

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

Автоматизированная система управления дожимной насосной станцией с применением беспроводной технологии

УДК 004.896:622.276.52:681.586

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Махно Анна Сергеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Сидорова Анастасия Александровна			

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	Мезенцова 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)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать 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

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать 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

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством

Код компетенции	Наименование компетенции
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

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

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

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

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения _____ весенний семестр 2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2022 г.	Основная часть	60
30.05.2022 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
30.05.2022 г.	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Сидорова Анастасия Александровна			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и подготовки
 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

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8А	Махно Анне Сергеевне

Тема работы:

Автоматизированная система управления дожимной насосной станцией с применением беспроводной технологии

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 47-14/с от 16.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2022

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объект исследования: дожимная насосная станция.

Цель работы: разработка автоматизированной системы управления дожимной насосной станцией с применением сенсорной сети передачи данных.

Режим работы: непрерывный.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Описание технологического процесса; Разработка функциональной схемы автоматизации; Разработка структурной схемы АС; Разработка схемы информационных потоков АС; Выбор средств реализации АС; Разработка алгоритмов управления АС; Разработка экранной формы АС; Моделирование работы системы регулирования.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013; Структурная схема; Схема информационных потоков; Экранная форма; Дерево экранных форм; Алгоритм управления узлом контроля расхода газа; Алгоритм пуска и остановки дожимной насосной станции.</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Трубченко Татьяна Григорьевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Белоенко Елена Владимировна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>28.02.2022</p>
--	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель ОАР ИШИТР</p>	<p>Сидорова Анастасия Александровна</p>	<p> </p>	<p> </p>	<p> </p>

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Т8А</p>	<p>Махно Анна Сергеевна</p>	<p> </p>	<p> </p>

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8А	Махно Анне Сергеевне

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	Изучение информации, представленной в различных публикациях, нормативно-правовых документах, изданиях.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа: выявление потенциальных клиентов, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НИИ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение трудоёмкости работ для НИИ, разработка графика проведения НИИ (диаграмма Ганта), составление бюджета НИИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт интегрального показателя ресурсной и финансовой эффективности для всех видов исполнения НИИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Махно Анна Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Т8А		Махно Анне Сергеевне	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04. Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Автоматизированная система управления дожимной насосной станцией с применением беспроводной технологии

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 	<p>Объект исследования: дожимная насосная станция.</p> <p>Область применения объекта исследования: производство, занимающееся добычей, подготовкой и транспортировкой нефти.</p> <p>Рабочая зона: <u>диспетчерская, за персональным компьютером</u></p> <p>Размеры помещения: 4*5 м.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: панель управления, персональные компьютеры.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: контроль параметров и исправности ДНС дистанционно, переключение оборудования.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»</p> <p>ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82</p> <p>СП 6.13130.2013</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Обоснование мероприятий по снижению воздействия 	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенное значение электромагнитного излучения; 2. Превышение уровня шума; 3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 4. Монотонность труда; 5. Отклонение показателей микроклимата.

	<p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: виброизолирующие рукавицы, перчатки, виброизолирующая обувь, беруши, наушники, защитные ограждения.</p> <p>Расчет: расчет системы искусственного освещения.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на атмосферу: выбросы загрязняющих веществ (углеводородов) в концентрациях, превышающие нормативы качества атмосферного воздуха.</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение водоемов промышленными стоками.</p> <p>Воздействие на литосферу: истощение ресурсов Земли.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС: Техногенные аварии (отказ системы безопасности, пожар, взрыв); Геологические воздействия (оползни, провалы грунта)</p> <p>Наиболее типичная ЧС: возникновение пожара.</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8А	Махно Анна Сергеевна		16.05.2022

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 87 страницах, содержит 18 рисунков, 28 таблиц, 23 источника литературы и 5 приложений.

Ключевые слова: дожимная насосная станция, беспроводные сети, автоматизация, нефть, WirelessHART.

Объектом исследования является дожимная насосная станция.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка автоматизированной системы управления дожимной насосной станцией с применением сенсорной сети передачи данных.

В данной работе разрабатывается и исследуется технологическое решение использования беспроводных сетей для автоматизированного управления дожимной насосной станцией. Проведен анализ перспективных технологических направлений в области автоматизации технологических процессов добычи и переработки нефти и газа, выполнен анализ автономных интеллектуальных датчиков различных мировых компаний. Также в работе представлены разработанный алгоритм и экранные формы управления дожимной насосной станцией. Разработана функциональная схема автоматизации согласно ГОСТ 21.208-2013.

Для выполнения работы использовались программные продукты Trace Mode IDE6, AutoCAD2018, Matlab Simulink 2015b.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010.

Содержание

Обозначения и сокращения.....	16
Введение.....	17
1. Описание технологического процесса.....	19
2. Разработка функциональной схемы автоматизации.....	24
3. Разработка структурной схемы АС.....	25
4. Разработка схемы информационных потоков АС.....	26
5. Выбор средств реализации АС.....	27
5.1 Выбор датчиков давления.....	27
5.2 Выбор датчиков уровня.....	29
5.3 Выбор расходомеров.....	31
5.4 Выбор датчиков температуры.....	33
5.5 Выбор шлюза связи.....	34
6. Разработка САР ДНС.....	36
7. Разработка экранной формы АС.....	38
8. Разработка алгоритмов управления АС.....	39
9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	42
9.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	42
9.1.1 Потенциальные потребности результатов исследования.....	42
9.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	43
9.1.3 SWOT-анализ.....	44
9.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	46
9.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	46
9.2.2 Определение трудоёмкости выполнения работ.....	48
9.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	51
9.2.4 Расчет материальных затрат НИИ.....	52
9.2.5 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	53
9.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы.....	54

9.2.7	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	56
9.2.8	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ...	56
9.2.9	Накладные расходы.....	57
9.2.10	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	57
9.3	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	58
	Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	61
10.	Социальная ответственность.....	63
10.1	Правовые и организационные мероприятия обеспечения безопасности	63
10.1.1	Эргономические требования к рабочему месту	63
10.2	Производственная безопасность	65
10.2.1	Анализ вредных и опасных факторов	65
10.2.2	Анализ вредных факторов.....	66
10.2.3	Анализ опасных факторов.....	72
10.2.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	74
	Вывод по разделу «Социальная ответственность».....	77
	Заключение	78
	Список использованной литературы.....	80
	Приложение А	83
	Приложение Б.....	84
	Приложение В.....	85
	Приложение Г	86
	Приложение Д.....	87

Обозначения и сокращения

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ТП – технологический процесс;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ПО – программное обеспечение;

ДНС – дожимная насосная станция;

ФСА – функциональная схема автоматизации;

Ид – измерение дистанционное;

Рег – регистрация;

САР – система автоматического регулирования;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПИД – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор;

ЗК – закладная конструкция;

ИК – измерительный канал;

ЗИП – запасное изделие и принадлежность;

САУ – система автоматического управления.

Введение

Автоматизация какого-либо технологического процесса это комплекс различных технических устройств, а также программного обеспечения и алгоритма взаимодействия между ними. Этот комплекс позволяет получать, обрабатывать и хранить данные о состоянии объектов в реальном времени. Автоматизация играет огромную роль в экономической составляющей производства и, самое главное, улучшении качества продукции.

За последнее десятилетие зависимость нефтегазовой отрасли от автоматизации значительно возросла. Во время кризисов многие нефтегазовые компании сократили число квалифицированных рабочих, что увеличило зависимость компаний от автоматизации. В настоящее время происходит значительный рост цифровизации нефтяных месторождений. Это приводит к потоку инвестиций в оборудование для повышения производительности и завершения проектов в рамках определенных бюджетов и сроков.

Промышленный мир нефти и газа включает в себя важные процессы и оборудование для разведки, добычи, переработки, транспортировки и продажи нефтепродуктов. Нефтегазовым компаниям необходимо эффективно контролировать, обслуживать и защищать процессы и промышленные активы.

Беспроводные сети – это новая технология, используемая в нефтегазовой отрасли, которая предоставляет удаленные средства для обнаружения и сообщения об аномальных событиях, таких как места утечки, коррозии или любого другого повреждения. Беспроводные сенсорные сети (БСС) предлагают многообещающие решения для решения критических задач, связанных с мониторингом, контролем, сигнализацией и не только.

Сейчас получение данных о контролируемых параметрах объектов нефтегазового производства выполняется с использованием контрольно-измерительных приборов, подключенных проводным способом для передачи данных. Учитывая масштабы нефтегазового производства, требуется

значительное количество ресурсов для выполнения всех соединений, ограничиваются возможности проектирования. С вводом беспроводных сетей будет возможность построения систем другого вида, использование которых сэкономит пространство и ресурсы.

В данной выпускной квалифицированной работе выполняется разработка системы управления дожимной насосной станцией (ДНС) с применением беспроводной технологии.

Основной целью работы является разработка автоматизированной системы управления дожимной насосной станцией с применением сенсорной сети передачи данных.

1. Описание технологического процесса

Дожимные насосные станции (ДНС) используются на скважинах, которые не имеют достаточной пластовой энергии для доставки нефтегазового вещества к устройству предварительного сброса воды (УПСВ) или точке перекачки нефти.

Дожимные насосные станции выполняют сразу несколько функций. Во-первых, это первый этап сепарации скважинной продукции (отделение газа от нефти), где газ после отделения отправляется на дальнейшую обработку или к потребителям, а водо-нефтяная смесь отправляется на следующие пункты переработки с помощью насосного блока.

Принципиальная схема ДНС изображена на рисунке 1.

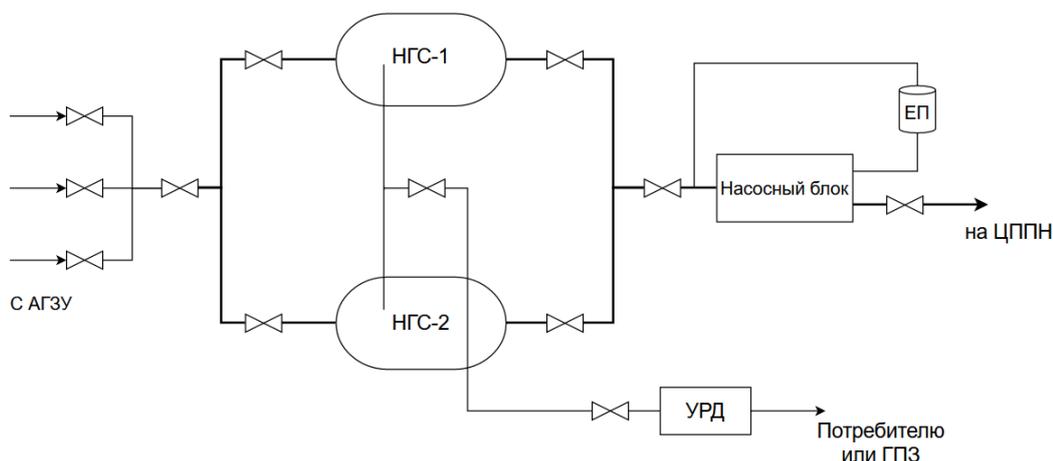


Рисунок 1 – Принципиальная схема ДНС

Основные конструкции дожимной насосной станции:

- Нефтегазовый сепаратор (НГС на принципиальной схеме).
- Узел регулирования давления (УРД).
- Насосный блок
- Резервуар для хранения (ЕП).

На рисунке также имеются сокращения. АГЗУ – автоматическая групповая замерная установка. ЦППН – центральный пункт подготовки нефти. УРД – узел регулирования давления.

Принцип работы дожимной насосной станции следующий: нефтегазовая эмульсия поступает с автоматической групповой замерной установки в нефтегазовый сепаратор, откуда собранный газ через узел регулирования давления отправляется потребителю или дальнейшую обработку, а нефть либо на хранение, либо на центральный пункт подготовки нефти.

Итак, можно повторно выделить основные функции ДНС:

- Первый этап сепарации;
- Учет добычи нефти;
- Отправка нефтегазовой эмульсии на дальнейшие этапы обработки;

Однако сейчас существующие проектные решения по автоматизации ДНС морально устарели. Для улучшения экономических показателей при проектировке автоматических систем ДНС и для повышения гибкости проектирования стоит применить устройства, имеющие возможность беспроводной связи. В целом, такие устройства могут применяться на абсолютно любом промышленном объекте, начиная от нефтеперерабатывающих заводов, заканчивая морскими платформами нефтегазодобычи.

Используемая нами в данной выпускной квалифицированной работе технология беспроводных сенсорных сетей промышленной автоматизации построена на стандарте Wireless HART. Говоря о том, что такое Wireless HART, можно сказать, что WirelessHART – это протокол радиосвязи, который добавляет возможности беспроводной связи к протоколу HART, сохраняя при этом совместимость с существующими устройствами, командами и инструментами HART. В основу работы стандарта Wireless HART положена технология самоорганизующихся ячеистых сетей (Mesh network). Последние образуются на основе множества соединений типа «точка–точка», находящихся в области радиопокрытия друг друга. Технология, построенная таким образом, позволяет беспроводным полевым

приборам взаимодействовать друг с другом самостоятельно, что экономит время запуска системы.

WirelessHART работает на частоте 2,4 ГГц, используя механизм множественного доступа с временным разделением каналов (TDMA) для синхронизации всех устройств в сети, каждое из которых обменивается данными со шлюзом.

Кроме того, WirelessHART работает с ячеистой сетью на основе стандарта IEEE 802.15.4. Он сочетает в себе два метода обеспечения надежности и безопасности: расширение спектра со скачкообразной перестройкой частоты (FHSS) и расширение спектра с прямой последовательностью (DSSS).

Устройства могут иметь встроенный WirelessHART, или есть возможность оборудовать их адаптерами WirelessHART. Последний модернизирует устройства 4-20 мА/HART до беспроводных приборов.

WirelessHART имеет несколько преимуществ по сравнению с предшествующей технологией HART. Он имеет лучшую безопасность, надежность и в то же время проще в использовании.

– Безопасность. Он более безопасен, поскольку имеет 128-битное шифрование AES. Он предоставляет уникальный ключ шифрования для каждого сообщения. Поскольку WirelessHART не использует протокол TCP/IP, он защищен от традиционных хакерских атак.

– Надежность. В промышленности условия работы, внешний шум и электромагнитные помехи создают серьезную проблему для бесперебойной передачи сигналов. FHSS обеспечивает непрерывную передачу информации без коллизий и помех. Метод временной синхронизации помогает получать сигналы от каждого полевого устройства с меньшим энергопотреблением.

– Простота. Его очень просто реализовать в промышленной среде, а дополнительным преимуществом является совместимость с существующими

устройствами и системами HART. Удаление проводов упрощает техническое обслуживание в случае изменения инфраструктуры предприятия.

Протокол WirelessHART состоит из четырех основных элементов: беспроводных полевых устройств (радиостанций), шлюзов, диспетчера сети и хост-приложения.

Беспроводные полевые устройства подключаются к технологическому или производственному оборудованию. Затем все устройства подключаются к хост-приложению через шлюзы. Сетевой менеджер используется для планирования обмена данными между устройствами, управления маршрутами сообщений и настройки сети.

Электрическое питание датчиков обеспечивается модулем питания с искробезопасным исполнением.

Периодичность зарядки в среднем составляет до одного раза в год и напрямую зависит от частоты опроса датчика.

Структура беспроводной сети на основе стандарта Wireless HART изображена на рисунке 2.

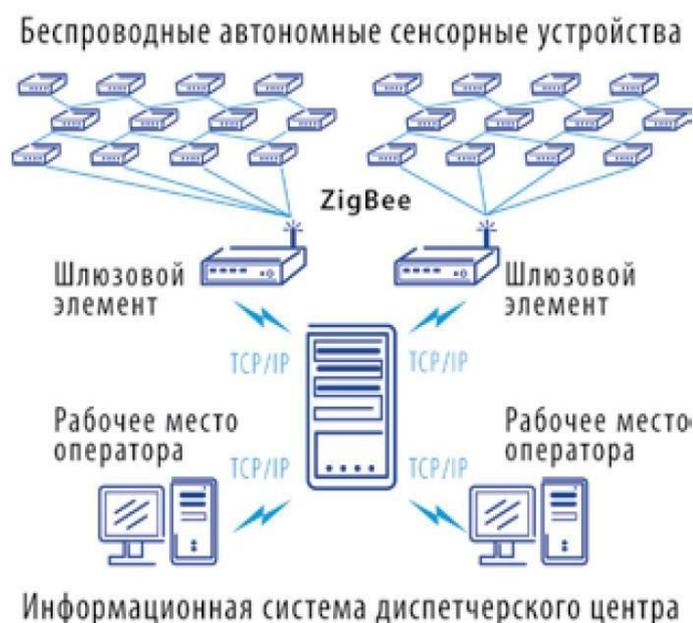


Рисунок 2 – Структура беспроводной сети на основе стандарта Wireless HART

Но стоит указать и на несколько недостатков использования Wireless HART. Можно назвать следующие:

- Устройства WirelessHART дороже проводных устройств HART, но нужно рассматривать решение в целом, а не только стоимость устройств.
- Устройствам WirelessHART требуются замена батареи. Чтобы устройство действительно работало без проводов, необходимо использовать аккумуляторы, которые имеют свойство разряжаться. И при использовании такого оборудования на севере будет необходимость частой замены.
- Для настройки сетей WirelessHART требуются опытные специалисты, так как первичная настройка требует времени и набор определенных знаний.

Решение беспроводной сенсорной сети обеспечивает возможности удаленного мониторинга для нефтегазовых компаний в соответствии с новыми технологиями, нормативными требованиями и производственными требованиями. Примеры приложений удаленного мониторинга нефтегазовой отрасли, использующие это решение, включают [19]:

- Мониторинг целостности трубопроводов;
- Мониторинг уровня в резервуаре;
- Мониторинг состояния оборудования (CBM);
- Мониторинг клапана сброса давления в трубопроводе (PRV);
- Мониторинг предохранительных клапанов (PRV) на нефтеперерабатывающих заводах;
- Автоматизация и мониторинг устья скважины.

В нашем случае мы рассмотрим мониторинг уровня в нефтегазовом сепараторе, давления в нефтепроводах, расход нефти и другое.

2. Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема автоматизации составляется для того, чтобы показать основные технические решения при проектировании. На функциональной схеме отображены основное технологическое оборудование, системы автоматического регулирования, а также связующие компоненты автоматизированной системы.

На функциональной схеме автоматизации изображают технологическое оборудование, системы автоматического контроля, регулирования, а также связующие компоненты автоматизированной системы (трубопроводы) [1].

При разработке функциональной схемы решались следующие задачи:

- Сбор информации об объектах;
- Автоматическое регулирование процессов;
- Мониторинг и регистрация параметров технологического процесса.

Функциональная схема автоматизации согласно ГОСТ 21.408-2013 приведена в приложении А.

3. Разработка структурной схемы АС

Условно разработанную автоматическую систему можно разделить на три уровня: нижний (полевой) уровень, средний (контроллерный) уровень, верхний (общесистемный) уровень.

Нижний уровень состоит из датчиков, выполняющих измерение параметров (давление, расход, температура, уровень).

Средний уровень представляет из себя программируемый логический контроллер, который выполняет обработку и контроль параметров системы, а также отправляет данные на следующий уровень.

Общесистемный уровень состоит из АРМ (операторская), сервера и базы данных. Верхний уровень выполняет периодический сбор текущих значений из контроллера, отображение данных в виде мнемосхем и графиков на АРМ оператора, запись значений в СУБД и печать отчетных ведомостей за определенный период времени.

Структурная схема автоматизации представлена в приложении Б.

4. Разработка схемы информационных потоков АС

Схема информационных потоков АС показывает, как и какая информация проходит через систему. Схема включает ввод и вывод данных, хранилища данных и различные подпроцессы, через которые проходят данные.

Схемы информационных потоков визуально представляют системы и процессы, которые трудно описать в виде фрагмента текста. В данном случае, а именно проектирование автоматизированной системы для дожимной насосной станции, созданная диаграмма была создана для понимания того как создать наиболее простой и то же время полный поток информации с датчиков до верхних уровней производства. Таким образом, можно быстро и легко выявить недостатки в потоке передачи данных и создать наилучшую возможную систему.

Схема информационных потоков АС представлена приложении В.

Изучив схему можно выявить следующую логику в передаче информации от датчиков и исполнительных устройств до автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) и базы данных АСУ ТП. От датчиков и исполнительных устройств идет сигнал измерения и состояния до модуля ввода-вывода, которых в нашем случае, а именно при использовании беспроводных сенсорных технологий, представляет собой маршрутизатор (базовая станция). Далее информационные сигналы идут до шкафа управления (ПЛК). С этой точки в потоке данных о работе дожимной насосной станции передаются данные состояния на более верхний уровень автоматизации, а именно АРМ оператора и сервер архивирования. В последующем данные переходят в базу данных АСУ ТП. Обратный поток является отчасти инвертированным потоку от датчиков до базы данных. С автоматизированного рабочего места оператора исходят управляющие директивы до ПЛК, после чего директивы переходят до модуля ввода-вывода. Модуль ввода-вывода обеспечивает передачу управляющих сигналов до исполнительных устройств.

5. Выбор средств реализации АС

5.1 Выбор датчиков давления

Для измерения давления на линейных участках трубопровода дожимной насосной станции были выбраны следующие параметры анализа:

- Среда измерения;
- Измеряемый параметр;
- Диапазон измерений;
- Точность;
- Дальность передачи данных;
- Диапазон температуры измеряемой среды;
- Диапазон температуры окружающей среды;
- Срок службы батареи;
- Степень защиты;
- Взрывозащита;
- Цена.

В таблице 1 представлены технические характеристики выбранных беспроводных датчиков давления: Rosemaunt Emerson 3051S, АИР-30-НВ, Бинар ВН1225.600 [11-14].

Таблица 1 – Технические характеристики датчиков давления

Датчики давления	АИР-30-НВ	Бинар ВН1225.600	Rosemaunt Emerson 3051S
Среда измерения	Жидкости(в т.ч. нефтепродукты), пар, газ, газовые смеси	Жидкости (не уточняются какие) или газ	Жидкости (в т.ч. нефтепродукты), пар, газ, газовые смеси
Измеряемый параметр	Избыточное давление, абсолютное давление, разность	Избыточное давление	Избыточное давление, абсолютное давление,

	давлений		разность давлений
Диапазон измерений	0 ... 41,5 МПа;	0 ... 60 МПа	Минимальный 0 ... 0,025 кПа; Максимальный 0 ... 68,9 МПа.
Точность	±0,075%	±0,25%	±0,025%
Дальность передачи данных	800 м	100 м	800 м
Температура измеряемой среды	-80 ... 200 °С	-75...200 °С	-75 ... 205 °С
Температура окружающей среды	-40 ... 85 °С	-40 ... 50 °С	-50 ... 80 °С
Срок службы батареи	До 10 лет (при частоте опроса 1 раз в 30 секунд)	До 3 лет (при обновлении 60 сек)	10 лет (при обновлении данных 10 минут)
Степень защиты	IP66	IP66	IP68
Взрывозащита	ExiaIICT6X	1ExdIICT4	1ExdIICT5
Цена, рубли	От 37 120	От 28 000	От 40 000



Рисунок 3 – Датчик давления AIR-30-NW



Рисунок 4 – Датчик давления Бинар ВН1225.700



Рисунок 5 – Датчик давления Rosemaunt Emerson 3051S

Сравним технические характеристики беспроводных датчиков давления нефте-газовой эмульсии в трубопроводе. Максимальное давление нефти в внутрепромысловом трубопроводе, а также, собственно, на ДНС, может достигать 0,6 МПа. Все рассмотренные сенсоры подходят под заданное требование. Однако датчик от «Бинар», имеет наибольшую погрешность из остальных конкурентов. Рассматривая остальные варианты датчиков давления решений выбор был сделан в пользу Rosemaunt Emerson 3051S, так как его показатели защиты и погрешности лучше, а разница в цене минимальна. Также решение отличается наименьшей погрешностью. Срок службы также являлся ключевым при выборе датчика, у компании Emerson на датчик давления она составила 10 лет. Однако в данный период времени могут происходить проблемы и задержки в доставке данного датчика, потому, при важности срока доставки и доступности лучше делать выбор в пользу «Бинар».

5.2 Выбор датчиков уровня

В таблице 2 представлены технические характеристики выбранных беспроводных датчиков температуры: Rosemaunt Emerson 5300, Rosemaunt Emerson 3308 [12]. На рынке в данный момент нет отечественных аналогов

уровнемеров с беспроводной связью, близко отвечающим нужным параметрам, потому выбор идет среди датчиков одной фирмы.

Таблица 2 – Технические характеристики датчиков уровня

Датчики уровня	Rosemount Emerson 5300	Rosemount Emerson 3308
Среда измерения	жидкая (нефть, темные и светлые нефтепродукты, вода, сжиженные газы, и др.), сыпучие (пластик, цемент, песок, злаки и т. д.)	жидкая (нефть, темные и светлые нефтепродукты, вода, сжиженные газы, и др.),
Диапазон измерений	0,1 до 50 м	0,1 до 17 м
Точность	±0,25%	±0,01%
Температура окружающей среды	-55 ... 70 °С	-40 ... 85 °С
Степень защиты	IP66	IP67
Взрывозащита	1ExdIICT4	1ExdIICT5
Цена	От 58 000 рублей	От 200 000 рублей



Рисунок 6 – Датчик уровня Rosemount Emerson 5300



Рисунок 7 – Датчик уровня Rosemount Emerson 3308

Из рассмотренных решений выбор был сделан в пользу Rosemount Emerson 3308, несмотря на разницу в цене, причинами является то что это более новая версия расходомера от этой компании. Решающим фактором стало то, что 5300 не имеет возможности беспроводной связи и нуждается в использовании специального адаптера, что повысит цену и усложнит процесс монтажа.

5.3 Выбор расходомеров

В таблице 3 представлены технические характеристики выбранных беспроводных расходомеров: Rosemount Emerson 2051 и 3051SFA [12].

Таблица 3 – Технические характеристики датчиков расхода нефти

Расходомеры	3051SFA	Rosemount Emerson 2051
Среда измерения	Жидкость, газ, пар	жидкая (нефть, темные и светлые нефтепродукты, вода, сжиженные газы, и др.),
Избыточное давление	до 42 МПа	до 20 МПа
Точность	±0,25%	±0,01%
Температура окружающей	-40 ... 80 °С	-40 ... 80 °С

среды		
Температура измеряемой среды	-40 ... 398 °С	-40 ... 350 °С
Степень защиты	IP66	IP66
Взрывозащита	1ExdIICT5	1ExdIICT4
Цена	От 31 000 рублей	От 70 000 рублей



Рисунок 8 – Расходомер 3051SFA



Рисунок 9 – Расходомер Rosemount Emerson 2051

Из рассмотренных решений выбор был сделан в пользу расходомера 3051SFA. Несмотря на более значительную погрешность, этот расходомер имеет цену значительно ниже, а все другие важные параметры не отличаются от более дорогого варианта. Кроме того, расходомер 3051SFA производится в России, что тоже повлияло на выбор в его пользу.

5.4 Выбор датчиков температуры

В таблице 4 представлены технические характеристики выбранных беспроводных датчиков температуры TT481W, Бинар ВН1225.700, Rosemaunt Emerson 848 [11,12,14].

Таблица 4 – Технические характеристики датчиков температуры

Датчики температуры	TT481W	Бинар ВН1225.700	Rosemaunt Emerson 848
Среда измерения	Жидкие и газообразные среды	Жидкость или газ, неагрессивный к нержавеющей стали	Жидкие и газообразные среды
Диапазон измерений	-50 ... 200 °С	-40 ... 100 °С	-200 ... 550 °С
Точность	±0,25%	±0,25%	±0,025%
Время обновления	От 1 до 30 секунд	От 3 до 3600 секунд	От 4 секунды до 60 минут
Температура окружающей среды	-30 ... 85 °С	-40 ... 100 °С	-40 ... 85 °С
Степень защиты	IP66	IP66	IP67
Взрывозащита	1ExdПСТ4	1ExdПСТ4	1ExdПСТ5
Цена	От 30 000 рублей	От 32 000 рублей	От 55 000 рублей



Рисунок 10 – Датчик температуры ТТ481W



Рисунок 11 – Датчик температуры Бинар ВН1225.700



Рисунок 12 – Датчик температуры Rosemount Emerson 848

Из рассмотренных решений выбор был сделан в пользу Rosemount Emerson 848. Это решение отличается большим диапазоном времени обновления, что позволит более тонко настроить систему для длительного поддержания заряда аккумулятора беспроводного датчика.

5.5 Выбор шлюза связи

Исходя из выше проведенного анализа датчиков были выбраны датчики одной компании «Emerson», следовательно, целесообразно использовать шлюз связи с датчиками этой же компании во избежание

конфликтов. Рассмотрим беспроводной шлюз Rosemount 1420 (рисунок 13). Технические характеристики представлены в таблице 5.



Рисунок 13 – Беспроводной шлюз Rosemount 1420

Таблица 5 – Технические характеристики шлюза Rosemount 1420

Параметр	Описание
Полоса радиочастот	От 2400 до 2483,5 МГц
Максимальная излучаемая мощность	10 мВт (40 мВт для антенны выносной с высоким коэффициентом усиления, длиной 7,6 м)
Максимальная скорость передачи информации	250 кбит/с
Дальность действия	300 м стандартное исполнение, 1 км приборы увеличенного радиуса
Антенна	Выносная с кабелем
Диапазон температуры окружающей среды	От минус 40 до плюс 70 °С
Питание	Ном. Режим 24 В пост. тока
Степень защиты	IP65
Взрывозащита	ExiaIICT4
Цена	От 40 000 рублей

6. Разработка САР ДНС

Была поставлена задача разработать структурную схему системы регулирования уровня. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем уровень нефти в сепараторе. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования. Структурная схема автоматического регулирования уровня приведена на рисунке 14.

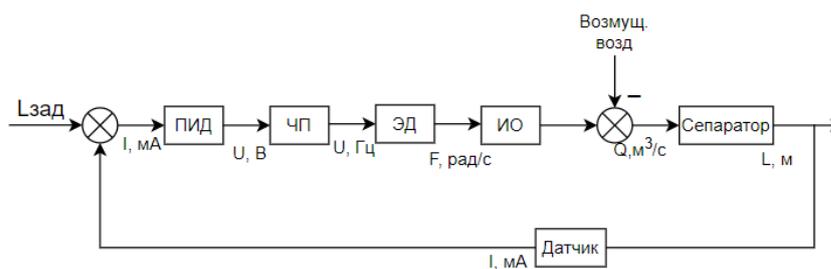


Рисунок 14 – Структурная схема САР уровня в сепараторе

На схеме блоки соответственно обозначают: ПИД – ПИД-регулятор, ЧП – частотный преобразователь, ЭД – электропривод, Датчик – датчик уровня. Объектом управления является сепаратор.

Передаточная функция ЧП имеет вид:

$$W(s)_{\text{чп}} = \frac{K_{\text{чп}}}{T_{\text{чп}}s+1} = \frac{3}{0.3s+1}, \quad (1)$$

где $K_{\text{чп}}$ – коэффициент передачи частотного преобразователя;

$T_{\text{чп}}$ – постоянная времени частотного преобразователя;

Передаточная функция АД:

$$W(s)_{\text{ад}} = \frac{K_{\text{ад}}}{T_{\text{ад}}s+1} = \frac{3}{1.18s+1}, \quad (2)$$

где $K_{\text{ад}}$ – коэффициент передачи асинхронного двигателя;

Передаточная функция клапана:

$$W(s)_p = \frac{0.02}{s}, \quad (3)$$

На рисунке 15 представлена математическая модель контура регулирования уровня жидкости в нефтегазовом сепараторе.

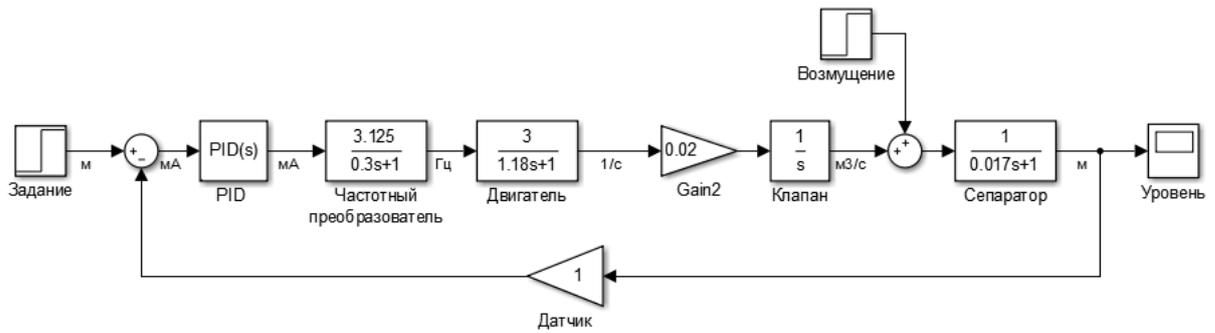


Рисунок 15 – Операторно-структурная схема САР НГС

С помощью функции автоматической настройки ПИД-регулятора и тюнера был получен приемлемый вид переходного процесса. Подобранные параметры:

$$K_p = 4,2580;$$

$$K_i = 0,0464;$$

$$K_d = 12,5612.$$

График переходного процесса САР после настройки ПИД-регулятора.

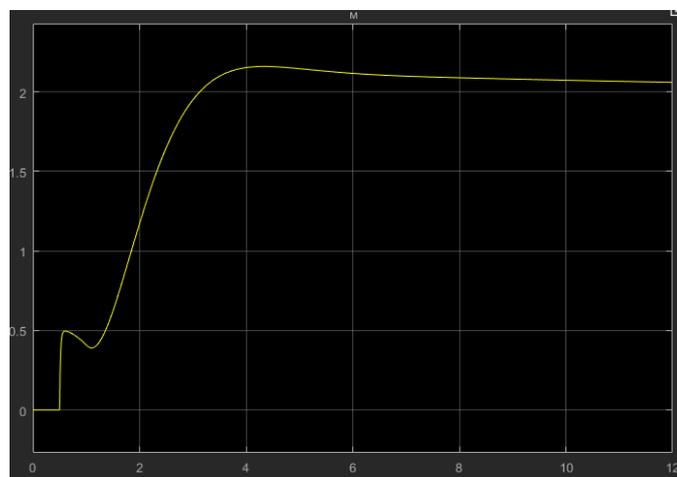


Рисунок 16 – Результат моделирования работы системы регулирования

7. Разработка экранной формы АС

В результате изучения различных источников из сети Интернет, было выявлено, что настоящее время на российском рынке представлено несколько десятков зарубежных и отечественных SCADA-продуктов.

Наиболее популярны следующие зарубежные SCADA-пакеты:

- In Touch (Wonderware, США);
- iFIX (Intellution, США);
- SIMATIC WinCC (Siemens, Германия);
- Citect (Ci technologies, Австралия);
- RTAP/plus (НР, Канада).

Так же были рассмотрены различные программы российского производства. Вот наиболее известные из них:

- TRACE MODE (AdAstra, Москва);
- СКАТ (Центрпрограммсистем, Тверь);
- САРГОН (НВТ-Автоматика);
- VNS, GARDEN, Vis-a-Vis (ИнСАТ).

Для разработки была выбрана отечественная программа TRACE MODE. Основными причинами ее выбора является возможность бесплатного использования для студентов, а также в ней имеется подробно описанные методические указания для работы в программе.

Была разработана мнемосхема, представляющая собой статическую картину 2 экранов. Первый экран служит для отображения непосредственно параметров Дожимной насосной станции. Второй экран необходим для задания управляющих параметров. Результат работы представлен в приложении Г.

8. Разработка алгоритмов управления АС

Блок-схема алгоритма управления технологическим объектом диспетчером АРМ, а именно задвижкой регулирующей уровень нефти в сепараторе, представлена в приложении В.

Ниже представлены скрипты SCADA формата для формирования и вывода текстового сообщения.

1. Инициализация

```
begin
  if Text1.AsInt = 1 then      // если значение переменной текста = 1, то
    Text1.Text := 'Инициализация пройдена' // изменить текст
  else                        // иначе
    Text1.Text := 'ОШИБКА ИНИЦИАЛИЗАЦИИ'; // изменить текст
end.
```

2. Чтение информации

```
begin
  if Text2.AsInt = 1 then      // если значение переменной текста = 1, то
    Text2.Text := 'Чтение данных с датчиков и ПУ
завершена' // изменить текст
  else                        // иначе
    Text2.Text := 'ОШИБКА ЧТЕНИЯ'; // изменить текст
end.
```

3. Обработка полученной информации

```
begin
  if Text3.AsInt = 1 then      // если значение переменной текста = 1, то
    Text3.Text := 'Обработка данных завершена' // изменить текст
  else                        // иначе
    Text3.Text := 'ОШИБКА ОБРАБОТКИ'; // изменить текст
end.
```

4. Формирование выходных сигналов

```
begin
  if Text4.AsInt = 1 then      // если значение переменной текста = 1, то
    Text4.Text := 'Формирование выходных сигналов
завершено' // изменить текст
  else                        // иначе
    Text4.Text := 'ОШИБКА ФОРМИРОВАНИЯ ВЫХОДНЫХ
СИГНАЛОВ'; // изменить текст
end.
```

5. Вывод на индикацию

Проверка на наличие напряжения питания

```

begin
  case Text5.AsInt of
    0 : Text5.Text := 'Есть напряжение питания';
    1 : Text5.Text := 'НЕТ напряжения питания';
    2 : Text5.Text := 'Обрыв линии';
  end;
  if Text5.AsInt = 0 then begin; //если значение переменной текста = 0, то
  продолжаем работать
  else
    Text5.Text := 'НЕТ НАПРЯЖЕНИЯ'; // изменить текст
  end.

```

Проверка на промежуточное положение задвижки

```

begin
  case Text6.AsInt of
    0 : Text6.Text := 'Промежуточное положение';
    1 : Text6.Text := 'Невозможно определить положение';
    2 : Text6.Text := 'Положение задвижки правильное';
  end;
  if Text6.AsInt = 2 then begin; //если значение переменной текста = 2, то
  продолжаем работать
  else
    Text6.Text := 'НЕИСПРАВНОСТЬ ЗАДВИЖКИ'; // изменить текст
  end.

```

6.Нажатие открыть/закрыть/остановка

```

begin
  case But.AsInt of
    0 : Открыть задвижку;
    1 : Закрыть задвижку;
    2 : Остановить систему;
  end;
end.

```

Открытие задвижки

```

begin
  if But.AsInt = 0 then // если нажата кнопка «Открыть задвижку»,
  то
    Text := 'Открытие задвижки - проверка выполнения
  задачи' // изменить текст
    {
      if AsInt = 1 then // если значение переменной текста равно 1, то
        Text := 'Задвижка открыта' // изменить текст
      else // иначе
        Text := 'Ождание таймера T04'; // изменить текст
      }
    else // иначе
      Text := 'Закрыть задвижку'; // изменить текст
  end.

```

Заккрытие задвижки

```
begin
  if But.AsInt = 1 then          // если нажата кнопка «Открыть задвижку»,
  то
    if AsInt = 1 then          // если значение переменной текста равно 1, то
      Text := 'Заккрытие задвижки - проверка выполнения
задачи'          // изменить текст
    {
      if As2Int = 1 then // если значение переменной текста равно 1, то
        Text := 'Задвижка закрыта'          // изменить текст
      else // иначе
        Text := 'Ожидание таймера T04';      // изменить текст
    }
  else                          // иначе
    Text := 'Чтение информации';          // изменить текст
end.
```

Остановка системы

```
begin
  if But.AsInt = 2 then
    Text7.Text := 'Остановка системы' // изменить текст
  else
    // иначе
    Text7.Text := 'ОШИБКА'; // изменить текст
end.
```

9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

9.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

9.1.1 Потенциальные потребности результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система управления дожимной насосной станции с применением беспроводной технологии. Разработанная автоматизированная система управления должна обеспечивать автоматизированный и дистанционный контроль и управление в реальном времени технологическим процессом, а именно первым этапом сепарации и дальнейшей отправкой на подготовку нефти, а также контроль уровня сырья, его нахождения в заданных нормативных пределах.

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

Таблица 6 – Сегментирование рынка

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

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

9.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках [22]:

- Технические характеристики разработки;
- Конкурентоспособность разработки;
- Уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- Бюджет разработки;
- Уровень проникновения на рынок;
- Финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В таблице 7 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Таблица 7 – Оценочная карта

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _р	Б _{к1}	Б _{к2}	К _р	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							

1. Повышение производительности	0,15	3	4	3	0,45	0,6	0,45
2. Простота эксплуатации	0,15	5	2	3	0,75	0,3	0,45
3. Надежность	0,25	5	3	2	1,25	0,75	0,5
4. Точность измерения	0,15	4	2	3	0,6	0,3	0,45
5. Безопасность	0,20	4	2	1	0,8	0,4	0,2
6. Универсальность	0,10	4	2	1	0,4	0,2	0,11
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Цена	0,05	1	4	5	0,05	0,2	0,25
2. Срок службы	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28
3. Затраты на обслуживание	0,07	3	4	4	0,21	0,28	0,28
Итого	1	33	28	26	4,79	3,38	2,97

Анализ конкурентных технических решений рассчитываем по формуле (1):

$$K = \sum B_i + B_i,$$

(5)

Где, K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

В ходе анализа конкурентных технических решений была составлена оценочная карта, где были выделены наиболее важные критерии оценки как технические, так и экономические.

9.1.3 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 8.

Таблица 8 – Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Современные датчики и исполнительные механизмы. С2. Возможность передачи информации на большие расстояния С3. Универсальность. С4. Возможность модификации. С5. Использование SCADA-систем.	Слабые стороны: Сл1. Отсутствие опытно-наладочных работ. Сл2. Отсутствие у персонала опыта работы с новой технологией. Сл3. Большой срок поставок используемого оборудования.
Возможности: В1. Модернизация производств нефтяной отрасли. В2. Тенденция роста цены барреля нефти. В3. Использование существующего программного обеспечения. В4. Роль автоматизации технологических систем в промышленности с использованием беспроводной	В1С4. Позволит компании легко модифицировать систему. В1С1С2. Позволит достичь одну из лучших технических и временных показателей ДНС (дожимной насосной станции). В4С3С5. Увеличение функциональных и технических возможностей работы нефтедобывающей отрасли.	В1Сл1. Проведение испытаний и тестов на предприятии, которое заинтересовано в инновациях. В3Сл3. Длительный отрезок времени без технологии.

технологии растёт.		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Повышение цен на оборудование. У3. Захват внутреннего рынка иностранными компаниями. У4. Ограничения на экспорт.	У4С3. Использовать продукцию отечественного производителя. У2С4. Модификация производства, что позволит снизить стоимость себестоимости нефти У1С1С2С3С4С5. Продвигать продукцию опираясь на её преимущества.	У1Сл1. Провести испытания системы и показать её успешность.

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

– Малый опыт работы у персонала (Сл2) на начальном этапе неизбежен, но впоследствии это подвергнется изменению, ввиду накопления опыта и постоянного повышения квалификации.

– Большой срок поставок используемого оборудования связан с наличием оборудования у поставщика и местонахождения, чтобы уменьшить влияние Сл3, нужно провести исследование аналогов на местном рынке.

9.2 Планирование научно-исследовательских работ

9.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке [22]:

- 1) определение структуры работ в рамках научного исследования;
- 2) определение участников каждой работы;

- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научных исследований.

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

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

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	4	Постановка целей и задач работы	Руководитель, Инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
Проектирование автоматизированной системы	6	Описание технологического процесса	Инженер
	7	Разработка структурной схемы	Инженер

		АС	
	8	Разработка функциональных схем АС	Инженер
	9	Выбор архитектуры АС	Инженер
	10	Разработка схемы соединения внешних проводок	Инженер
	11	Выбор алгоритма управления АС	Инженер
	12	Разработка экранных форм АС	Инженер
Оформление отчета по НИР	13	Составление пояснительной записки	Руководитель, Инженер

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

9.2.2 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:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} + 2t_{\max\ i}}{5}, \quad (6)$$

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{C_i}, \quad (7)$$

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

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

C_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.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (8)$$

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:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (9)$$

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

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

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

Получили, что $k_{кал} = 1,221$.

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

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

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

соединения внешних проводок											
Выбор алгоритмов управления АС	6	-	9	-	7,2	-	7,2	-	9	-	
Разработка экранных форм АС	6	-	10	-	7,6	-	7,6	-	9	-	
Составление пояснительной записки	6	2	10	5	7,6	3,2	3,8	1,6	5	2	
Итого:							42,1	5,6	51	7	

9.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

Таблица 11 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{k_i}	Продолжительность выполнения работ														
				Март			Апрель			Май			Июнь					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1					
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Инженер	2	■														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, Инженер	1 2	■														
3	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер	1 1		■													
4	Постановка целей и задач работы	Руководитель, Инженер	1 1		■													
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер	1 1		■													
6	Описание технологического	Инженер	3			■												

	процесса												
7	Разработка структурной схемы АС	Инженер	3			■							
8	Разработка функциональных схем АС	Инженер	6				■						
9	Выбор архитектуры АС	Инженер	10					■					
10	Разработка схемы внешних проводов	Инженер	3						■				
11	Выбор алгоритмов управления АС	Инженер	9							■			
12	Разработка экранных форм	Инженер	9								■		
13	Составление пояснительной записки	Руководитель, Инженер	2 5									▨	■

▨ – руководитель ■ – инженер

Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

9.2.4 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [22]:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} \cdot m \quad (10)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

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

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Ноутбук	шт.	1	52 000	52 000
Итого	52 000			

9.2.5 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Результаты расчетов по приобретению спецоборудования и оборудования (в нашем случае, пакетов программ), имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, приведены в таблице 13.

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

№ п/п	Наименование	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	AutoCAD 2021	1	19 177	19 177
2	Microsoft Office	1	9 978	9 978
3	MATLAB	1	4 225	4 225
4	TRACE MODE IDE6 (base)	1	11 118	11 118

Итого:	44 498
--------	--------

9.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы

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

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

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} + T_p, \quad (12)$$

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:

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

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 14.

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

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

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

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

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

Расчет основной заработной платы сводится в таблицу 15.

Таблица 15 – Расчет основной заработной платы

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

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

9.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

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

В таблице 16 представлен расчет дополнительной заработной платы.

Таблица 16 – Расчет дополнительной заработной платы

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

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

9.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

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

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

9.2.9 Накладные расходы

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

Их величина определяется по следующей формуле:

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

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

Величину коэффициента накладных расходов возьмем в размере 16%.

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

9.2.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИИ	52 000
2. Затраты на специальное оборудование для научных	44 498

(экспериментальных) работ	
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	80954,6
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9714,6
5. Отчисления во внебюджетные фонды	27200,8
6. Накладные расходы	31602,9
7. Бюджет затрат НТИ	245 970,9

В ходе формирования бюджета затрат на НТИ вышло, что затраты составляют: 245 971 руб.

9.3 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как [22]:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (18)$$

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.

Рассмотрим аналоги. Аналог 1 – существующая система АСУ ТП, спроектированная компанией АСОИ «Скважина». Система АСУ ТП разработана на базе оборудования «Скважина» и SCADA Infinity; Аналог 2 – спроектированная система АСУ ТП компанией «СТРИЖ». Система АСУ ТП разработана на базе промышленного оборудования Siemens с применением SCADA Trace Mode.

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	Φ_{pi}	Φ_{max}	$I_{финр}^{студент}$	$I_{финр}^{“ЭлМетро”}$	$I_{финр}^{“Вымпел”}$
Студент с руководителем	245 971 руб.	263 000 руб.	0,91	0,94	1
АСОИ «Скважина»	250 000 руб.				
«СТРИЖ»	265 000 руб.				

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

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

Материалоемкость	0,15	4	5	4
Итого	1			

Значения интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Значения интегрального показателя ресурсоэффективности

$I_{студент}$	$I_{«Скважина»}$	$I_{«СТРИЖ»}$
4,4	4,45	4,35

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр.i}}, \quad (19)$$

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

Таблица 22 – Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки

$I_{студент}$	$I_{«Скважина»}$	$I_{«СТРИЖ»}$
5,17	4,83	4,35

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{ср.i} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.студент}}, \quad (20)$$

В таблице 23 представлена сравнительная эффективность разработки.

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Разработанный вариант	«Скважина»	«СТРИЖ»

Интегральный финансовый показатель разработки	0,85	0,92	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,45	4,35
Интегральный показатель эффективности	5,17	4,83	4,35
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,93	0,84

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

Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

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

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

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

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

5. В процессе расчёта бюджета НТИ было выявлено, что затраты на заработную плату студента выше, чем у руководителя. Это связано с тем, что у студента при меньшем окладе, большее число рабочих дней. Также в общем бюджет, требуемый для проведения научно-технического исследования, составил 245 971 руб.

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

10. Социальная ответственность

Данный раздел выпускной квалификационной работы рассматривает вопросы выявления и анализа вредных и опасных факторов труда, оценки условий труда и разработки мер защиты от них для рабочего места оператора комплексом мероприятий технического, организационного, режимного и правового характера, минимизирующих негативные последствия проектируемой деятельности в соответствии с требованиями санитарных норм и правил, техники безопасности и пожарной безопасности.

Объектом исследования будет выступать рабочее место сотрудника, использующего в работе ЭВМ. Рабочее место оператора предусматривается на базе персонального компьютера с цветным графическим монитором.

В ВКР рассматривается дожимная насосная станция (ДНС), предназначенная для первого этапа сепарации и дальнейшей отправки нефти со скважин. Ролью обслуживающего персонала становится наблюдение за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

Работа оператора относится к категории Ia согласно ГОСТ 12.1.005-88 [20]. Производственную деятельность рабочий как правило осуществляет в помещении площадью 20 м², в котором находятся несколько ПК для мониторинга процесса.

Работа оператора относится к категории Ia согласно ГОСТ 12.1.005-88 [20]. Производственную деятельность рабочий как правило осуществляет в помещении площадью 20 м², в котором находятся несколько ПК для мониторинга процесса.

10.1 Правовые и организационные мероприятия обеспечения безопасности

10.1.1 Эргономические требования к рабочему месту

Согласно режиму рабочего времени, ст. 100 ТК РФ в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности ст. 103 ТК РФ, обеспечивающие

непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК РФ о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [20] на рисунке 1 представлены зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления.

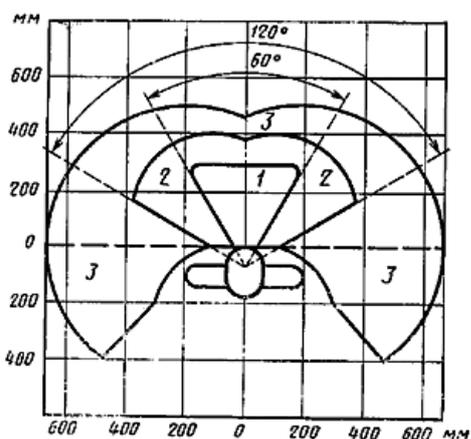


Рисунок 17 – Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления

- 1 – Зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых органов управления (оптимальная зона моторного поля);
- 2 – Зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля);
- 3 – Зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля).

В соответствии с ГОСТ Р 50923-96 «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к

производственной среде. Методы измерения» [2] дисплей на рабочем месте должен быть установлен ниже уровня глаз оператора. Угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать 60° , как показано на рисунке 2.

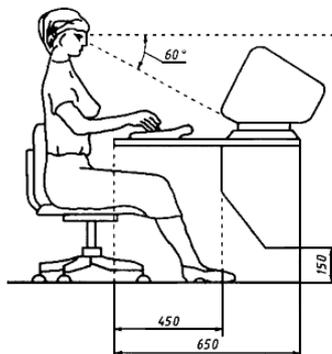


Рисунок 18 – Расположение дисплея на столе

10.2 Производственная безопасность

10.2.1 Анализ вредных и опасных факторов

Опасные производственные факторы - факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводят к травме или другим профессиональным заболеваниям. Вредным производственным фактором называется такой, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 [23]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные фактора при работе оператора АСУ ТП

Факторы (по ГОСТ 12.003-2015)	Нормативные документы
Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [18]

Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»
Повышенный уровень шума	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [18]
Повышенное значение электромагнитного излучения	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
Монотонность труда	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 27.12.2018).
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность.

10.2.2 Анализ вредных факторов

10.2.2.1 Отклонения показателей микроклимата

Микроклимат помещения – это комплекс физических факторов внутренней среды помещения, которые оказывают влияние на здоровье человека. Основные факторы, характеризующие микроклимат помещения, устанавливаются в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [18]. К ним относятся:

- Температура воздуха;
- Скорость движения воздуха;

- Влажность;
- Интенсивность теплового облучения.

Согласно вышеуказанному документу, работа оператора АСУ относится к категории работ 1а, так как основная часть работы происходит с использованием ПЭВМ.

Показатели микроклимата разделяются на допустимые значения и оптимальные значения микроклимата. При допустимых значениях работник может ощущать небольшой дискомфорт, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности, при этом ухудшение состояния здоровья возникать не будет.

Допустимые и оптимальные значения показателей микроклимата для теплого периода года (плюс 10 °С и выше) и для холодного периода года для категории работ 1а представлены в таблице 2.

Влияние на человека неблагоприятных метеорологических условий в течение длительного времени в резкой форме ухудшают его состояние здоровья, снижают продуктивность и приводят к болезням. Повышенная температура воздуха приводит к скорой утомляемости служащего, к перегреву организма или тепловому удару, а пониженная температура – может вызвать охлаждение организма, вызвать простуду или обморожение.

Влажность воздуха сильно воздействует на терморегуляцию организма человека. Повышенная влажность и повышенная температура воздуха приводит к перегреванию организма, а при пониженной температуре повышенная влажность увеличивает теплопередачу с поверхности кожи, что приводит к переохлаждению организма.

В таблице 25 представлены оптимальные и допустимые показатели микроклимата.

Таблица 25 – Допустимые и оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0		0,1	0,2
Холодный (оптимальный)	22-24		20-24	40-60	0,1	
Теплый (оптимальный)	23-25		21-25		0,1	

В целях поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяются следующие мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление.

10.2.2.2 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Хорошее освещение помещений на производстве обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности. Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы. Источники возникновения: отсутствие возможности организации естественного освещения.

По нормам освещенности, согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*», работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Требования к освещению помещения представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Требования к освещению помещений при работе с ПК

Характеристика зрительной работы	Наименный или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение			
				Средняя освещенность, лк, не менее	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
Высокой точности	От 0,30	Б-1	Не менее 70	400	100*	19	15
	до 0,50	Б-2	Менее 70	300	75*	22	20

* Нормируется в случае необходимости обзора окружающего пространства

Рабочее место оператора АСУ освещается таким образом, чтобы был отчетливо виден процесс работы, не напрягая зрения, а также исключая прямое попадание источника света в глаза. В помещении присутствует естественное освещение. Светильники аварийного освещения присоединяются к независимому источнику питания, а светильники для эвакуации людей к сети независимого от рабочего освещения. Для аварийного освещения применяют светильники с лампами накаливания.

10.2.2.3 Повышенный уровень шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

В таблице 27 приведены Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные скорректированные по А уровни звука. Нормы взяты из СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменениями N 1, 2), пункт 6.

Таблица 27 – Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные скорректированные по А уровни звука в помещениях производственных, жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Для источников постоянного шума									Для источников непостоянного шума		
		Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, скорректированный по А, L_A , дБ	Эквивалентный скорректированный по А уровень звука $L_{Aэкв}$, дБ	Максимальный скорректированный по А уровень звука L_{Amax} , дБ
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
I Предельно допустимые октавные уровни звукового давления, дБ; уровни звука, скорректированные по А, дБ; эквивалентные и максимальные уровни звука, скорректированные по А, дБ, на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях, на площадках промышленных предприятий для основных видов трудовой деятельности													
2 Рабочие помещения диспетчерских служб, кабины наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, участки точной сборки, телефонные и телеграфные станции	-	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70	70	85

Шум возникает во время работы оборудования, источником его также могут быть разговоры в помещении, звуки, доносящиеся с улицы. Источниками постоянного шума в помещении являются: люминесцентные лампы, печатающее устройство, шум различных узлов компьютера: дисководов, винчестеров, вентилятора.

Снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63-8000 Гц для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создают однотонные занавески из плотной ткани, повешенные в складку на расстоянии 15-20 см от ограждения.

Наиболее простым и действенным способом облегчения работ, является кратковременные отдыхи в течение рабочего дня при выключенных источниках шума.

10.2.2.4 Повышенное значение электромагнитного излучения

Каждое устройство, которое производит или потребляет электроэнергию, создает электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела.

Оператор АСУ ТП выполняет свою работу за персональным компьютером, который является источником электромагнитных полей в широком диапазоне частот. Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к онкологическим заболеваниям.

Для исключения негативного воздействия от электромагнитных полей необходимо руководствоваться нормам, описанным в ГОСТ Р 50948-2001 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности» Пункт 6 [19].

Требования к уровням электромагнитных полей на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемые ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметра		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	В диапазоне 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне 2 Гц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Для снижения риска воздействия электромагнитного излучения применяют следующие меры:

- Использование жидкокристаллического монитора, излучение которого соответствует требованиям;
- Необходимо выполнить заземление компьютера;
- Необходимо соблюдать расстояние от монитора до работника равным не менее 50 см.

10.2.3 Анализ опасных факторов

10.2.3.1 Электробезопасность

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

Более того, его, возможно, будет притягивать к опасному месту. Под действием переменного тока мышцы периодически сокращаются с частотой тока. Больше всего от действия электрического тока страдает центральная

нервная система. Ее повреждение ведет к нарушению дыхания и сердечной деятельности.

Важным фактором безопасности является заземление оборудования путем присоединения к контуру заземления. Заземляющее устройство является одним из средств защиты персонала в помещении от возникновения искры, от напряжения, возникающего на металлических частях оборудования, не находящихся под напряжением, но могущих оказаться под ним в результате повреждения изоляции [17].

В качестве организационных мероприятий оператору во время работ запрещается:

- Прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- Переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- Производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
- Снимать защитный фильтр с экрана монитора;
- Допускать попадание влаги на поверхности устройств;
- Производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования.

10.2.3.2 Экологическая безопасность

В процессе эксплуатации дожимной насосной станции возможны источники негативного воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются «Методика по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу». Испарение нефти и нефтепродуктов с поверхностей происходит достаточно легко при любой температуре. При этом выделяются низкомолекулярные углеводороды с примесями, например, алканы и циклоалканы. Алканы сравнительно

малоядовиты и поддаются биологическому разложению, в отличие от циклоалканов, которые плохо поддаются биологическому разложению.

На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению удельных показателей выбросов, в частности установка фильтров на дыхательные клапаны резервуаров, сепараторов, отстойниках.

Воздействие на селитебные зоны не распространяется, в связи удаленностью данного предприятия от жилой зоны.

Воздействие на атмосферу. Возможны выбросы загрязняющих веществ (углеводородов) в концентрациях, превышающие нормативы качества атмосферного воздуха. Данное воздействие является незначительным, так как системы противоаварийной защиты позволяют быстро среагировать на аварии и утечки углеводородов и предотвратить дальнейшее распространение газа.

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. В связи с тем, что для производства и обслуживания оборудования средств автоматизации необходимы ресурсы, оказывается влияние на литосферу, а именно на недра земли, добыча ископаемых. В этом случае мы не можем повлиять на защиту литосферы, однако после использования оборудования необходимо его утилизировать в соответствующих местах утилизации.

10.2.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

10.2.4.1 Пожарная безопасность

К возможным чрезвычайным ситуациям блока сепарации нефти выделяют отказ системы безопасности, нарушение контроля и регулирования технологического процесса сепарации нефти, истечение газонефтяной смеси, взрыв газонефтяной смеси, пожар, утечка газа.

С учетом специфики работы и наличием вычислительной техники в помещении оператора наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара. Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, которое угрожает жизни и здоровью работников и зачастую приводит к большим материальным потерям.

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

Источниками зажигания в операторской части блока сепарации могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов. Для операторской установлена категория пожарной опасности В – пожароопасные.

Пожарная профилактика основывается на устранении благоприятных условий возгорания. Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

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

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер,

направленных на обеспечение тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию, обесточивание электрических кабелей, наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах, наличие противопожарного полотна, телефонная связь с пожарной охраной, огнетушители: химический пенный ОХП-10 и углекислотный ОУ-2.

На основании Федерального Закона от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» класс возможного пожара – Е (по виду горючего материала: пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением). Для тушения пожара применяются первичные средства тушения пожара: ящики с песком, кошма, пенные огнетушители ОХП-10 и ОУ-2, которые находятся на выходе помещения.

Внедрение автоматизированной системы управления прибавляет количество электрооборудование, которое потенциально повышает вероятность воспламенения. В связи с этим все датчики были подобраны во взрывобезопасном исполнении, также в дополнение были заказаны искробезопасные цепи. Дополнительных первичных средств пожаротушения не требуется.

Вывод по разделу «Социальная ответственность»

Рассматриваемый в ВКР объект, узел сепарации нефти, является частью установки комплексной подготовки нефти, которая относится к объектам I категории объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий.

Исходя из проделанной работы, можно сделать вывод, что во время производственной деятельности на работника негативно оказывают влияние вредные и опасные факторы, которые отражаются на производительности труда. Работа оператора относится к категории 1а по тяжести труда согласно ГОСТ 12.1.005-88 [20] и к III группе персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Помещение операторской относится к помещениям с повышенной опасностью согласно ПУЭ [18].

Мероприятия по защите от риска воздействия вредных и опасных факторов являются важным аспектом в производственной деятельности. На сегодня целью являются более качественные, здоровые и безопасные условия труда. Защитить от воздействия вредных и опасных факторов помогут средства защиты и правильная организация рабочей зоны.

После проведенной работы по анализу чрезвычайных ситуаций, удалось понять, во избежание инцидентов, нужно проводить качественную работу с персоналом по охране труда и обеспечении техники безопасности на рабочем месте. Для операторской в задании указана диспетчерская! установлена категория пожарной опасности В.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ перспективных технологических направлений в области автоматизации (интеллектуализации) технологических процессов дожимной насосной станции. В качестве перспективного направления применения на ДНС для сбора данных и контроля технологическими параметрами была выбрана технология, позволяющая передавать информацию через беспроводные каналы связи, использующая для этого автономные сенсорные датчики, ретрансляторы и шлюзы связи.

В данной области была проведена сравнительная характеристика автономных беспроводных датчиков от различных компаний. В ходе исследования решений, выбор был сделан в пользу компании «Emerson». По характеристикам представленные датчики компании «Emerson» являются одними из лучших из сравниваемых в данной работе.

Для обеспечения усовершенствованного управления технологическим процессом на ДНС был разработан алгоритм пуска и остановки дожимной насосной станции. Также была разработана экранная форма, которая позволит своевременно реагировать на отклонения и сигнализации технологического процесса для осуществления безопасной эксплуатации станции. Была разработана САР уровня в нефтегазовом сепараторе.

В ходе написания раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были оценены экономические аспекты разработки исследуемой автоматизированной системы управления ДНС. По результатам оценки эффективности исследования было выявлено, что разработанный проект автоматизации достаточно эффективен среди конкурентов.

В разделе, посвященном социальной ответственности, рассматривалось повышение надежности дожимной насосной станции с точки зрения безопасности жизнедеятельности в соответствии с трудовым законодательством. В результате работы был произведен анализ вредных и

опасных факторов на ДНС, в соответствии с категорией тяжести работы Ia, а также приведены оптимальные и допустимые значения параметров и предложены средства индивидуальной и коллективной защиты. Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар на каком-либо из блоков ДНС. Были приведены меры и мероприятия по локализации чрезвычайной ситуации.

Список использованной литературы

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009.
2. Крец В.Г., Шадрина А.В. Основы нефтегазового дела. Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 200 с.
3. Шаловников, Э.А. Основы автоматизации производственных процессов нефтегазового производства: Учебное пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / М.Ю. Прахова, Э.А. Шаловников, Н.А. Ишинбаев; Под ред. М.Ю. Прахова. – М.: ИЦ Академия, 2012. – 256 с.
4. Дожимная насосная станция [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://neftegaz.ru/tech-library/oborudovanie-dlya-sbora-i-podgotovki-nefti-i-gaza/141712-dozhimnye-nasosnye-stantsii/> (дата обращения: 12.03.2022).
5. Дожимные насосные станции: фото, оборудование, конструкция [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fb.ru/article/331674/dozhimnye-nasosnye-stantsii-foto-oborudovanie-konstruktsiya> (дата обращения: 09.03.2022).
6. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения./ – Введ.1992-01-01.:Изд-во стандартов, 2010.–158 с.
7. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства: Учебник для учреждений начального профессионального образования / В.Н. Пантелеев, В.М.Прошин. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 208 с.
8. HART-устройства для систем автоматизации технологических процессов, систем контроля и учета. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://isup.ru/articles/3/14127/> (дата обращения: 20.04.2022).
9. Беспроводные технологии в «цифровом» нефтегазовом промысле.

- [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://controleng.ru/besprovodny-e-tehnologii/tsifrovoye-mestorozhdenie/> (дата обращения: 20.04.2022).
10. Применение беспроводных решений и технологий в цифровой нефтегазовой добыче. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/tsifrovizatsiya/476259-primeneniye-besprovodnykh-resheniy-i-tekhnologiy-v-tsifrovoy-neftegazovoy-dobyche/> (дата обращения: 20.04.2022).
11. Бинар [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.binar.ru/>, (дата обращения: 23.04.2022).
12. Emerson. Каталог контрольно-измерительных приборов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.emerson.com/ru-ru/automation/measurement-instrumentation> (дата обращения: 23.04.2022).
13. АИР-30-НВ Датчик давления с беспроводной передачей данных по протоколу WirelessHART [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kipia.ru/catalog/izmeritelnye-pribory/manometer/datchiki-davleniya/air-30-wh/> (дата обращения: 23.04.2022).
14. SMAR TT481W Инструкции. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.manualslib.com/products/Smar-Tt481w-11078574.html> (дата обращения: 23.04.2022).
15. ГОСТ 12.1.003–2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> , (дата обращения: 16.05.2022).
16. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» . [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 16.05.2022).
17. ГОСТ 12.1.038-82 «Электробезопасность». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 16.05.2022).
18. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к

обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 17.05.2022).

19. ГОСТ Р 50948-2001 «Средства отображения информации индивидуального пользования». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200028904> (дата обращения: 17.05.2022).

20. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 16.05.2022).

21. Беспроводная нефтедобыча. Опыт СНГ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://isup.ru/articles/3/7309/> (дата обращения: 05.03.2022).

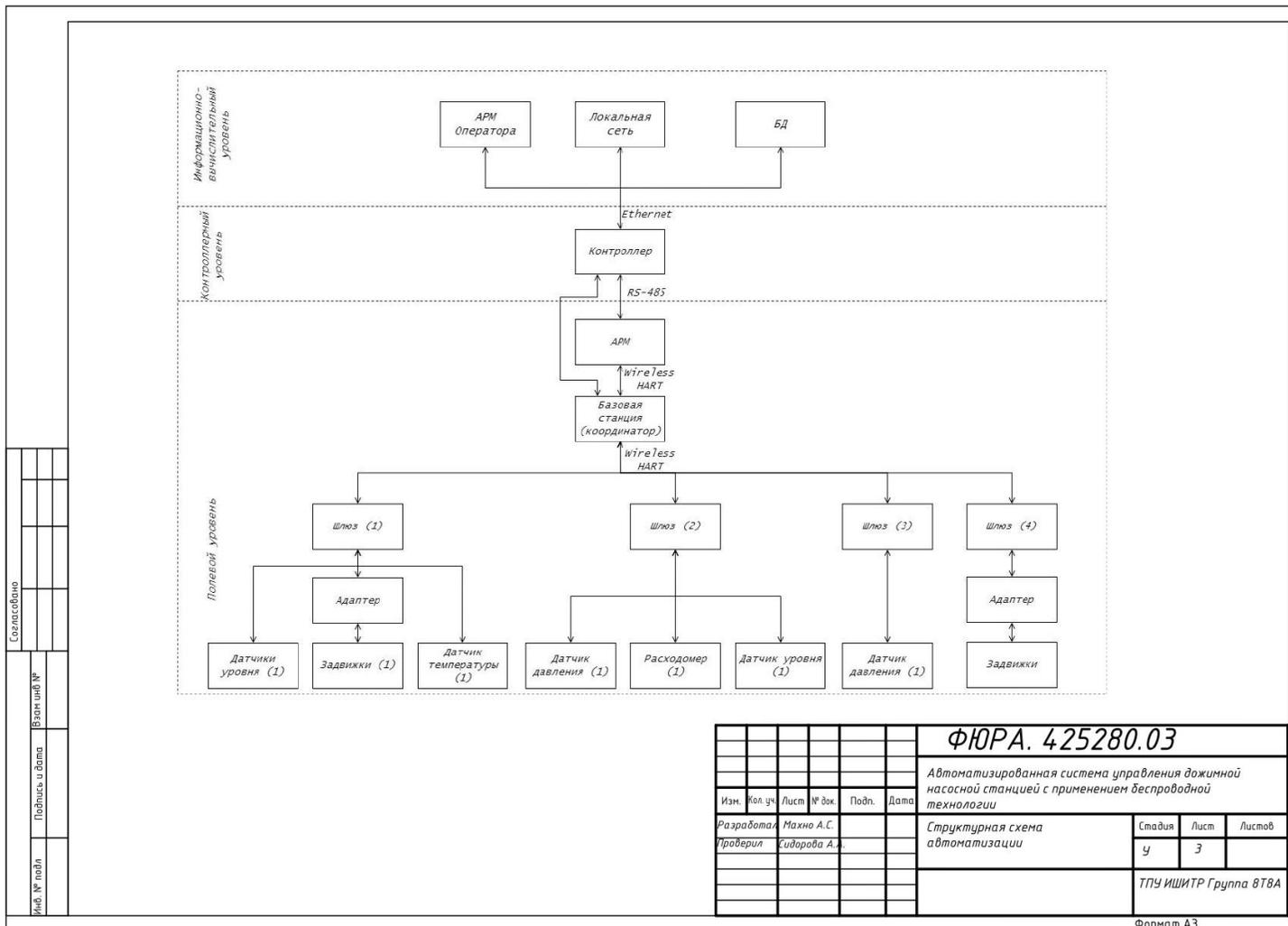
22. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсо-сбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического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

23. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 17.05.2022).

Приложение Б

(Обязательное)

Трехуровневая структура автоматизированной системы



Приложение Г (Обязательное) Экранная форма АС

