	100

Введение

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства, экономико-математические методы и системы управления для того, чтобы освободить человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, либо существенно уменьшить степень этого участия или трудоёмкость выполняемых операций [1]. Требуется дополнительное применение датчиков, устройств ввода и вывода данных, контроллеров, исполнительных механизмов, устройств обработки, хранения и передачи информации.

Введение автоматизированных систем управления на объектах нефтегазовой промышленности позволяет значительно повысить производительность, сократить влияние человека на процесс работы предприятия и уменьшить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Целью данной работы является проектирование автоматизированной системы управления отстойником периодического действия на центральном пункте сбора нефти.

Объект исследования – установка предварительного сброса воды.

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 АСУ ТП

Автоматизация отстойника предназначена для автоматизированного контроля, управления технологическим процессом и диагностики оборудования. Автоматизация охватывает весь технологический комплекс основного и вспомогательного оборудования.

Комплект средств и приборов автоматизации предусматривает:

- контроль основных параметров в ёмкости;
- регулирование подачи водонефтяной эмульсии клапаном;
- дистанционный запуск вспомогательных систем и открытие клапанов на технологических трубопроводах.

Система создается с целью на достижение автоматизации следующими способами, повышение эффективности и качества процесса, надежности и безаварийной работы:

- Стабилизации и управления основных параметров технологического процесса.
- Обеспечения надежной и безаварийной работы производства.
- Уменьшения материальных и энергетических затрат.
- Автоматизации диагностики оборудования АСУ ТП.

1.2. Характеристика объектов автоматизации

Требования использования объектов автоматизации:

- диапазон температур от -60 °С до 60 °С;
- умеренно влажные географические районы с длинными зимами и высоким среднегодовым количеством осадков.

Для обеспечения работоспособности системы, а также требуемых показателей качества подготовки нефти система управления отстойником на центральном пункте сбора нефти должна включать в себя:

- датчики давления;
- запорно-регулирующие клапаны;
- датчики температуры;
- отстойник;
- расходомеры;
- уровнемеры.

1.3. Требования к системе

Проектируемая автоматизированная система должна соответствовать требованиям ГОСТ 34.602-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы», а также ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условных приборов и средств автоматизации в схемах» [2].

Концепция должна:

- строиться с использованием передовой отечественной и зарубежной технологии;
- На электрические, информационные и программные интерфейсы должна иметь расширения ее функций соблюдением российских и международных стандартов.

Автоматизированная система управления технологическим процесс складывается в виде нескольких уровней. Для различных уровней автоматизации система должна обеспечивать взаимодействие, а именно:

- к верхнему уровню относится настройка и управления технологическими процессами агрегатов и установок, мониторинга, обслуживание КИПиА, диагностика и протоколирования процесса;

- нижний уровень включает в себя: исполнительные устройства агрегатов и установок, средства контроля, датчиков и преобразователей, встроенные в оборудование на технологическом объекте;

- к среднему уровню относятся контуры авторегулирования и стабилизация, панели оператора и ПЛК.

АСУТП в нужных объёмах должна автоматизировано выполнять:

- взаимобмен данными с автоматизированных систем;
- сбор, обработку и анализ данных касательно объекта управления;
- выработку и передачу управляющих сигналов, а также контролирование их исполнения.

1.3.1. Требования к функциям, выполнимым системой

Требования к функциям АСУ ТП отстойника на ЦПС:

- контроль и измерение температуры нефтяной эмульсии;
- контроль и измерение температуры на выходе воды и нефти из резервуара;

- контроль и измерение давления на входе водонефтяной эмульсии;
- дистанционное, автоматическое и ручное управление регуляторами.

- контроль и измерение давления на выходе водонефтяной эмульсии;

- контроль и измерение уровня воды и нефти внутри резервуара;
- управление регулирующим клапаном на трубопроводе с водой;
- вывод технологических параметров в диспетчерском пункте.

1.3.2. Требования к математическому обеспечению системы

Для решения задач управления функций в автоматизированной системе управления, математическое обеспечение системы должно представлять собой ряд математических методов и алгоритмов.

При разработке математического обеспечения автоматизированных систем управления должны быть созданы алгоритмы функционального и специального назначения. Задачи обработки данных технических контроллеров связана с функциональными алгоритмами. Помимо этого, специальные методы содержат в себе задачи, реализованные с применением типичных модулей библиотеки программ контроллера, и задачи, направленные на выполнение математических вычислений на уровне SCADA.

В добавок к возможности обрабатывать информацию, математическое обеспечение контроллера должно обеспечивать выполнение функций управления, в том числе:

- Регулирование параметров;
- программно-логическое управление.

Реализация основных функций хранения и представления информации должна обеспечиваться математическим обеспечением автоматизированных систем управления.

Программно-логическое управление и регулирование обязано содержать в себе контроль входного сигнала на надежность, развитие управляющего воздействия и должны включать в себя проверку входного сигнала на достоверность, создание управляющего воздействия и выдачу управляющего воздействия на исполнительный механизм.

Также ПИД-регулятор будет использован как управления над функцией.

1.3.3. Требования к информационному обеспечению системы

Информационное обеспечение – это совокупность входных, выходных сигналов и информации, с помощью которых выполняются все функции автоматизации комплекса.

Интерфейс оператора АСУТП должен быть реализован на АРМ оператора АСУТП.

Информационный тип интерфейса оператора АСУТП должен нести информацию о состоянии контролируемого объекта: температуре содержимого ёмкости, давлении и расходе на входе и выходе ёмкости, уровне содержимого и об уровне границы сред.

1.3.4. Требования к программному обеспечению АСУТП

ПО АСУТП основана на новейших программных продуктах и обеспечивает мультизадачный режим работы с гибкостью, простотой использования и широким спектром функций.

Базовое программное обеспечение должно включать в себя следующее:

- трансляторы языков программирования;
- сервисные программы;
- программы технического обслуживания;
- операционные системы.

Инструменты, используемые для специального прикладного программного обеспечения, должны включать в себя средства разработки компиляторы и отладчики, а также языки программирования. Языки программирования обязаны соответствовать стандарту ИЕС 61131-3 [3].

1.3.5. Требования к техническому обеспечению АСУТП

Состав комплекса должен осуществляться на основе следующих программно-аппаратных комплексов:

- диспетчерский пункт;
- контролеры;
- контрольно-измерительные приборы и автоматика;
- сетевое оборудование.

Средства дистанционного контроля и управления отстойником периодического действия на центральном пункте сбора нефти должны располагаться в помещении оператора. Основные средства контроля, оборудование местного контроля и сигнализации должны размещаться в металлических конструкциях рядом с техническим оборудованием или оборудованием.

Модельная архитектура контроллера должна иметь возможность свободно распределять каналы ввода/вывода. Эксплуатируемые контроллеры обязаны обладать защитой от перегрузок и импульсных препятствий.

Программно-аппаратный комплекс автоматизированной системы управления обязан не только лишь гарантировать вероятность повышения, автоматизации и развития системы, но и обладать не менее 10 % резерва каналов ввода/вывода.

Электрооборудование, используемое в системе автоматического управления, размещенное в зоне взрыва, должно иметь лицензию Госгортехнадзора Российской Федерации на использование и соответствовать категории зоны взрыва и группе взрывоопасных жидкостей.

Средства измерений должны иметь сертификат об утверждении типа национального стандартного средства измерений Российской Федерации.

Чувствительные компоненты датчиков должны изготавливаться из антикоррозийных материалов.

Степень защиты технических средств от пыли и влаги должна быть не менее IP56.

Показатель надежности датчиков должен иметь наработку на отказ не менее 100 тысяч часов и срок службы не менее 10 лет.

1.3.6. Требования к метрологическому обеспечению

В соответствии с положениями Федерального закона от 26.06.2008 № 102 - ФЗ «Об обеспечении единства измерений», глава 3, к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, а также согласно ГОСТ Р 8.903 - 2015 «Государственная система обеспечения единства измерений. Масса нефти и нефтепродуктов. Методики (методы) измерений» должны выполняться требования к точности измерительных приборов АСУТП [4]:

- влияющие на обеспечение безопасных условий охраны труда при выполнении эксплуатационным персоналом работы на технологическом объекте;
- влияющие на безопасность функционирования технологического объекта;
- используемые при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды.

При использовании в разработке комплексы должны иметь стандартный сигнал с диапазоном 4-20 мА. Для обработки сигналов СИ и управления заданными параметрами модуль управления должен быть оснащен следующими модулями:

- вывода дискретных управляющих сигналов (модуль управляющих воздействий);
- вывода аналоговых токовых сигналов;
- ввода по интерфейсу Ethernet;

– ввода сигналов в диапазоне 4-20 мА со встроенным противоискровым барьером, когда прибор находится во взрывоопасной или пожароопасной зоне;

– ввода дискретных сигналов.

2. Центральный пункт сбора нефти

2.1. Водная часть

На ЦПС добываемая эмульсия делится на основные компонента – газ, товарную нефть и воду. Главное назначение ЦПС и подготовки нефти осуществляет отделение воды от эмульсии, поступающего с нефтепромыслов, а также в нее входит точное измерение количества нефти, в которой объем воды не должно быть выше 1-2 процентов.

2.2. Основные технологические процессы

Процесс обезвоживания нефти осложняется тем, что водонефтяные эмульсии образуют прочную эмульсию "вода в нефти". В этом случае вода будет измельчена в нефтяной среде. По этой причине для обезвоживания и обессоливания нефти из нее следует отделять мелкие частицы воды, причем не только из воды, но и из нефти. К основным техническим процессам обезвоживания, а также обессоленной нефти применяют следующие методы: гравитационный отстой, горячий и термохимические методы. Самым простым процессом с технической точки зрения считается гравитационный отстой с технической точки зрения процесс гравитационного осаждения считается. При этом способе резервуар заполняют эмульсией и выдерживают в течение определенного периода времени (48 часов или более). В этом процессе частицы воды конденсируются, и под действием силы тяжести самые крупные и тяжелые частицы воды скапливаются в виде слоя воды и опускаются на дно.

Необходимо учитывать гравитационный процесс холодного осаждения нефти представляет собой низкую производительность, а также непродуктивный способ обезвоживания нефти. Горячий процесс осаждения эмульсии более эффективен, поскольку эмульсия предварительно нагревается до температуры 50-70 °С, процесс коагуляции частиц воды значительно ускоряется, а обезвоживание эмульсии в процессе осаждения ускоряется.

Наиболее результативными методами считается химическая. При химических методах в водонефтяную эмульсию добавляют специальные элементы, называемые деэмульгаторами. В качестве деэмульгаторов используются поверхностно-активные вещества (ПАВ) [5].

Вода, отделенная от нефти на установке комплексной подготовки нефти (УКПН), поступает на установку по подготовке воды (УПВ), расположенную также на ЦПС. В частности, на заключительной стадии эксплуатации месторождения, когда содержание воды в нефти может достигать 80 %, от нефти отделяется большое количество воды, т.е. с каждым кубометром нефти извлекается 4 м³ воды. Пластовая вода, отделенная от нефти, содержит механические примеси, капли нефти, гидраты закиси азота и оксида железа, а также большое количество соли. Механические примеси забивают поры в продуктивном пласте и затрудняют проникновение воды в капиллярные каналы пласта, что приводит к нарушению контакта "вода-нефть" в пласте и снижению производительности поддержания давления пласта. Стоит отметить, что соль, содержащаяся в воде, способствует коррозии трубопроводов и оборудования. По этой причине сточные воды, отделенные от нефти, должны быть очищены от механических примесей и капель нефти [5].

2.3. Структурная схема ЦПС

Процессы обезвоживания, обессоливания и стабилизации нефти осуществляются на УКПН. На рисунке 1 показана структурная схема УКПН вместе с ректификацией.

Принцип работы УКПН заключается в следующем, холодная «сырая» нефть из резервуаров ЦПС насосом (1), через теплообменник (2) подается в отстойник непрерывного действия (3). Здесь большая часть минерализованной воды оседает на дно аппарата и отводится для дальнейшей подготовки с целью

закачки в пласт (III). Далее в поток вводится пресная вода (V), чтобы уменьшить концентрацию солей в оставшейся минерализованной воде. В электродегидраторе (4) производится окончательное отделение воды от нефти, затем обезвоженная нефть через теплообменник (5) поступает в стабилизационную колонну (6). За счет прокачки нефти из низа колонны через печь (10) насосом (11) ее температура доводится до 240 °С. При этом легкие фракции нефти испаряются, поднимаются в верхнюю часть колонны и далее поступают в конденсатор-холодильник (7). Здесь пропан-бутановые и пентановые фракции в основном конденсируются, образуя так называемую широкую фракцию, а не сконденсировавшиеся компоненты отводятся для использования в качестве топлива. Широкая фракция откачивается насосом (9) на фракционирование, а частично используется для орошения в колонне (6). Стабильная нефть из низа колонны насосом (12) откачивается в товарные резервуары. На этом пути горячая стабильная нефть отдает часть своего тепла сырой нефти в теплообменниках (2, 5) [6].

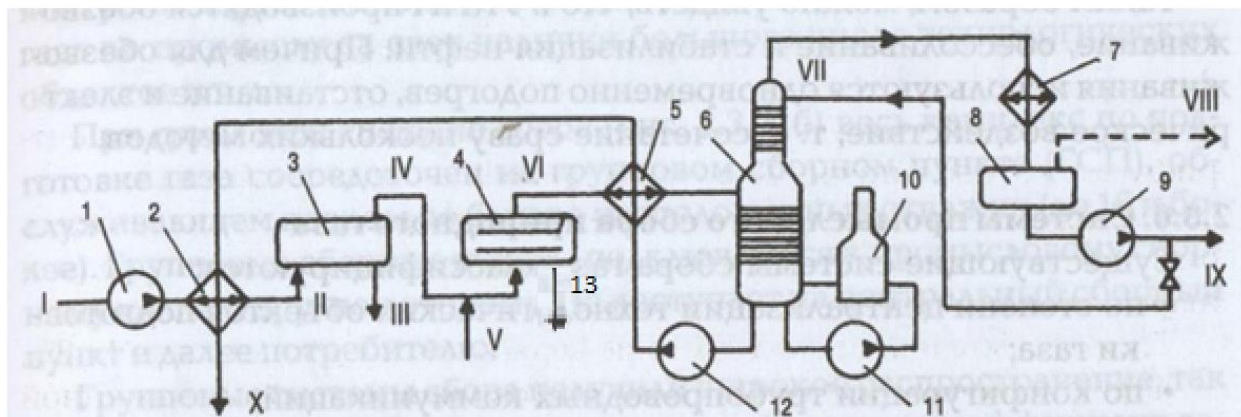


Рисунок 1 – Структурная схема УКПН на ЦПС с ректификацией: 1, 9, 11, 12 – насосы; 2, 5 – теплообменники; 3 – отстойник; 4 – электродегидратор; 6 – стабилизационная колонна; 7 – конденсатор-холодильник; 8 – емкость орошения; 10 – печь; I – холодная «сырая» нефть; II – подогретая «сырая» нефть; III – дренажная вода; IV – частично обезвоженная нефть; V – пресная

вода; VI – обезвоженная и обессоленная нефть; VII – пары легких углеводородов; VIII – несконденсировавшиеся пары; IX – широкая фракция (сконденсировавшиеся пары); X – стабильная нефть; 13 – вывод воды из электродегидратора.

2.4. Конструкция отстойника

Процесс отстаивания происходит в аппаратах непрерывного и периодического действия, а также в аппаратах комбинированного типа.

Отстойник периодического действия представляет собой резервуары большой ёмкости. Такой резервуар заполняется суспензией, которая остается неподвижной в течение определенного периода времени, необходимого для осаждения твердых частиц на дне устройства. Осветленный жидкий слой затем декантируют, то есть сливают через сифон или кран, расположенный выше уровня осадочного осадка. Последний, обычно представляющий собой текучую густую жидкую массу–осадок, выгружается вручную через верхнюю часть устройства или удаляется через нижний пусковой клапан.

Масштаб и модель резервуара периодического действия зависят от концентрации дисперсной фазы и размера частиц. Чем крупнее частицы, тем больше плотность и тем меньше диаметр резервуара. Скорость осаждения в значительной степени зависит от температуры, при которой изменяется вязкость жидкости. Скорость осаждения обратно пропорциональна вязкости, которая уменьшается с повышением температуры [7].

Отстойник в виде цилиндрического вертикально установленного резервуара используется для отстаивания небольшого объема жидкости, который, в свою очередь, имеет кран или люк для выгрузки осадков и несколько кранов для выгрузки жидкостей. На рисунке 2 приведена конструкция отстойника на ЦПС в виде РВС [8].

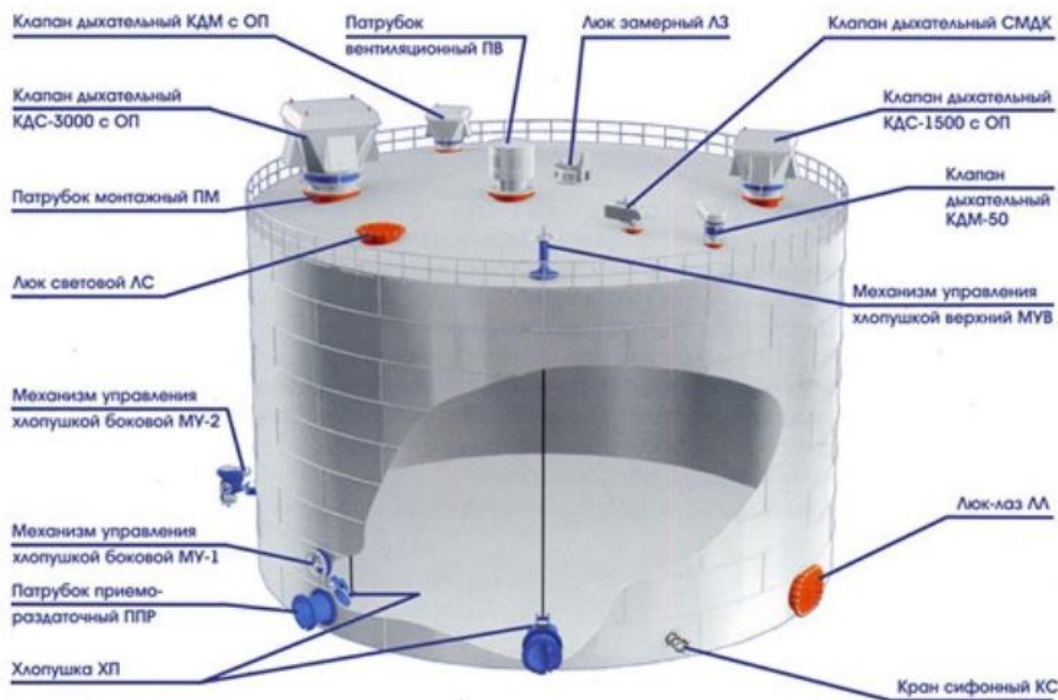


Рисунок 2 – Конструкция отстойника

3. Разработка структурной схемы АСУ ТП

Основными техническими компонентами, входящими в состав любой автоматизированной системы, являются программно-логический контроллер (ПЛК), датчики и исполнительные механизмы, который в свою очередь выполняют функции концепции.

Автоматизированная система отстойника построена по принципу открытой трехуровневой иерархии, которая включает в себя полевой уровень (нижний), контроллерный уровень (средний) и верхний уровень. Схема аппаратно-технических средств АСУ ТП представлена в приложении А.

4. Функциональная схема автоматизации

Созданная ФСА отстойника представлена в приложении Б.

Основываясь на функциональной схеме, разработаем объём автоматизации, результат представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объём автоматизации

№	Наименование технологических параметров	Обозначение прибора	Функции АСУ ТП
1	Температура нефтяной эмульсии	ТЕ 1.1	Ид
2	Давление на входе нефтяной эмульсии	РЕ 6.1	Ид
3	Давление воды на выходе	РЕ 7.1	Ид, Рег
4	Уровень воды	LE 4.1	Ид, Рег
5	Уровень нефти	LE 5.1	Ид, Рег
6	Расходомер на входе	FE 8.1	Ид
7	Температура воды на выходе из резервуара	ТЕ 2.1	Ид
8	Расходомер на выходе	FE 9.1	Ид
9	Температура нефти на выходе из резервуара	ТЕ 3.1	Ид

5. Разработка алгоритма управления автоматизированной системы

Правильность построения блок-схемы регулируется ГОСТ 19.701-90 «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения» [9].

Одним из этапов выполнения работы служит разработка алгоритмов управления параметрами, которыми являются: уровень нефти и уровень разделения фаз нефть-вода в резервуаре. Разработка должна обеспечивать два уровня контроля, уровня нефти в отстойнике, который регулируется клапаном,

вывод воды осуществляется через клапан, по показаниям датчиков. Данный алгоритм представлен в приложении В.

6. Моделирование САР уровня воды в отстойнике

Регулируемым параметром технологического процесса является уровень воды внутри резервуара отстойника. В роли регулирования применяется ПИД-регулятор, с помощью которого можно достичь нормальное качество регулирования, довольно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям [10].

Для оптимального характера регулирования, в достаточной мере короткого периода выхода на режим и низкую восприимчивость к внешним возмущениям можно достичь с помощью ПИД-регулятора.

Одним из стадий исследования является разработка автоматического регулирования параметра.

Далее более подробно рассмотрим контур автоматического регулирования уровня воды в отстойнике.

Способ работы заключается в следующем:

- на вход ПИД-регулятора поступает два сигнала, который определяет заданное значение уровня воды и сигнал с межфазного уровнемера;
- На основе ошибки и разницы между этими сигналами ПЛК генерирует управляющее воздействие в виде сигнала тока (4-20) мА и поступает на вход частотного преобразователя (ЧП);
- затем ЧП использует информацию от контроллера для вывода сигнала на электропривод. Изменяя частоту напряжения, подаваемого на электропривод напряжения, частотный преобразователь управляет скоростью его вращения;

– электропривод оказывает прямое механическое воздействие на исполнительный механизм - клапан, регулирующий уровень воды в резервуаре.

Структурная схема системы автоматического регулирования показана на рисунке 3.

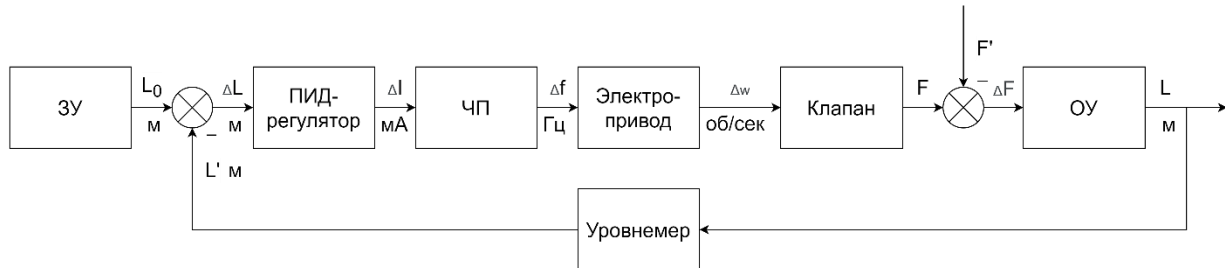


Рисунок 3 – Структурная схема управления клапаном в резервуаре отстойника

Структурная схема состоит из следующих блоков:

1. ПИД-регулятор, определяемого по формуле [11]:

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

2. ЧП описывается аperiodической связью первого порядка с постоянной времени 0,1 с. и коэффициентом передачи [12]:

$$k_{чп} = \frac{f}{I} = \frac{50}{20} = 2.5 \text{ Гц} / \text{мА}, \quad (2)$$

где f – частота управляющего сигнала, изменяющаяся от 0 до 50 Гц; I – управляющий токовый сигнал (используется унифицированный токовый сигнал от 4 до 20 мА);

3. Асинхронный электропривод, используемый для управления клапаном, является аperiodическим звеном первого порядка постоянной времени электропривода 0,2 с. и коэффициентом передачи (асинхронный привод работает в диапазоне скоростей от 0 до 200 рад/с) [10]:

$$k_{ад} = \frac{w}{f} = \frac{200}{50} = 4 \text{ рад} / \text{с}, \quad (3)$$

4. В электроприводе используется четверть-оборотный редуктор, передаточное отношение которого равняется 72 к 1, передаточная функция редуктора примет следующий вид [13]:

$$k_{ред} = \frac{1}{72}, \quad (4)$$

5. Передаточная функция клапана представляет собой интегратор с нелинейной связью, который ограничивает процент открытия клапана от 0 до 100 %:

$$W(s)_{кд} = \frac{1}{S}, \quad (5)$$

6. Отстойник выступает как объект управления, передаточная функция которого определяется как передаточная функция резервуара [14]:

$$W(s)_{ОУ} = \frac{k_{ОУ}}{s} \cdot k_{ОУ} = \frac{1}{2L\sqrt{Dh - h^2}}, \quad (6)$$

где D и L – внутренний диаметр сепаратора, м. и длина;

h – уровень раздела фаз нефть-вода, м.

7. датчик представляет собой передаточную функцию – коэффициент, который принимаем равным 1.

Моделирование данного процесса осуществляется в среде динамического моделирования Simulink программного обеспечения Matlab, и результирующая операторно-структурная модель представлена на рисунке 4.

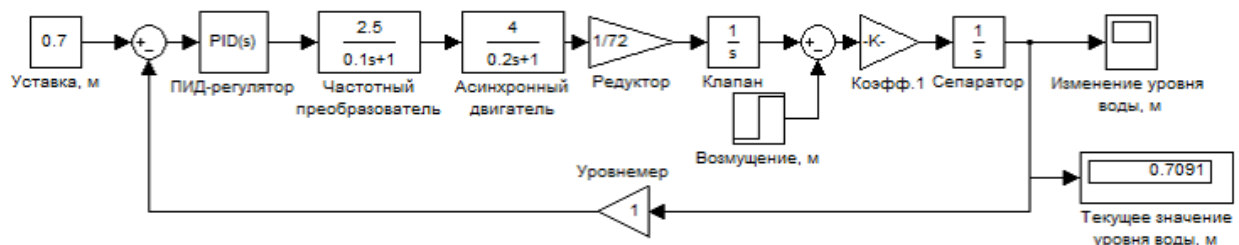


Рисунок 4 – Модель регулирования уровня воды

На рисунке 5 показан переходный процесс контура регулирования уровнем воды. В качестве уставки был задан уровень 0.7 м.

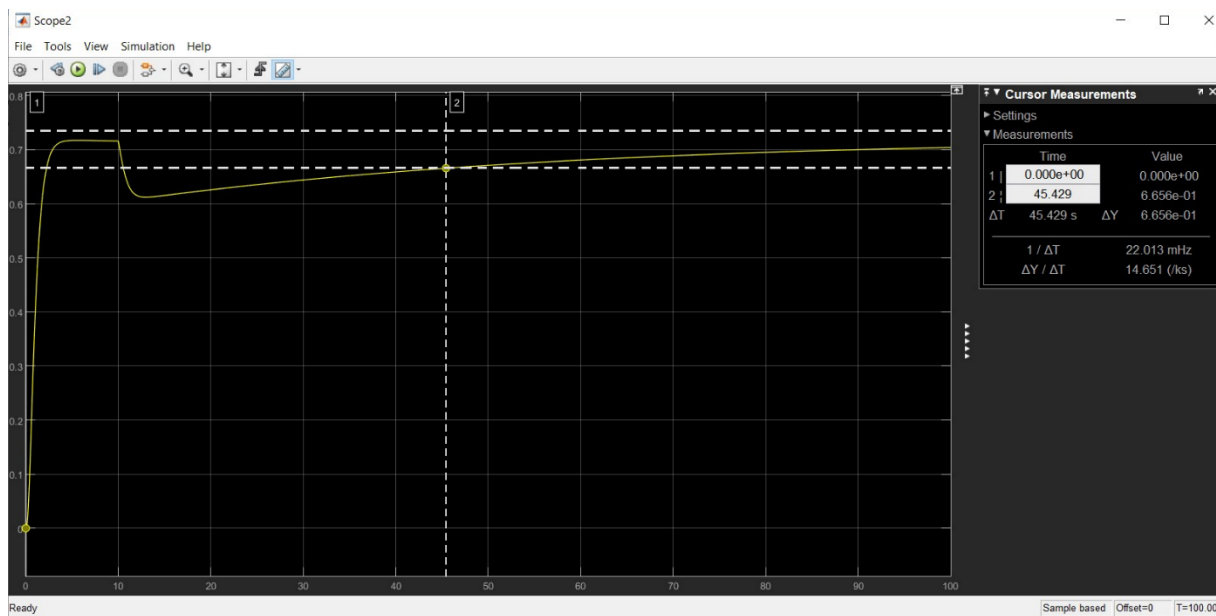


Рисунок 5 – График переходного процесса

Исходя из графика можем сделать вывод, что главное – сделать систему разработанной для обеспечения надежности, стабильной работы в случае возмущающих факторов. Как видно из рисунка 5 на 10 секунде добавляется возмущающее воздействие в виде быстрого падения уровня воды на 0.1 м, с которым система справляется за 35.429 с.

Коэффициенты настройки ПИД-регулятора:

$$k_p = 0.161071, k_i = 0.000858, k_d = 6.713394.$$

На графике время переходного процесса составляет 45 секунд, а перерегулирование составляет 2 %, а время переходного процесса составляет порядка 45 секунд.

Проанализировав результаты исследования системы, можно сделать вывод о том, что несмотря на небольшое перерегулирование система достигает на установившееся значение $0,7$ м, что свидетельствует о работоспособности и стабильности системы.

7. Выбор технических средств автоматизации

7.1. Выбор датчика расхода

Датчик расходомер необходим для того, чтобы измерить поступающую и убывающую жидкость в резервуаре. Были подобраны виды расходомеров: FLUXUS F808 (рисунок 6) и SITRANS F US SONOFLO (рисунок 7), в таблице 3 представлена характеристика.



Рисунок 6 – FLUXUS F808



Рисунок 7 – SITRANS F US SONOFLO

Таблица 3 – Обзор технических характеристик расходомеров

	FLUXUS F808 [15]:	SITRANS F US SONOFLO [16]:
Предел допустимой погрешности измерения	0,5 %	
Температура окружающей среды	(минус 55 до 90) °С	(минус 40 до 85) °С
Входной сигнал	от 4 до 20 мА, реле	от 4 до 20 мА
Напряжение питания	от 100 до 240 В 50/60 Гц, от 20 до 32 В (DS)	24 В постоянного тока
Диаметр трубы	от 10 до 6500 мм	от 100 до 1200 мм
Температура рабочей среды	(минус 170 – 600) °С	(минус 200 – 250) °С
Взрывозащищенный блок	имеется	

Сравнивая вышеуказанные датчики, можно сделать вывод, что характеристики схожие, но датчик FLUXUS F808 может использоваться при низких температурах, это преимущество позволит устанавливать его в сложных условиях эксплуатации. Исходя из технических характеристик, целесообразно использовать FLUXUS F808. Используя расходомер можно измерить скорость потока, массовый и объемный расход.

7.2. Выбор датчика уровня

Для задачи измерения уровня эмульсии и уровня разделения фаз нефть-вода в резервуаре будут использованы двухуровневые уровнемеры. Сравнительный анализ выбранных датчиков, а именно: уровнемер КМ26 и уровнемер АТ100, представлены на рисунках 8 и 9. Сравнение характеристик приведено таблице 4.



Рисунок 8 – Уровнемер КМ26



Рисунок 9 – Уровнемер АТ100

Таблица 4 – Обзор характеристики уровнемеров КМ26 и АТ100

	Уровнемер КМ26 [17]:	Уровнемер АТ100 [18]:
Температура окружающей среды	(минус 50 – 77) °С	
Давление рабочей среды	(до 310) МПа	(до 207) МПа
Точность измерений	0,01 %	
Напряжение питания	13.5 – 36 В	
Диапазон измерения уровня	до 10 м	до 22,3 м
Одновременное измерение двух уровней	имеется	
Дополнительно	Отсутствует соприкосновение преобразователя и индикатора со средой	Снабжен фильтром радиочастотных и электромагнитных помех
Температура рабочей среды	(минус 200 – 536) °С	(минус 196 – 426) °С

Анализируя параметры уровнемера уместно использовать уровнемер АТ100 так как он превосходит в величине измерения уровня содержимого в резервуаре.

Функционирование АТ100 сформирована на принципе магнитострикции. Принцип действия заключается в следующем: объём тела и линейные размеры изменяются при изменении состояния намагниченности. Главной частью датчик является направляющая трубка, которая имеет внутри провод, через который двигаются импульсы тока с фиксированным интервалом периода. Возникновение крутильной деформации в проводе связано с соприкосновением импульса тока с магнитным полем, которая в свою очередь простирается в виде волны по проводу с известной скоростью в

начало и в конец. В датчике имеется пьезомагнитный элемент, который в свою очередь преобразует полученные волны в электрический импульс. Благодаря микропроцессорному электронному устройству измеряется временной интервал между переданными и принятыми импульсами, который в свою очередь пропорционален измеренному уровню [19].

Эксплуатация датчика АТ100 в отстойнике заключается в том, что у датчика присутствует два поплавка, один из которых должен находиться на верхнем уровне содержимого, а второй поплавок находится между слоями нефти и воды. Стоит отметить, что разность плотностей датчик чувствует вплоть до 0.03 кг/м^3 , а также АТ-100 передает два сигнала: первый верхнему уровню 4-20 мА и второй сигнал 4-20 мА для границы раздела сред.

7.3. Выбор датчика давления

В качестве датчика давления были рассмотрены: датчик LD300 и датчик Rosemount 3051 представлены на рисунках 10 и 11. Параметры приборов представлены в таблице 5.



Рисунок 10 – Датчик давления LD300



Рисунок 11 – Датчик давления Rosemount 3051

Таблица 5 – Обзор датчиков LD300 и Rosemount 3051

	LD300[20]	Rosemount 3051 [21]
Диапазон давлений	от 0 до 400×10^5 Па	от 0 до 689×10^5 Па
Выходной сигнал	цифровой на базе протокола Profibus PA; цифровой на базе протокола Foundation Fieldbus; (4-20) мА, HART протокол;	
Погрешность измерений в реальных условиях	$\pm 0,1$ %	$\pm 0,085$ %
Диапазон рабочих температур	$(\pm 55 - 85)$ °C	$(\pm 50 - 80)$ °C
Погрешность измерений после эксплуатации в течении 5 лет	$\pm 0,125$ %	
Измеряемые величины	Избыточное, абсолютное, дифференциальное давление и расход	Перепад давления, избыточное, абсолютное давление, уровень, расход

Из таблицы 5, можем наблюдать, что присутствует разность погрешностей измерений, но стоит отметить, что у датчика Rosemount 3051 большой диапазон измерения. Исходя из технических характеристик, целесообразно использовать Rosemount 3051.

Из-за двух видов сенсорных модулей на базе тензорезистивного сенсора в датчиках Rosemount 3051 происходит преобразование разности давлений. Применение штуцерной модели, основанной на тензорезистивном сенсоре, обеспечивает больший диапазон измерения давления [21].

7.4. Выбор датчика температуры

Для измерения температуры проведем сравнительный анализ следующих датчиков: Rosemount 1080C и Rosemount 565, которые представлены на рисунках 12 и 13. В таблице 6 представлена сравнение датчиков.



Рисунок 12 – Многоточечный датчик температуры Rosemount 565



Рисунок 13 – Многоточечная термопара Rosemount 1080C

Таблица 6 – Обзор датчиков температуры

	Rosemount 565 [22]	Rosemount 1080C [23]
Количество контрольных точек	Максимум 16	От 2 до 60
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения	0.15 °C	
Температура окружающей среды	(минус 50 – 80) °C	
Погружаемый материал	Нержавеющая сталь (AISI 316)	
Диапазон давления жидкости	(0-4) МПа	(0-2) МПа
Диапазон температур рабочей среды	(минус 20 – 350) °C	(от 40 до 750) °C
Длина измерительного органа	(5-60) м.	до 30 м.

Выход	Высокоскоростной обмен данными с преобразователем Rosemount 2240S по RS485/Modbus	Беспроводной измерительный преобразователь Rosemount 848T
-------	---	---

Исходя из таблицы 6 можно сделать вывод, что разумно выбрать Rosemount 565, потому что при получении выходного сигнала не требует дополнительного измерительного преобразователя, также диапазон значения рабочей среды приемлем требованиям. Для использования датчика Rosemount 1080C потребуется дополнительный преобразователь Rosemount 848T и стоит отметить, что рабочая среда не соответствует требованиям [24].

7.5. Выбор ПЛК

Для формирования команд управления над исполнительными механизмами в отстойнике программируемый логический контроллер выполняет сбор информации данных с датчиков. В качестве ПЛК для управления технологическим объектом выберем SIEMENS S7-1500, который представлен на рисунке 14.



Рисунок 14 – SIEMENS S7-1500

ПЛК SIEMENS S7-1500 производят в двух моделях SIMATIC и SIPLUS. SIPLUS extreme S7- 1500 предназначен для средней и высокой степени сложности систем автоматизации, направленных на эксплуатацию в тяжелых промышленных условиях. Под тяжелыми индустриальными критериями подразумевают:

- диапазон рабочих температур от минус 40 до плюс 70 °С;
- наличие в воздухе механически, биологически и химически активных веществ;
- вероятность возникновения льда и конденсата на печатных платах и электронных компонентов;
- наличие в воздухе химически, биологически и механически активных веществ;
- установка в шкафы управления внутренней либо наружной конструкции.

В контроллере можно применять следующие модули и блоки:

- системные блоки питания (PS);
- сигнальные модули (SM);
- коммуникационные модули (CM/CP);
- модуль центрального процессора (CPU);
- блоки питания нагрузки (PM);
- технологические модули (TM).

Основные технические сведения выше указанного контроллера с CPU 1516-3 PN/DP приведены в таблице 7 [25].

Таблица 7 – Характеристика центрального процессора

Рабочая память	1.0 Мбайт для программы 5.0 Мбайт для данных
----------------	---

	Слот карты памяти до 32 Гбайт
Масса (приблизительно)	845 грамм
Число модулей ввода-вывода	8192
Напряжения питания допустимое отключение: в статике в динамике	24 В плюс/минус 20 % плюс/минус 33 %
Потребляемый ток, номинальное значение	0,85 А
Диапазон температуры эксплуатации и диапазон относительной влажности	минус 40 до плюс 70 °С 100 %, появление конденсата и льда
Типы интерфейсов	PROFINET, PROFIBUS, Ethernet
Количество модулей на стойку	32: центральный процессор
Атмосферное давление	От 1080 до 795 ГПа (минус 100 до плюс 2000 м над уровнем моря)
Минимальное время выполнения	Операций со словами – 12 нс Логических операций – 10 нс Математических операций: - с плавающей точкой – 64 нс - с фиксированной точкой – 16 нс
Габариты	70x147x129
Языки программирования	LAD, FBD, STL, SQL, GRAPH

8. Разработка экранной формы

Для экранной формы была использована программа TRACE MODE 6. Выбранное программное обеспечение используют для энергетических объектов, автоматизации промышленных предприятий, объектов транспорта, интеллектуальных зданий, систем энергоучета и т.д.

Создание основного экрана

Был создан шаблон основного экрана с названием «Участок отстаивания нефти» (рисунок 15).

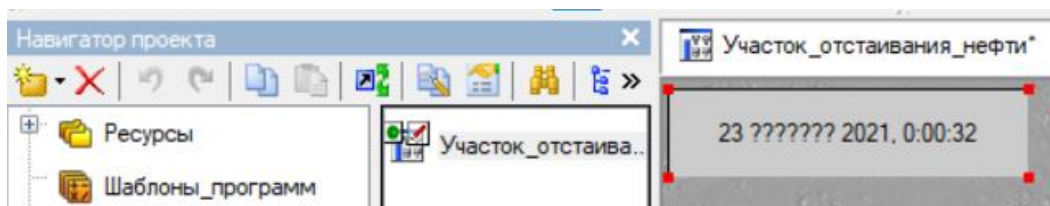


Рисунок 15 – Созданный экран «Участок отстаивания нефти»

После чего у созданного экрана было изменено свойство, а именно был изменен его фон, как показано на рисунке 16.

Параметры экрана:	
Свойство	Значение
Размеры	Произвольно
Ширина	3000
Высота	3000
Масштабировать содержимое	False
Фон	Изображение
Изображение	
Положение источника света (%) X	25
Положение источника света (%) Y	25
Код доступа	0x0
Горячая клавиша	Нет
Всплывающее окно	False
Загружать	False
Показать в меню экранов	False
Верхний объект	False
Нижний объект	False
Левый объект	False
Правый объект	False

Рисунок 16 – Окно свойств экрана «Участок отстаивания нефти»

С помощью объёмных графических элементов был создан отстойник ОГ, трубопровод для подачи в отстойник нефтяной эмульсии, а также трубопровод для вывода из отстойника обезвоженной нефти, воды и газа. В качестве регулирующих клапанов были использованы клапаны из ранее подключенной библиотеки (рисунок 17).

В отстойнике используются датчики КИПиА задача, которых регулировать два уровня, давления, а также температура в резервуаре.

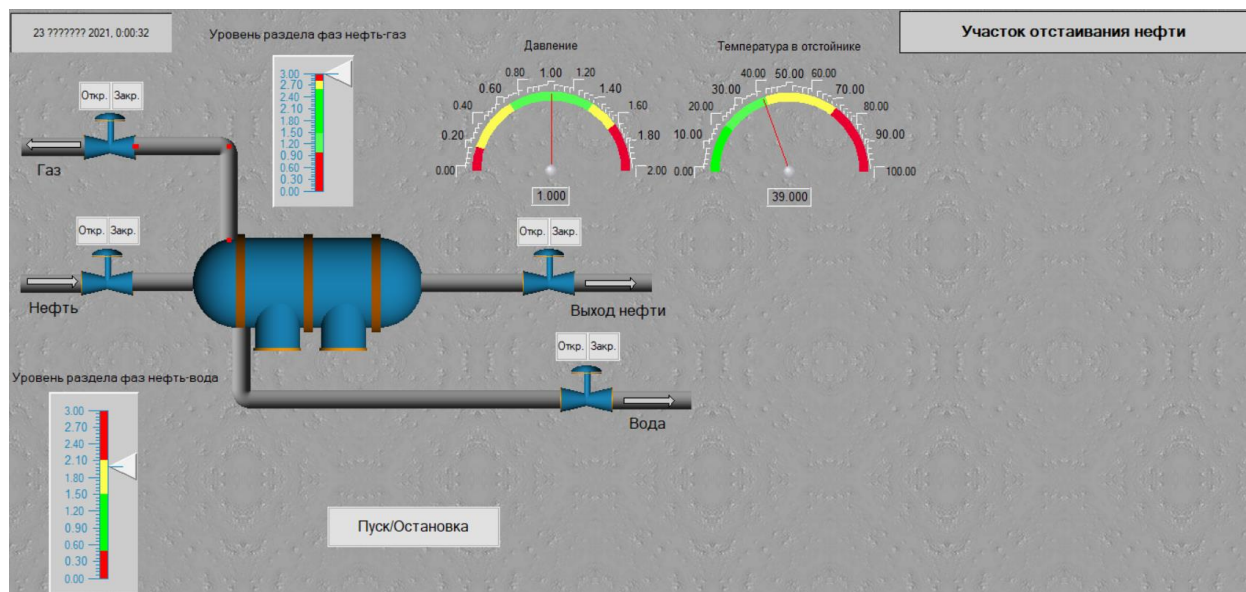


Рисунок 17 – Статистическая часть экрана отстойника

Далее в свойствах основного экрана были созданы аргументы всех технологических параметров, как показано на рисунке 18.

Шаблоны экранов.Участок отстаивания нефти

Информация Аргументы

Имя	Тип	Тип данных
Температура_отстойника	IN	REAL
Давление	IN	REAL
Уровень_раздела_фаз_нефть_вода	IN	REAL
Уровень_раздела_фаз_нефть_газ	IN	REAL
Значение_температуры	IN/OUT	REAL
Значение_давления	IN/OUT	REAL
Значение_уровня_нефть_вода	IN/OUT	REAL
Значение_уровня_нефть_газ	IN/OUT	REAL

Рисунок 18 – Созданные аргументы

Статический текст настроен согласно шаблону, предоставлен на рисунке 19.

Свойства объекта

ABC Текст Справка

Копировать Вставить Заменить

Свойство	Значение
<u>Контур</u>	
<u>Заливка</u>	
Шрифт	MS Shell Dlg, 12, жирный
Выравнивание	По центру
<u>Текст</u>	Участок отстаивания нефти
<u>Цвет текста</u>	
* <u>Видимость</u>	True
* <u>Подсказка</u>	
* <u>Прозрачность</u>	0
* <u>Слой</u>	Слой
* <u>Выделение в MPB</u>	False
* <u>Геометрия</u>	Скрыть

Рисунок 19 – Настройка графического элемента (ГЭ) Текст

Для отображения текущей даты и времени воспользуемся ГЭ Календарь. Результат настройки ГЭ представлен на рисунке 20.

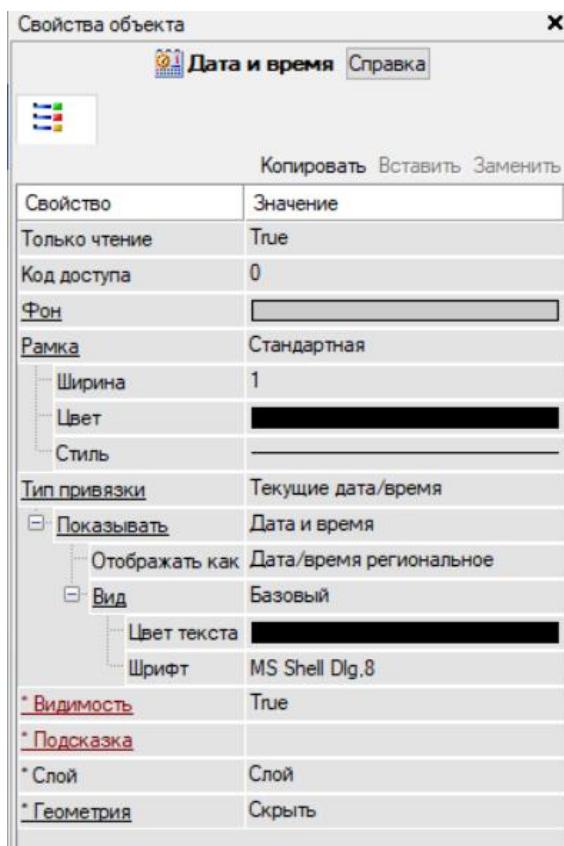


Рисунок 20 – Свойства ГЭ Календарь

С помощью графического элемента «ползунок» отобразим два уровня фаз в отстойнике. У них были настроены такие свойства как «полоса», «шкала», а также был привязан соответствующий ранее созданный аргумент, результат привязки для ползунка, отображающего уровень в резервуаре, можно увидеть ниже на рисунке 21.

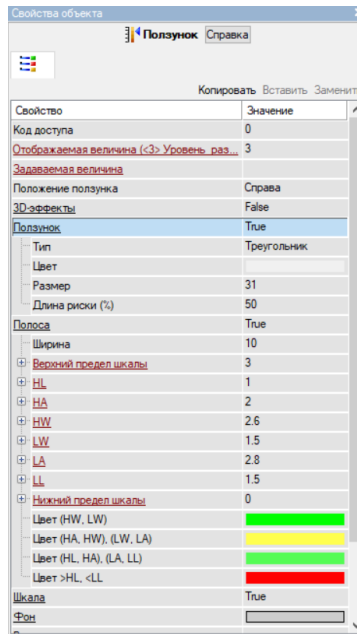


Рисунок 21 – Результат редактирования свойств ГЭ «ползунок»

Также на графическом экране добавим статический и динамический текст для отображения остальных необходимых параметров. При этом в свойствах динамического текста выполним привязку к соответствующим параметрам, как показано на рисунке 22.

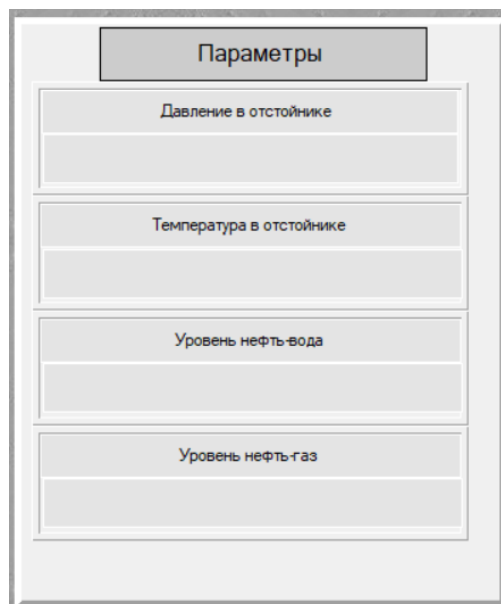


Рисунок 22 – Размещение ГЭ Текст на экране

Осуществим привязку аргументов к ГЭ Текст, результат приведен ниже (рисунок 23).

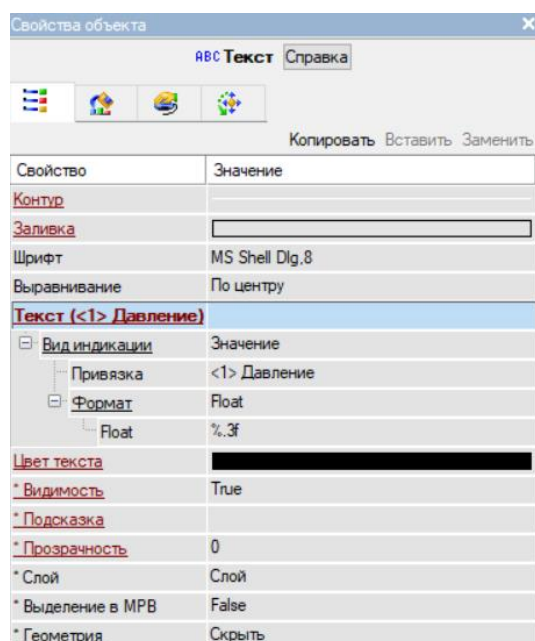


Рисунок 23 – Привязка аргумента к ГЭ Текст

Итоговый вариант SCADA-экрана участка отстаивания нефти представлен в приложении Д.

9. Схема внешних проводок

Разработанная схема внешних проводок представлена в приложение Г. Для прокладки коммуникационных кабелей используют заземленные металлические конструкции. Первичные и внешитовые приборы включают в себя, уровнемеры АТ100, расположенные на отстойнике периодического действия на центральном пункте сбора нефти, датчики давления Rosemount 3051, расположенные на входе и в резервуаре. Также присутствует датчики температуры Rosemount 565. У выбранных датчиков на выходе имеется интерфейс унифицированного токового сигнала 4-20 мА. На схеме внешних соединений используется кабель КВВГ, который в свою очередь передает сигналы от датчиков на щит КИПиА (используются по три провода). Сам кабель состоит из медными токопроводящими жилами в пластмассовой оболочке и защитным покровом. Кабель необходим для подключения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В , учитывая температуру окружающей среды от минус 50 °С до плюс 50 °С. Кабель на механически опасных участках прокладывается в трубе диаметром 20 мм. В качестве клеммных соединительных коробок используется присоединение однопроволочных и многопроволочных медных проводов, также присоединение кабеля к приборам и аппаратам выполняется пайкой. Проводящие экраны и оболочки соединяются с заземлителем только в одной точке, обычно на конце цепи, расположенном вне взрывоопасной зоны. Это требование должно исключать возможность протекания через экран искроопасного уравнивающего тока из-за разных местных потенциалов земли между одним и другим концами цепи. Заземление полевых приборов выполняется по месту установки. Заземление на щите выполняется посредством отдельной заземляющей шины.

10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

10.1. Потенциальные потребности результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследований являются организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, в частности занимающиеся добычей, переработкой и транспортировкой нефтяных продуктов. Например, ПАО «Роснефть», ПАО «Татнефть», ПАО «Лукойл» и др. Для выше указанных нефтяных компаний собирают автоматизированный отстойник для дальнейшей эксплуатации на центральном пункте сбора нефти (ЦПС). Данная автоматизация отстойника обеспечит автоматизированное и дистанционное слежение и управление над технологическим процессом на центральном пункте сбора нефти.

В таблице 8 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» – АО «Роснефть», «Б» – ОАО «Татнефть», «В» – ПАО «Лукойл».

Таблица 8 – Сегментирование рынка

		Вид услуги по автоматизации ТП		
		Программное обеспечение АСУ ТП	Строительно-монтажные работы	Пуско-наладочные работы
Размер компании	Крупные	Б	А, Б	В
	Средние	Б, В	А, Б, В	Б, В
	Мелкие	А	А, В	В

Исходя из таблицы 8 можно сделать вывод, что наименьшая конкуренция на рынке услуг по автоматизации ТП у крупных и мелких компаний в области разработки АСУ ТП.

10.2. Анализ конкурентных технических решений

Для анализа конкурентных технологических решений были выбраны АСУ компании такие, как ООО «ЭлеСи» (Б_{к1}) и ООО «ИндаСофт» (Б_{к2}). Для оценки сравнительной эффективности ВКР составлена оценочная карта. Данный анализ определит сильные и слабые стороны конкурентов, а также поможет для улучшения собственной ВКР. Компания ООО «ЭлеСи» ООО занимается построением систем диспетчерского контроля и управления технологическими процессами на базе SCADA Infinity с использованием контроллеров собственного производства. Данные разработки имеют невысокую цену за счет того, что программное обеспечение и контроллерное оборудование компания производит самостоятельно, но разрабатываемые ПЛК уступают по производительности и надежности зарубежным лидерам, в связи с этим могут обеспечить только автоматизацию систем низкой степени сложности. Компания ООО «ИндаСофт» имеет высокий уровень компетенции в создании автоматизированных систем класса MES для непрерывных и дискретных производств. За высокую стоимость компания предлагает приобрести качественную и надежную автоматизацию технологического процесса. Решение, предложенное в данной работе (Б_ф), отличается внедрением новых датчиков и контроллеров, которые оснащены HART-технологиями, что позволяет соответствовать требованиям современного мира. В таблице 9 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б _Р	Б _{к1}	Б _{к2}	К _Р	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,08	3	4	3	0,21	0,28	0,21
2. Передача информации на большие расстояния	0,10	4	3	4	0,3	0,12	0,3
3. Энергоэкономичность	0,09	4	2	3	0,2	0,14	0,18
4. Уровень шума	0,09	5	5	5	0,2	0,2	0,2
5. Точность измерения	0,10	5	4	5	0,3	0,24	0,3
6. Надежность	0,10	4	3	4	0,4	0,3	0,4
7. Безопасность	0,09	5	4	5	0,4	0,3	0,4
8. Возможности модификации	0,08	5	4	4	0,2	0,2	0,15
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Цена	0,09	4	4	5	0,05	0,05	0,1
2. Срок службы	0,10	5	5	4	0,28	0,28	0,24
3. Затраты на обслуживание	0,08	3	3	4	0,4	0,32	0,4
Итого	1	56	50	54	3,42	2,88	3,36

Опираясь на полученные результаты в таблице 9, можно сделать вывод, что предложенная система автоматизации отличается следующими конкурентными преимуществами разработки: удобства эксплуатации, срок

службы, возможности модификации и безопасность. Рассматривая экономические критерии оценки, отметим, что разрабатываемое решение уступает в следующих критериях: цена и затраты на обслуживание.

Анализ конкурентных технических решений рассчитываем по формуле:

$$K = \sum B_i + B_i, \quad (7)$$

где, K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

10.3. SWOT-анализ

С помощью SWOT–анализа были выявлены и структурированы сильные и слабые стороны, а также потенциальные возможности и угрозы. Результаты SWOT-анализа представлены в форме SWOT-матрицы и занесены в таблицу 10.

Таблица 10 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны: С1. Новейшие исполнительные механизмы. С2. Передача информации на большие расстояния С3. Высокая надежность системы. С4. Возможность модификации. С5. Использование SCADA-экрана.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Отсутствие необходимого оборудования, для испытания. Сл2. Отсутствие опыта работы специалистов с новой технологией. Сл3. Сложность конструкции.</p>
<p>Возможности: В1. Модернизация производств нефтяной отрасли.</p>	<p>В1С4. Позволит нефтяной компании постоянно модифицировать производство без замены</p>	<p>В1Сл1. Позволит провести испытания и тесты, для улучшения</p>

<p>В2. Выход на иностранный рынок. В3. Расширение диапазона предоставляемых услуг. В4. Возрастает роль автоматизации технологических систем в промышленности.</p>	<p>системы автоматического управления отстойником. В2В3С1. Приемлемая стоимость позволит быстро увеличить объем прибыли, расширить границы сбыта. Обширная направленность позволит быстро увеличить спрос. В4С4С5. Расширение функциональных возможностей и повышение технических характеристик АСУ.</p>	<p>качества работоспособности. В4Сл3. Расширение персонала на производстве АСУ ТП. В4Сл2. Подготовка будущих специалистов (студентов) к работе в нефтяной компании.</p>
<p>Угрозы: У1. Наличие аналогов У2. Ограничение импорта и экспорта продукции. У3. Уменьшение финансирования со стороны инвесторов У4. Уменьшение спроса на новые технологии У5. Введение новых требований на эксплуатацию системы и сертификацию продукции</p>	<p>У2У5С1С5. Полностью работоспособная и настроенная на необходимый технологический процесс система не должна подвергнуться имеющимся угрозам, в ней используются комплектующие, рассчитанные на длительный период эксплуатации.</p>	<p>У4Сл1. Данное сочетание является самым неблагоприятным, вероятно, потребуется оптимизировать производство и в умеренных рамках понизить цену продукции.</p>

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

– Малый опыт работы у персонала на начальном этапе неизбежен, но впоследствии это подвергнется изменению, ввиду накопления опыта и постоянного повышения квалификации.

– Сложность конструкции определяется спецификой нефтедобывающей отрасли, в которой конструкционные сложности решаются заменой оборудования на различные модификации благодаря высоким бюджетам.

10.4. Планирование научно-исследовательских работ

10.4.1. Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлен в таблице 11.

Таблица 11 – 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	Руководитель, бакалавр
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр
	4	Определение целей и задач работы	Руководитель, бакалавр
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Описание технологического процесса	Бакалавр
	7	Разработка структурной схемы автоматизированной системы	Бакалавр
	8	Разработка функциональных схем автоматизированной	Бакалавр

		системы	
	9	Выбор средств реализации автоматизированной системы	Бакалавр
	10	Разработка схемы внешних проводок	Бакалавр
	11	Выбор алгоритмов управления автоматизированной системы	Бакалавр
	12	Разработка мнемосхемы	Бакалавр
	13	Разработка математической модели объекта управления	Бакалавр
Оформление отчета по НИР	14	Составление пояснительной записки	Бакалавр
Проверка результатов	15	Проверка выполненной работы с руководителем	Руководитель, бакалавр

Опираясь на таблицу 11, можно отметить, что большинство выполненной работы было проделано самостоятельно, но при выполнении некоторых поставленных задач требовалась консультация и помощь руководителя.

10.4.2. Определение трудоёмкости выполнения работ

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

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (8)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле 9. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (9)$$

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

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

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (10)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (11)$$

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

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22,$$

Получили, что $k_{\text{кал}} = 1,22$.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе округлены до целого числа. Все рассчитанные значения были занесены в таблицу 12.

Таблица 12 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{p_i}		Длительность работ в календарных днях T_{k_i}	
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}$, чел-дни					
	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель
Составление и утверждение технического задания	-	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	2
Подбор и изучение материалов по теме	5	1	15	3	9	1,8	4,5	0,9	5	1

Выбор направления исследований	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
Определение целей и задач работы	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Календарное планирование работ по теме	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1	1
Описание технологического процесса	1	-	7	-	3,4	-	3	-	4	-
Разработка структурной схемы автоматизированной системы	1	-	5	-	2,6	-	3	-	4	-
Разработка функциональной схемы автоматизированной системы	2	-	6	-	3,6	-	4	-	5	-
Выбор средств реализации автоматизированной системы	5	-	14	-	8,6	-	9	-	11	-
Разработка схемы внешних проводок	1	-	5	-	2,6	-	3	-	4	-
Выбор алгоритмов управления автоматизированной системы	5	-	12	-	7,8	-	8	-	10	-
Разработка мнемосхемы	5	-	10	-	7	-	7	-	8	-
Составление пояснительной записки	5	3	12	5	7,8	3,2	3,9	1,6	5	5
Проверка результатов	-	1	-	2	-	3,4	-	1,4	-	2
Итого:							48	8,1	59	13

10.4.3. Разработка графика проведения научного исследования

График проведения научных работ представлен в форме диаграммы Гранта, которая представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{k_i}	Продолжительность выполнения работ											
				Март			Апрель			Май			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждение технического задания	Р	2	▨											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Р, Б	1 5	▨	■										
3	Выбор направления исследований	Р, Б	1 1	▨	■										
4	Определение целей и задач работы	Р, Б	1 1	▨	■										
5	Календарное планирование работ по теме	Р, Б	1 1	▨	■										
6	Описание технологического процесса	Б	4			■									
7	Разработка структурной схемы автоматизированной системы	Б	4				■								
8	Разработка функциональных схем автоматизированной системы	Б	5					■							
9	Выбор средств реализации автоматизированной системы	Б	11						■						
10	Разработка схемы внешних проводок	Б	4							■					
11	Выбор алгоритмов управления автоматизированной системы	Б	10								■				
12	Разработка мнемосхемы	Б	8									■			

10.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Результаты расчетов по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	AutoCAD 2022	1	10326	10326
2	Microsoft Office	1	6590	6590
3	MATLAB	1	15144	15144
4	TRACE MODE IDE6 (base)	1	6976	6976
Итого:				39036

10.5.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В данной работе учитывается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Также к основной заработной плате включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Учитывается основная заработная

плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, и дополнительная заработная плата:

$$Z_{ЗП} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (13)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} + T_p, \quad (14)$$

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:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (15)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

Баланс рабочего времени приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365

Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени (Фд)	243	271

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_\delta) \cdot k_p, \quad (16)$$

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

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

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

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

Расчет основной заработной платы сводится в таблицу 17.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад	k_{np}	k_δ	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	32962	0,3	0,3	1,3	68560,96	2934,3	8,1	23767
Бакалавр	19200	0,3	0,3	1,3	39936	1532,6	48	73564,8
Итого:								97331,8

По результату расчёта основной заработной платы у студента получилась самая высокая основная заработная плата – это связано с числом рабочих дней, затраченных на разработку проекта.

10.5.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (17)$$

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

В таблице 18 представлен расчет дополнительной заработной платы.

Таблица 18 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_{осн}$, руб	$k_{доп}$	$Z_{доп}$, руб
Руководитель	23767	0,13	3089,71
Студент	73564,8	0,13	9563,4
Итого:			12653,11

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

10.5.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (18)$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработанная плата, руб.	Дополнительная заработанная плата, руб.
Руководитель	23767	3089,71
Студент	73564,8	9563,4
Отчисления во внебюджетные фонды	30 %	
Итого		
Руководитель	8057	
Студент	24938	
Итого	32995	

По итогу отчисления во внебюджетные фонды составит: 32995 руб.

10.5.6. Накладные расходы

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

Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр}, \quad (19)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов возьмем в размере 16%.

$$Z_{накл} = 0,16 \cdot (53990 + 39036 + 97331,8 + 12653,1 + 32995) = 37760,9 \text{ руб}$$

10.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	53990
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	39036
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	97331,8
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12653,1
5. Отчисления во внебюджетные фонды	32995
6. Накладные расходы	37760,9
7. Бюджет затрат НТИ	273766,8

В ходе формирования бюджета затрат на НТИ вышло, что затраты составляют: 273766 руб.

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (20)$$

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

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

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

Φ_{\max} зависит от сложности проекта, который разрабатывается для компании заказчика. На сложность проекта влияет огромное количество факторов, поэтому достоверно оценить величину Φ_{\max} невозможно. Предположим, что стоимость выполнения проекта автоматизации в компании «ЭлеСи» равняется 300000 руб., а в компании «ИндаСофт» – 320000 руб.

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	Φ_{pi}	Φ_{\max}	$I_{\text{студент}}^{\text{финр}}$	$I_{\text{«ЭлеСи»}}^{\text{финр}}$	$I_{\text{«ИндаСофт»}}^{\text{финр}}$
Студент с руководителем	273766 руб.	320000 руб.	0,85	0,94	1
«ЭлеСи»	300000 руб.				
«ИндаСофт»	320000 руб.				

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Студент с преподавателем	«ЭлеСи»	«ИндаСофт»
Критерии				

Способствует росту производительности труда пользователя	0,3	5	3	4
Удобство в эксплуатации	0,3	4	4	4
Помехоустойчивость	0,05	5	3	4
Энергоэкономичность	0,05	5	4	5
Надежность	0,15	4	3	4
Материалоемкость	0,15	4	4	4
Итого	1			

Значения интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Значения интегрального показателя ресурсоэффективности

$I_{студент}$	$I_{"ЭлеСи"}$	$I_{"ИндаСофт"}$
4,4	3,5	4,05

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}}, \quad (21)$$

Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки

$I_{исп.студент}$	$I_{исп."ЭлеСи"}$	$I_{исп."ИндаСофт"}$
5,18	3,72	4,05

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp.i} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.студент}}, \quad (22)$$

В таблице 25 представлена сравнительная эффективность разработки.

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Разработанный вариант	«ЭлеСи»	«ИндаСофт»
Интегральный финансовый показатель разработки	0,85	0,94	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,5	4,05
Интегральный показатель эффективности	5,17	3,72	4,05
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,71	0,78

Опираясь из полученных данных из таблицы 25, можно сделать вывод, что самым эффективным является система, разработанная студентом.

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В данном разделе оценены экономические аспекты разработки исследуемой автоматизированной системы управления дренажной ёмкостью:

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

2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Среди выявленных конкурентов: ООО «ЭлеСи» и ООО «ИндаСофт». Разрабатываемая система на текущем этапе уступает конкурентам затратам на оборудование, однако выигрывает за счёт безопасности, надежности, точности измерения и возможности модифицирования.

3. В ходе выполнения SWOT-анализа основными угрозами обозначены: отсутствие спроса на новые технологии, ведение новых требований на эксплуатацию.

4. При планировании научно-исследовательских работ была определена структура работ в рамках научного исследования, по результату чего можно говорить о том, что большинство работ было проделано самостоятельно, но при выполнении некоторых поставленных задач требовалась консультация и помощь руководителя. Также разработан график проведения научного исследования в виде диаграммы Ганта.

5. В процессе расчёта бюджета НИИ было выявлено, что затраты на заработные платы руководителя и студента различны, у студента больше. 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 273766 руб.

6. При оценке эффективности исследования можно отметить, что разработанный проект автоматизации отстойника на центральном пункте сбора нефти (ЦПС) достаточно эффективен среди по сравнению таких компаний, как «ИндаСофт» и «ЭлеСи».

11. Социальная ответственность

Организация требуемых условий труда на рабочем месте является одним из важнейших факторов, влияющих на производительность труда, экономическую эффективность и безаварийность производства. Под условиями труда подразумевается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и производительность труда человека в процессе работы. Любая производственная деятельность сопряжена с воздействием на персонал вредных и опасных производственных факторов. Таким образом, обеспечение безопасных условий труда является одной из основополагающих целей, к которой должно стремиться руководство предприятия.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является отстойник периодического действия на центральном пункте сбора нефти. Данная установка применяется для обезвоживания и обессоливания нефтяной эмульсии.

Целью данной работы является разработка эффективной автоматизированной системы управления отстойником.

Рабочей зоной являются полевые условия.

Количество и наименование оборудования рабочей зоны: 1 отстойник, датчики КИПиА.

Конечным пользователем разрабатываемой АСУ ТП отстойника будут операторы технологических установок.

11.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации

В трудовом кодексе РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее. Оператор исходя из трудового кодекса имеет право на сокращенную продолжительность рабочего времени, для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет - не более 35 часов в неделю. При непрерывном функционировании установки имеется ночная смена с 22 до 6 часов. Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю [26].

Рабочее место оборудуется согласно ГОСТ 12.2.032- 78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». Высота рабочей поверхности, пространство для ног и высота рабочего сиденья должны соответствовать требованиям и по возможности регулироваться исходя из роста сотрудника [27].

При проведении установки составных частей в корпус автомата работа проводится в соответствии с ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования». Высота рабочей поверхности при организации рабочего места для женщин и мужчин должна соответствовать требованиям [28].

11.2. Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 26. В данной

таблице приведены факторы, которые возникают на этапах разработки, изготовления и эксплуатации объекта. Вредные и опасные факторы, влияющие на работника, устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [29].
Таблица 26 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте инженера 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 [30]
Повышенный уровень общей вибрации	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [30]
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП23-05-95 [31]

<p>Электромагнитное поле промышленной частоты (порядка 50-60 Гц)</p>	<p>СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [32]</p>
<p>Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий</p>	<p>ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [33]</p>

11.2.1. Превышение уровня шума

Источником возникновения фактора являются исполнительные механизмы. Шум ухудшает условия труда и работоспособность человека. Длительное шумовое воздействие оказывает негативное влияние на организм – появление головных болей, раздражительности, повышенная утомляемость, боли в ушах и т.д. Интенсивный шум (более 80 дБ) при длительном воздействии может привести к полной или частичной потере слуха. Допустимые значения звукового давления согласно санитарным нормам [30] представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Допустимые уровни звукового давления

<p>Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц</p>									<p>Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА</p>
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

99	95	87	82	78	75	73	71	69	80
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

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

11.2.2. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

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

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

В помещении операторной в качестве искусственного освещения используются светильники с люминесцентными лампами. Нормы освещенности приведены в СП 52.13330.2016, освещенность рабочего места оператора ТУ должна составлять (300 – 500) Лк. при общем освещении [31].

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

Стоит учесть, что существующими санитарными правилами установлен верхний лимит на параметр коэффициента пульсации. В месте

организации рабочего места он не должен быть выше 20%. При этом, чем более ответственный вид деятельности у работника, тем ниже должен быть этот параметр.

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

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

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

11.2.3. Электромагнитное поле промышленной частоты

Работа оператора АСУ ТП в основном связана с работой за персональным компьютером. В следствие чего на него оказывается воздействие электромагнитного излучения, источниками которого являются системный блок и кабели, соединяющие электрические цепи. Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к раковым заболеваниям. Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [32].

Для снижения воздействия данного типа излучения предпринимают меры:

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

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

Рабочее помещение оператора, где установлены персональные компьютеры, относится к помещениям без повышенной опасности, однако существует опасность поражения электрическим током в случае неисправности изоляции проводов и повреждении корпуса системного блока.

Также имеется опасность короткого замыкания. Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Поражение током может привести к летальному исходу. Предельно допустимые значения силы переменного и постоянного тока и напряжения представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Предельно допустимые значения силы тока

	Переменный ток при частоте, Гц:		Постоянный ток
	50	400	
Напряжение, В	2	2	8
Сила тока, мА	0,3	0,4	1

В качестве защиты являются изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и автоматического отключения питания. Необходимо разместить предупредительные знаки и плакаты безопасности «Опасно. Высокое напряжение».

11.2.5. Повышенный уровень общей вибрации

Анализ показателей норм вибрации определяется в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [30].

Наиболее распространённые заболевания общей вибрации, которые работник может получить в результате воздействия фактора, могут быть нарушения механизмов нервно-рефлекторных и нейрогуморальных систем. Вибрация, будучи сильным раздражителем, воздействует на рецепторные аппараты кожи, нервы, нервные стволы.

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

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

Предельно допустимые значения вибрации для автоматизированного рабочего места оператора отстойника представлены в таблице 29.

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

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Фильтр частотной коррекции	Эквивалентный скорректированный уровень виброускорения	
				m/c^2	дБ
Общая	Технологическая вибрация на	Z_0	W_k	0,1	100

	стационарных рабочих местах	X_0, Y_0	W_d	0,071	97
--	-----------------------------	------------	-------	-------	----

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

11.3. Экологическая безопасность

В процессе эксплуатации отстойника периодического действия на ЦПС, а именно хранения осушки, очистки, хранения нефти и газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим.

Воздействие на атмосферу незначительное, т.е. системы противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки. При этом все технологические аппараты оснащены защитными фильтрами.

Воздействие на гидросферу. С целью охраны водоемов от попадания загрязненных стоков, все промышленные стоки направляются по системе трубопроводов на очистные сооружения с последующей подачей их в систему поддержки пластового давления.

Воздействие на литосферу. Основное воздействие на литосферу оказывают разлившиеся промышленные стоки, а также задействованное в производстве оборудование. С целью охраны литосферы, должна вестись работа по охране земель от загрязнения и обеспечиваться рекультивация деградированных и загрязненных земель.

11.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе эксплуатации отстойника возможно возникновение следующих чрезвычайных ситуаций: разлив нефтепродукта, пожар, взрыв, природные катастрофы (наводнение, цунами, ураганы), а также геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории).

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

На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» был определен класс возможного пожара: пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е) [34].

Источником возникновения пожара может послужить:

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

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

- предотвращения разлива и растекания нефти;
- предотвращения образования на территории, где находится отстойник горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход нефти из резервуаров, оборудования, трубопроводов;

– организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего отстойник, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и возгораний.

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

В случае возникновения пожара на отстойнике необходимо:

1. Покинуть место пожара;
2. Прекратить подачу электроэнергии;
3. Прекратить подачу водонефтяной эмульсии в отстойник;
4. Руководствоваться инструкциями по противопожарной безопасности, разработанными на эксплуатирующем предприятии.

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

Вывод по разделу

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

В результате выполнения работы были определены меры обеспечения безопасности, которые снизят риски для работника и повысят его работоспособность. Было определено, что фактические значения

потенциально возможных факторов соответствуют нормативным значениям.

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

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

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

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

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

Вышеперечисленные меры и основные нормы, позволят долговечное, качественное и безопасное использование системы.

Заключение

В результате выполнения учебно-исследовательской работы были изучены подробно технологические процессы и структурная схема на центральном пункте сбора нефти, также рассмотрена конструкция отстойника периодического действия. Было разработано техническое задания для автоматизированной системы. Затем выполнена структурная схема АСДУ, функциональная схема, объём автоматизации датчиков КИПиА, а также реализован алгоритм автоматического регулирования технологического параметра. Была выполнена моделирование САР технологического параметра с помощью программного обеспечения MATLAB.

Далее был подробно изучен программируемый логический контроллер SIEMENS SIPLUS S7-1500. Далее описали устройства, а именно: расходомер FLUXUS F808, уровнемер АТ100, датчик давления Rosemount 3051Т и датчик температуры Rosemount 565.

Также с помощью программы TRACE MODE 6 был создан SCADA-экран участка отстаивания нефти. Затем была разработана схема внешних соединений АСДУ.

Список используемой литературы

1. Автоматизация [Электронный ресурс] – Режим доступа: -URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизация>.
2. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006924>.
3. ГОСТ Р МЭК 61131-3:2013. Устройства и системы телемеханики. Москва: Изд-во стандартов, 2004 [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200135008>.
4. ГОСТ Р 8.903-2015. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Масса нефти и нефтепродуктов [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200127478>.
5. Промысловый сбор и подготовка нефти, газа и воды [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <http://www.ngfr.ru/ngd.html?neft18>.
6. Центральный пункт сбора нефти [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://studfile.net/preview/1359426/page:6/>.
7. Конструкции отстойников [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://studfile.net/preview/15936097/page:9/>.
8. РВС [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://stepik.org/lesson/350117/step/1>.
9. ГОСТ 19.701-90. Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ данных и систем [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://docs.cntd.ru/document/9041994>.
10. Сидоров, С.Н. Теория автоматического управления в задачах электропривода: учебное пособие / С.Н. Сидоров, Н.А. Лунина. – Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 122 с. [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2014/92.pdf>.

11. ПИД-регулятор [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://drives.ru/stati/pid-regulyator/>.
12. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009. – 156 с.
13. Руководство по эксплуатации Q-4000-S [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://tdkros.ru/products/3430/11325/>.
14. Логинов В. И. Обезвоживание и обессоливание нефтей. – М.: Химия, 1979 г. – 216 с. [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: https://www.studmed.ru/loginov-v-i-obezvozhivanie-i-obessolivanie%20neftey_19401e9a675.html.
15. Руководство по эксплуатации FLUXUS F808 [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://www.flexim.com/ru/product/fluxus-f808>.
16. Руководство по эксплуатации SITRANS F US SONOFLO [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <http://www.ste.ru/siemens/flow.html>.
17. Руководство по эксплуатации KM26 [Электронный ресурс] – Режим доступа: -URL: <http://www.ktekcorp.ru/products/365/>.
18. Руководство по эксплуатации AT100 [Электронный ресурс] – Режим доступа: -URL: <http://www.ktekcorp.ru/products/365/>.
19. Вильнина А. В. Современные методы и средства измерения уровня в химической промышленности: учебное пособие / А. В. Вильнина, А. Д. Вильнина, Е. В. Ефремов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 84 с.
20. Руководство по эксплуатации LD300 [Электронный ресурс] – Режим доступа: -URL: <https://smar.nt-rt.ru/images/manuals/LD300>.

21. Руководство по эксплуатации Rosemount 3051 [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.transmittershop.com/products/rosemount-3051-pressure-transmitter/>.

22. Руководство по эксплуатации Rosemount 565/566 [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-565-and-566-multiple-spot-temperature-sensor-ru-ru>.

23. Руководство по эксплуатации Rosemount 1080C [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-1080-temperature-sensor-ru-ru>.

24. Руководство по эксплуатации Rosemount 848T [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-sku-848t-temperature-transmitter-ru-ru>.

25. Руководство по эксплуатации SIEMENS S7-1500 [Электронный курс] – Режим доступа: -URL: http://www.ste.nichost.ru/siemens/pdf/rus/S7-1500_overview.pdf.

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

27. ГОСТ 12.2.032- 78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [Электронный ресурс] – Режим доступа: –URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913>.

28. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс] – Режим доступа: –URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005187>.

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

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

31. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] – Режим доступа: –URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197>.

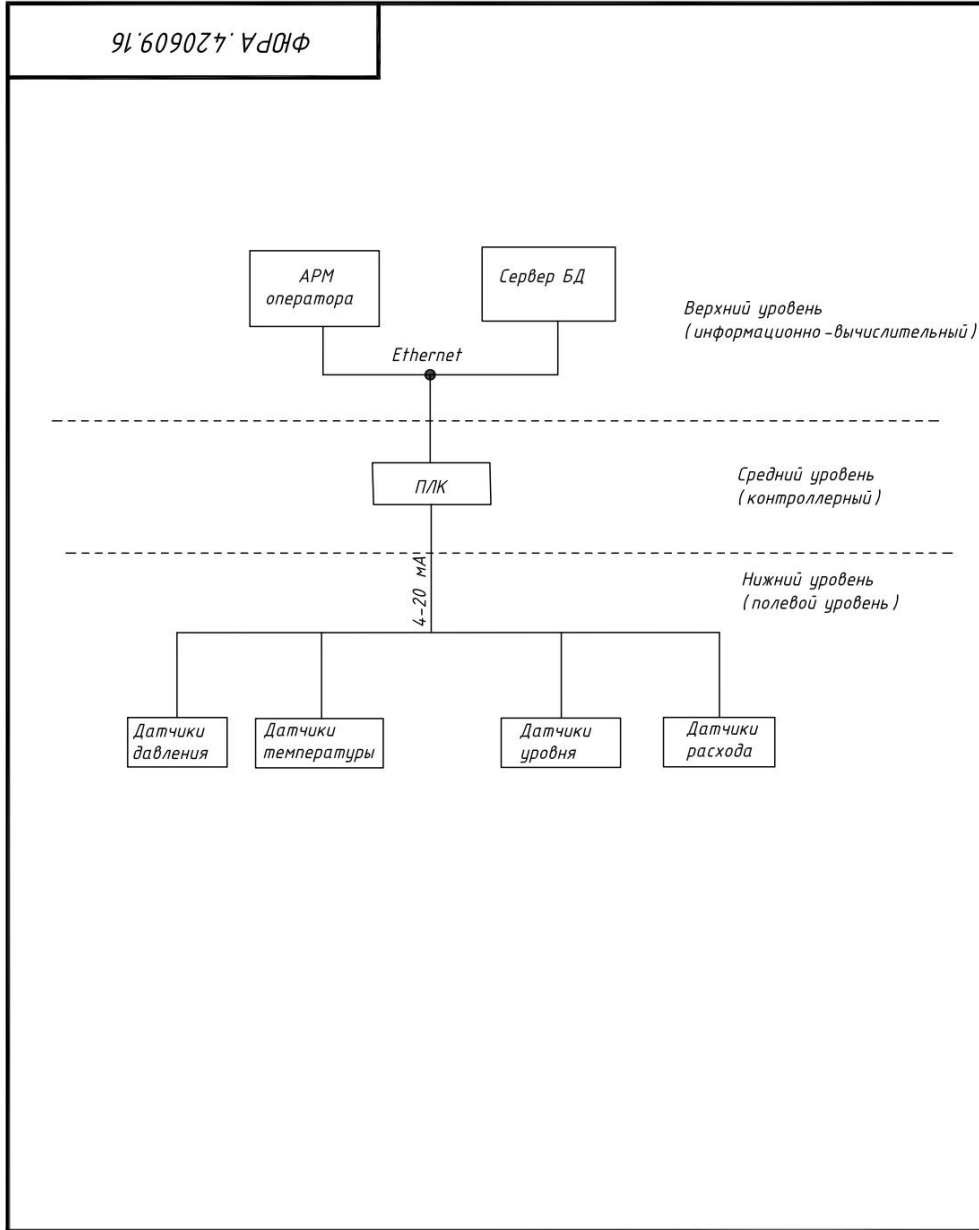
32. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583>.

33. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования номенклатура видов защиты (с Поправкой). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017. – 20 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: –URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238>.

34. Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс] – Режим доступа: –URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644>.

35. СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс] – Режим доступа: –URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108948>.

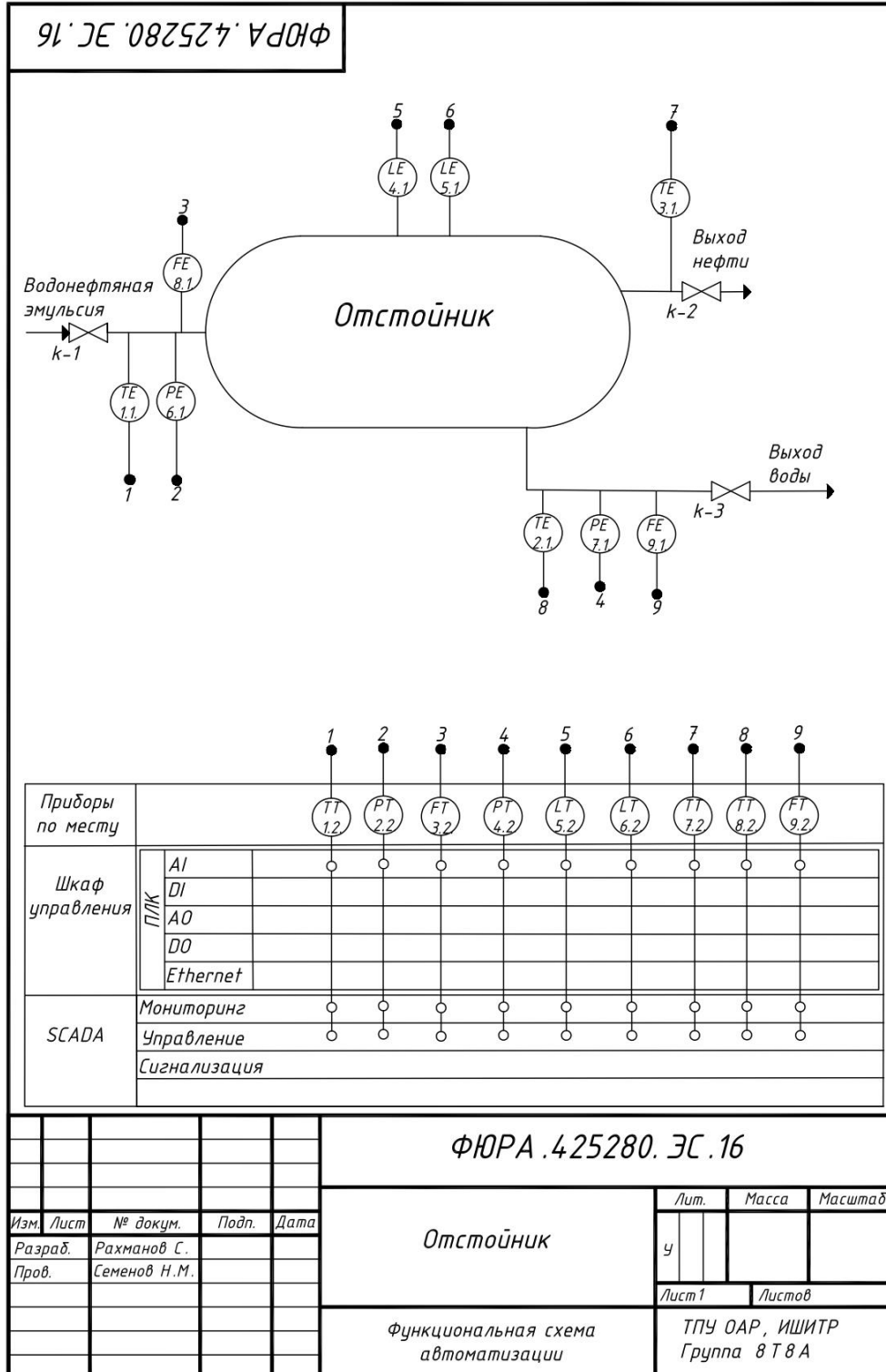
Приложение А
(обязательное)
Структурная схема



					ФЮРА .420609.16			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Отстойник	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Рахманов С.						
Пров.		Семенов Н.М.						
					Структурная схема	ТПУ ИШИТР группа 8 Т 8 А		

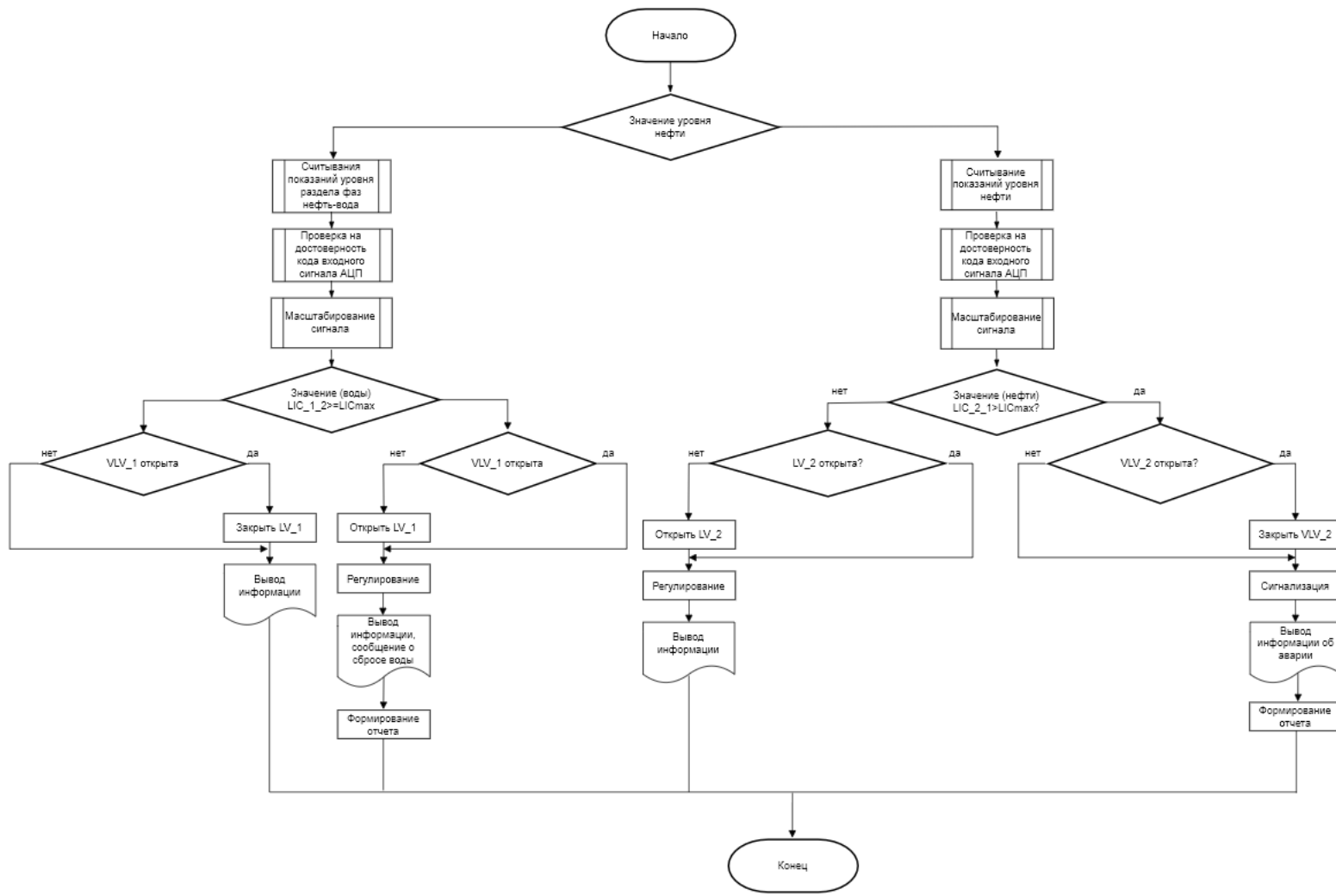
Приложение Б (обязательное)

Функциональная схема автоматизации



Приложение В (обязательное)

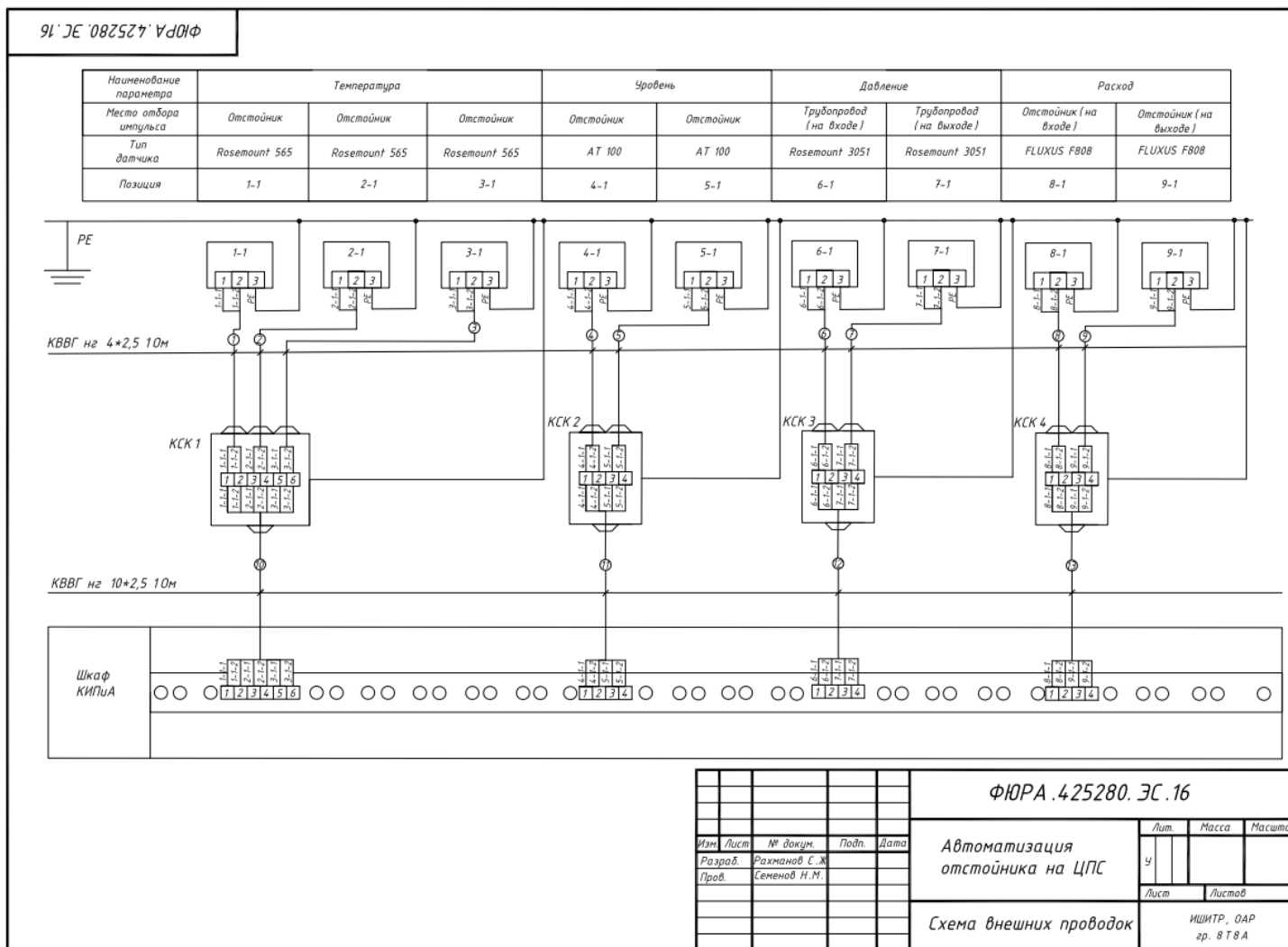
Алгоритм управления параметром



Приложение Г

(обязательное)

Схема внешних проводов



Приложение Д (обязательное) Экранная форма

