

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 насосного агрегата подачи нефтепродукта на железнодорожный налив

УДК 665.71:621.65:656.225

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т62	Князев Владислав Вячеславович		

Руководитель ВКР

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

Консультант

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	К.Т.Н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Общекультурные компетенции	
ОК(У)-1	Способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
ОК(У)-2	Способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции
ОК(У)-3	Способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности
ОК(У)-4	Способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности
ОК(У)-5	Способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия
ОК(У)-6	Способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОК(У)-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию
ОК(У)-8	Способностью использовать методы и инструменты физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
ОК(У)-9	Способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами

ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
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
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим

	нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Уровень образования – бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – весенний семестр 2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

Консультант

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	К.Т.Н., доцент		

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 Воронин А. В.
 (Ф.И.О.)

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т62	Князев Владислав Вячеславович

Тема работы:

Автоматизированная система управления насосного агрегата подачи нефтепродукта на железнодорожный налив	
Утверждена приказом директора (номер, дата)	№ 138-47/с от 18.05.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является система управления насосным агрегатом. Режим работы непрерывный. Область применения – нефтеперерабатывающий завод. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров насосного агрегата.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Описание технологического процесса; Разработка структурной схемы автоматизированной системы; Разработка функциональной схемы автоматизации; Разработка схемы информационных потоков

	автоматизированной системы; Выбор средств реализации автоматизированной системы; Разработка схемы соединения внешних проводок; Разработка алгоритмов управления автоматизированной системы; Моделирование работы системы управления.
Перечень графического материала	Структурная схема; Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208–2013; Схема информационных потоков; Схема соединения внешних проводок; Алгоритм пуска и останова системы.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Верховская Марина Витальевна
Социальная ответственность	Аверкиев Алексей Анатольевич

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Семенов Николай Михайлович	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8T62	Князев Владислав Вячеславович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т62	Князев Владислав Вячеславович

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

Тема ВКР: Автоматизированная система управления насосного агрегата подачи нефтепродукта на железнодорожный налив

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	– Оклад ассистента - 22695,68 руб. в месяц; – Оклад руководителя проекта - 35111,5 руб. в месяц.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	– Тариф на электроэнергию – 6,59 руб. за 1 кВт·ч.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	– Человеческие ресурсы -2 человека (руководитель и студент-дипломник). Районный коэффициент - 1,3 На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, вводится пониженная ставка – 27,1%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет инновационного потенциала НИ	– Описание потенциальных потребителей; – SWOT-анализ; – Оценка научного уровня исследования.
2. Планирование и формирование бюджета научного исследования	– Планирование работ; – Расчет основной и дополнительной заработной платы исполнителей НИ: – Расчет отчислений во внебюджетные фонды исполнителей НИ; – Определение трудоёмкости выполнения работ; – Разработка графика Ганта; – Расчёт бюджета затрат НИ.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- Оценка конкурентоспособности технических решений
- График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т62	Князев Владислав Вячеславович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т62	Князев Владислав Вячеславович

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

Тема ВКР:

Автоматизированная система управления насосного агрегата подачи нефтепродукта на железнодорожный налив.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования, является система управления насосным агрегатом. Рабочая зона – операторская комната, место за персональным компьютером. Область применения – нефтеперерабатывающий завод. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров насосного агрегата. Вредными факторами производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: повышенный уровень шума и вибрации, повышенный уровень электромагнитных излучений. Опасными проявлениями факторов производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: электрический ток. Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– ГОСТ 12.2.032-78 – ГОСТ 12.0.003-2015 – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 – СанПиН 2.2.4.548-96 – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – СанПиН 2.2.4.3359-16 – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – НПБ 105-03
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторов при разработке и эксплуатации объекта: - Недостаточная освещенность рабочего места; -Повышенная или пониженная влажность воздуха; -Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; - Повышенный уровень шума на рабочем месте; -Повышенный уровень электромагнитных излучений; -Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на гидросферу не значительное. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом. Воздействие на литосферу происходит в результате производства, обслуживания и утилизации оборудования, а также бытовые отходы.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на объекте: розлив нефтепродукта, возгорание, взрыв. Наиболее распространённым типом ЧС является пожар.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т62	Князев Владислав Вячеславович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 95 страницы, 18 рисунок, 34 таблиц, 40 использованных источников, 5 приложений.

Ключевые слова: система управления насосным агрегатом, автоматизированная система управления, программируемый логический контроллер, ПИД-регулятор, математическая модель.

Объектом исследования является насосный агрегат подачи нефтепродукта на железнодорожную эстакаду.

Цель работы – разработка системы управления насосным агрегатом подачи нефтепродукта на железнодорожную эстакаду с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В процессе разработки была разработана математическая модель системы управления насосным агрегатом, настроены параметры регулятора.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Система управления может быть внедрена в реальную установку управления насосным агрегатом подачи нефтепродукта на железнодорожную эстакаду.

Пояснительная записка выполнена с помощью текстового редактора Microsoft Word 2013. Графический материал выполнен в Microsoft Visio 2013. Моделирование алгоритма автоматического регулирования производилось в Matlab Simulink 11.

Содержание

Обозначения и сокращения	15
Введение	16
1 Основные требования для проектирование автоматизированной системы управления.....	17
1.1 Назначение и цели создания системы.....	17
1.2 Требования к автоматике	17
1.3 Требования к техническому обеспечению.....	18
1.4 Требования к информационному обеспечению	19
1.5 Требования к программному обеспечению.....	19
1.6 Требования к метрологическому обеспечению.....	19
2 Проектирование автоматизированной система управления насосным агрегатом подачи нефтепродукта на железнодорожную эстакаду.....	21
2.1 Описание технологического процесса	21
2.2 Структурная схема АС.....	24
2.3 Функциональная схема автоматизации	25
2.4 Разработка схемы информационных потоков.....	25
2.5 Выбор средств реализации АС	28
2.5.1 Выбор ПЛК.....	28
2.5.2 Выбор устройств измерения.....	29
2.5.2.1 Датчики давления	29
2.5.2.2 Выбор датчика температуры	31
2.5.2.3 Выбор датчика вибрации.....	33
2.5.2.4 Выбор уровнемера	33
2.5.2.5 Выбор расходомера	35
2.5.3 Выбор исполнительных механизмов	37
2.5.3.1 Выбор насосного агрегата	37
2.5.3.2 Выбор преобразователя частоты	38
2.5.3.3 Выбор охлаждения торцевого уплотнения.....	39
2.6 Разработка схемы внешних проводок.....	41

2.7 Разработка алгоритмов управления.....	43
2.7.1 Разработка алгоритма пуска.....	43
2.7.2 Разработка алгоритма останова	44
2.7.3 Разработка алгоритма автоматического регулирования.....	44
2.7.3.1 Математическая модель системы.....	44
2.7.3.2 Настройка регулятора.....	48
2.8 Разработка SCADA-системы.....	51
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	54
3.1 Анализ конкурентных технических решений	54
3.2 SWOT-анализ	56
3.3 Планирование научно-исследовательских работ	58
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	58
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	60
3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	60
3.4 Расчет материальных затрат НТИ	62
3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	63
3.4.2 Расчет амортизационных отчислений	63
3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	64
3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	65
3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды	66
3.4.6 Прочие затраты.....	66
3.4.7 Накладные расходы	67
3.4.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	67
3.5 Определение ресурсоэффективности исследования	68
3.6 Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	70
4 Социальная ответственность.....	72
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
4.2 Производственная безопасность	74

4.2.1 Недостаточная освещенность рабочего места	75
4.2.2 Неблагоприятный микроклимат на рабочем месте	76
4.2.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте	77
4.2.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений	78
4.2.5 Поражение электрическим током	79
4.3 Экологическая безопасность	80
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	82
4.5 Выводы по разделу «Социальная ответственность»	83
Заключение	85
Список используемых источников	86
Приложение А (обязательное) Структурная схема	91
Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации	92
Приложение В (обязательное) Схема информационных потоков	93
Приложение Г (обязательное) Схема внешних проводок	94
Приложение Д (обязательное) Блок – схема алгоритмов пуска / останова	95

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

АРМ – автоматизированное рабочее место;

АС – автоматизированная система;

АСУ – автоматизированная система управления;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;

СБТУ – сосуд-бачок торцевого уплотнения;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

Ж/Д – железнодорожная.

Введение

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда. Все существующие и строящиеся промышленные объекты в той или иной степени оснащаются средствами автоматизации. Создание эффективной автоматизированной системы управления технологического процесса является очень сложной задачей. Основными способами увеличения эффективности предприятий являются оптимизация и модернизация производства, снижение производственных потерь и технологического расхода энергоносителей, увеличение достоверности и скорости получения информации, необходимой для принятия управленческих решений.

В данной работе выполнена модернизация автоматизированной системы управления (АСУ) насосного агрегата. Объект исследования –насосный агрегат, предмет исследования – модернизация автоматизированной системы управления насосного агрегата подачи нефтепродукта на железнодорожную эстакаду.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование автоматизированной системы управления насосным агрегатом подачи нефтепродукта на железнодорожный налив.

1 Основные требования для проектирование автоматизированной системы управления

1.1 Назначение и цели создания системы

Автоматизированная система управления насосным агрегатом предназначена для регулирования подачи нефтепродукта в трубопроводе.

Основными задачами для создания автоматизированной системы управления технологическим процессом, является:

- учет нефтепродуктов в автоматическом режиме;
- контроль технологических параметров нефтепродуктов;
- уменьшение трудовых ресурсов и влияния человеческого фактора;
- обеспечение эффективного управления технологическим процессом посредством предоставления информации оперативному персоналу в достаточном объеме.

1.2 Требования к автоматике

Автоматизированной системы управления должна обеспечивать управление и дистанционную передачу следующих параметров:

1. Измерение:

- давления нефтепродуктов на входе и выходе насоса;
- давление масла в картере насоса;
- уровень масла в картере насоса;
- перепада давления на фильтрах;
- температуры нефтепродуктов;
- температуры охлаждающей жидкости в СБТУ;
- давление охлаждающей жидкости в СБТУ;
- уровень охлаждающей жидкости в СБТУ;
- вибрация насоса;
- вибрация электродвигателя;

- температуры подшипников электропривода насоса;
 - температуры подшипников насоса;
 - напряжения питания электропривода насоса;
 - потребляемого тока электропривода насоса.
2. Индикацию:
- измеряемых параметров на дисплее автоматизированного рабочего места (АРМ);
 - аварийных ситуаций на дисплее АРМ.
3. Сигнализацию:
- превышения максимального допустимого перепада давления на фильтрах;
 - снижения уровня охлаждающей жидкости в СБТУ;
 - снижения уровня масла в картере ниже критической отметки [2].

1.3 Требования к техническому обеспечению

Предлагаемая система должна соответствовать стандартам, что обеспечивает ее совместимость с аппаратурой и программным обеспечением других производителей. Предусмотрены специальные меры для обеспечения промышленной безопасности, перечисленные ниже. Основные характеристики модулей системы:

- средства измерения, используемые в данном комплексе, должны иметь стандартные сигналы диапазоном (4-20) мА.
- электрические цепи должны быть искробезопасными.
- оборудование на объекте должно быть устойчивым к воздействию температур (минус 40 – 50) °С и влажности не менее 80 % при 35 °С.

Программно-технический комплекс АС должен допускать возможность наращивания, модернизации и развития системы, а также иметь резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую

свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве [2].

1.4 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение должно включать в себя:

- состав, структуру и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структуру процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информацию по визуальному представлению данных и результатам мониторинга [2].

1.5 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) должно выполнять логические и вычислительные операции по реализации функций сбора, обработки, хранения, управления, передачи и представления данных в соответствии с функциями системы автоматизации и обеспечивать:

- управление исполнительными механизмами;
- реализацию требуемых алгоритмов контроля, регулирования, защиты и отображения информации;
- быть совместимым с существующими на объектах программными обеспечениями;
- иметь возможность создавать и вести базу данных по параметрам системы [2].

1.6 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение должно охватывать все стадии создания

системы и ее эксплуатацию.

В измерительные каналы системы входят: датчики, преобразователи, контроллеры, прошедшие государственную поверку на соответствие их нормативно-технической документации.

На стадии внедрения должна производиться метрологическая аттестация измерительных каналов системы и метрологических характеристик в целом в соответствии с ГОСТ 8009-84.

В процессе эксплуатации должна производиться периодическая поверка измерительных каналов системы и метрологических характеристик [2].

2 Проектирование автоматизированной система управления насосным агрегатом подачи нефтепродукта на железнодорожную эстакаду

2.1 Описание технологического процесса

Насос - это устройство для принудительного перемещения жидкости от сечения с меньшим значением напора (в линии всасывания насоса) к сечению с большим значением напора (в линии нагнетания).

Центробежные насосы - основной вид нагнетательного оборудования для перекачки нефтепродукта. Центробежные насосы (рисунок 1) являются самыми распространёнными насосами в мире, благодаря своей конструкции и стабильной работе [3].

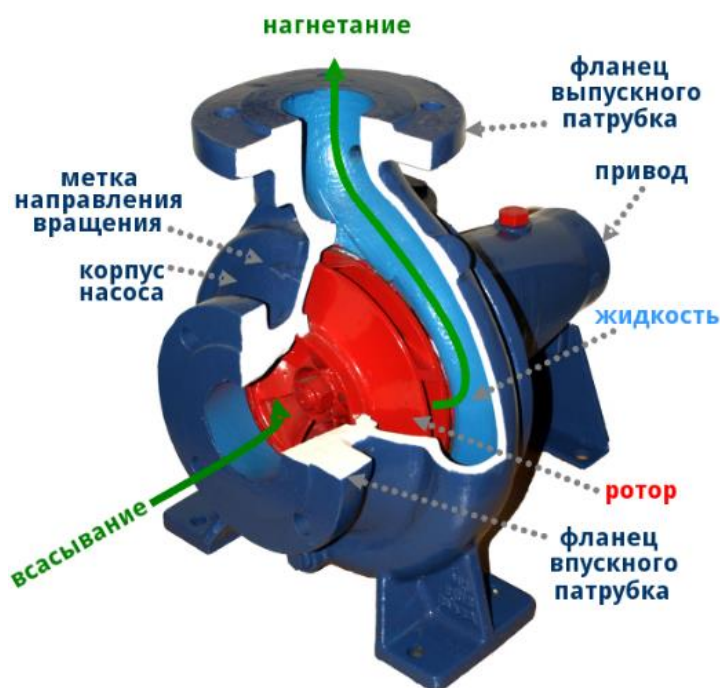


Рисунок 1 – Центробежный насос в разрезе

Основным элементом центробежного насоса является рабочее колесо (импеллер), расположенное внутри спирального корпуса (улитка), которое имеет лопасти, направленные в обратную сторону относительно вращению самого колеса. Импеллер устанавливается на вал, который соединен с приводом насоса. При старте работы агрегата рабочее колесо начинает вращаться, и жидкость через всасывающий патрубок поступает вдоль оси вращения колеса [3].

Под действием центробежной силы, жидкость перемещается по каналам между лопастями в радиальном направлении (от центра импеллера к его периферии) в спиральную камеру корпуса насоса, а затем и в нагнетательный патрубок насоса. На периферии рабочего колеса располагается зона повышенного давления. В центре же давление понижено, что обеспечивает постоянное поступление жидкости в насос [3].

В дипломном проекте мы рассмотрим подачу мазута через насосный агрегат З-АНГК-38.400/75.76УТТЗ.Ф.160-У2 (рисунок 2) на эстакаду ж/д налива.



Рисунок 2 – Насосный агрегат серии З-АНГК

Технологический процесс, который представлен на рисунке 3, подразумевает под собой подачу мазута до насосного агрегата, а затем на ж/д эстакаду.

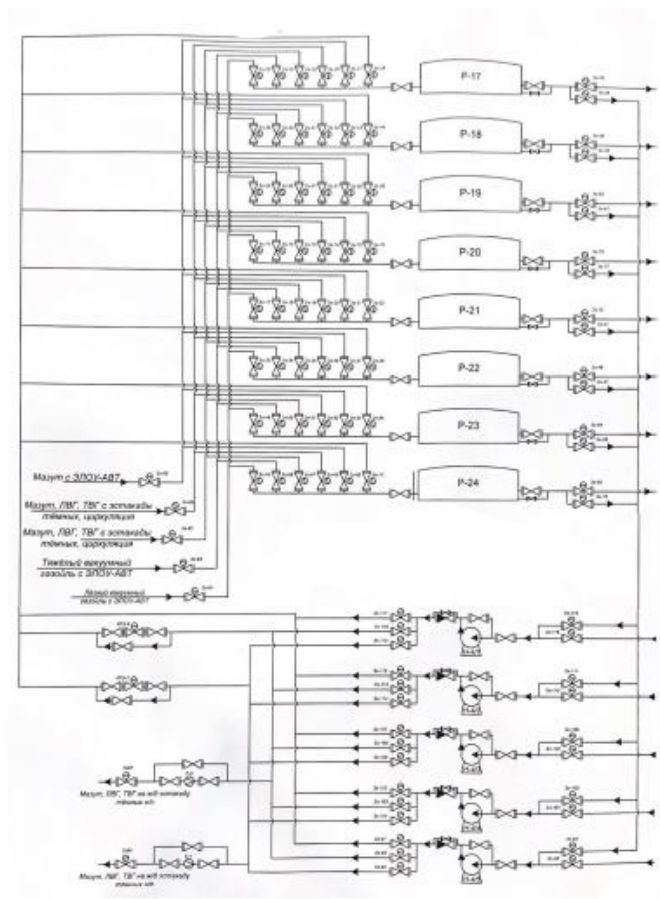


Рисунок 3 – Принципиальная схема технологического процесса

Для того чтобы начать, налив железнодорожных цистерн мазутом, необходимо собрать схема перекачки мазута из резервуара через насос на ж/д эстакаду. Мазут из резервуара для хранения нефтепродукта по трубопроводу, линии МТ-1,2, поступает на линию всасывания насосного агрегата (Н 4-1,2,3). После запуска насосного агрегата, мазут поступает в нагнетательный трубопровод, по которой отправляется на ж/д эстакаду.

Подача мазута на ж/д эстакаду осуществляется тремя насосных агрегата, расположенными в общем укрытии насосной. Для увеличения напора на выходе насосы соединяют последовательно, чтобы при одной и той же подаче напоры, создаваемые насосами, суммировались и налив происходил быстрее. Обвязка насосов обеспечивает непрерывную работу, при выходе в резерв любого из агрегатов. На всасывании и нагнетании каждого насоса установлена задвижка, а параллельно насосу - обратный клапан.

Для поддержания рабочей температуры двигателя и уменьшения трения подшипников предусмотрена система смазки. Для охлаждения торцевого уплотнения предусмотрено СБТУ. Охлаждающая жидкость подается из бочка к торцевому уплотнению. От уплотнения по сливному трубопроводу охлаждающая жидкость сливается в бочок, где происходит охлаждение.

2.2 Структурная схема АС

Объектом управления является насосный агрегат. Управление технологическим процессом сводится к поддержанию требуемого расхода мазута в трубопроводе. Централизованное управление реализуется запуском электродвигателя. Управление на полевом уровне заключается в контроле заполнения трубопровода и регулировании расхода на выходе насосного агрегата.

Нижний уровень (полевой) состоит из первичных датчиков (измерительных преобразователей), осуществляющий сбор информации о параметрах технологического процесса, и исполнительных устройств, которые реализует регулирующее и управляющее воздействия. Исполнительным устройством являются электропривод насосного агрегата.

Средний уровень (контроллерный) состоит из ПЛК, который осуществляет:

- исполнение команд верхнего уровня;
- обмен информацией с верхним уровнем;
- сбор и первичную обработку информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое регулирование.

Верхний уровень (информационно-вычислительный) состоит из компьютера, который соединен с ПЛК сетью Ethernet, в качестве передающей среды используется медная витая пара. Разработанная трехуровневая архитектура представлена в приложении А.

2.3 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации (ФСА) показывает основные технические решения, принимаемые при проектировании систем автоматизации технологического процесса.

ФСА является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений [4].

Разработаны функциональные схемы автоматизации согласно ГОСТ 21.208-2013, представленная в приложении Б.

2.4 Разработка схемы информационных потоков

Схема информационных потоков, которая приведена в приложении В, представлена тремя уровнями сбора и хранения информации:

- нижний уровень (сбор и обработка);
- средний уровень (текущее хранение);
- верхний уровень (архивное хранение).

Рассмотрим каждый из уровней подробнее. На нижнем уровне происходит сбор данных с датчиков, как правило, собираются аналоговые и дискретные сигналы, а также данные о вычислении и преобразовании.

Средний уровень является маршрутизатором информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к экранным формам АРМ. На данном уровне ПЛК формирует пакетные данные и отправляет их на верхний уровень к SCADA-системам.

Верхний уровень представляет базу данных АСУ ТП. Информация на

данном уровне отображается в виде экранных форм или мнемосхем, которые видит оператор на своём мониторе. На форме выводятся различные информационные и управляющие элементы, а также отчеты.

Для того чтобы идентифицировать элементы для контроля и управления используются идентификаторы (шифры). Структура идентификатора имеет вид: AAA_BBBB_CCC.

AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

- PRS – давление;
- TMP – температура;
- LVL – уровень;
- PRD – перепад давления;
- VLT – напряжение;
- CUR – ток;
- VIB – вибрация;
- FLW – расход.

BBBB – код технологического аппарата, максимум 4 символа, может принимать следующие значения:

- FTR1 – фильтр мазута;
- DCL1 – линия всасывания;
- PMP1 – насос;
- ELM1 – электродвигатель;
- MTR1 – привод насоса;
- DCL2 – линия нагнетания;
- TNK1 – СБТУ.

CCC – уточнение, 3 символ, может принимать следующие значения:

- PET – мазут;
- OIL – охлаждающая жидкость;
- SUP – питающая сеть.

Кодировка тэгов показана в таблице 1.

Таблица 1 – Кодировка тэгов

Кодировка	Расшифровка
PRD _ FTR1 _ PET	Перепад давления на фильтре
FLW _ DCL1 _ PET	Расход мазута на входе
VLT _ CHP1 _ SUP	Напряжение фазное двигателя
VIB_PMP1_PET	Вибрация насоса
VIB_ELM1_SUP	Вибрация электродвигателя
CUR _ CHP1 _ SUP	Ток фазовый двигателя
TMP _ DCL1 _ PET	Температура мазута
PRS _ PMP1 _ PET	Давление на входе насоса
PRS _ PMP1 _ PET	Давление на выходе насоса
FLW _ DCL2 _ PET	Расход нефти на выходе
TMP _ PMP1 _ OIL	Температура подшипников насоса
TMP _ MTR1 _ OIL	Температура подшипников электропривода
TMP _ TNK1_OIL	Температура охлаждающей жидкости в СБТУ
LVL _ TNK1_OIL	Уровень охлаждающей жидкости в СБТУ

Верхний уровень представлен базой данных КИС и базой данных АСУ ТП. Информация для специалистов структурируется наборами экранных форм АРМ. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы. На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате XML. Генерация отчетов выполняется по следующим расписаниям:

- каждый четный / нечетный час (двухчасовой отчет);
- каждые сутки (двухчасовой отчет в 24.00 каждых суток);
- каждый месяц;
- по требованию оператора (оперативный отчет). Отчеты формируются по заданным шаблонам:
- сводка по текущему состоянию оборудования;
- сводка текущих измерений.

Историческая подсистема АС сохраняет информацию изменений технологических параметров для сигналов с заранее определенной детальностью. Сохранение данных в базе данных происходит при помощи модуля истории Simplight History. Данные, хранящиеся более трех месяцев,

прореживаются для обеспечения необходимой дискретности.

2.5 Выбор средств реализации АС

Для реализации проекта АС необходимо выбрать программно-технические средства, также проанализировать их совместимость.

Программно-технические средства АС включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Сбором информации о технологическом процессе занимаются измерительные устройства, а исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

2.5.1 Выбор ПЛК

Произведем выбор контроллера из следующих видов: FDC 280, SIEMENS S7-300 CPU 314, DVP-SX2 (таблица 2) [5– 7].

Таблица 2 – Технические характеристики

Критерии выбора	FDC 280	SIEMENS S7-300 CPU 314	DVP-SX2
Напряжение питания	24 В	24 В	24 В
Дискретные входы	16 штук	16 штук	8 штук
Дискретные выходы	12 штук	16 штук	6 штук
Аналоговые входы	8 штук	–	4 штук
Аналоговые выходы	4 штук	–	2 штук
Интерфейсы	RS-232, RS-485, Ethernet	RS-485	RS-232, RS-485
Диапазон температур	(минус 40 – 55) °C	(0 – 60) °C	(0 – 55) °C

Контроллер DVP-SX2 имеет недостаточное количество входов, в связи с этим необходимо использовать модули расширения входов. Также контроллер может работать только при положительной температуре, как и SIEMENS S7-300 CPU 314, к тому же контроллер фирмы SIEMENS имеет высокую стоимость и не содержит аналоговых входов и выходов.

Таким образом, будем использовать контроллер FDC 280 (рисунок 4).



Рисунок 4 – Контроллер FDC 280

Фирма Foxbogo занимается разработкой контроллеров систем автоматизации, контрольно-измерительных приборов, программных средств. Продукция компании используется в различных отраслях промышленности, в том числе и нефтехимической [5].

2.5.2 Выбор устройств измерения

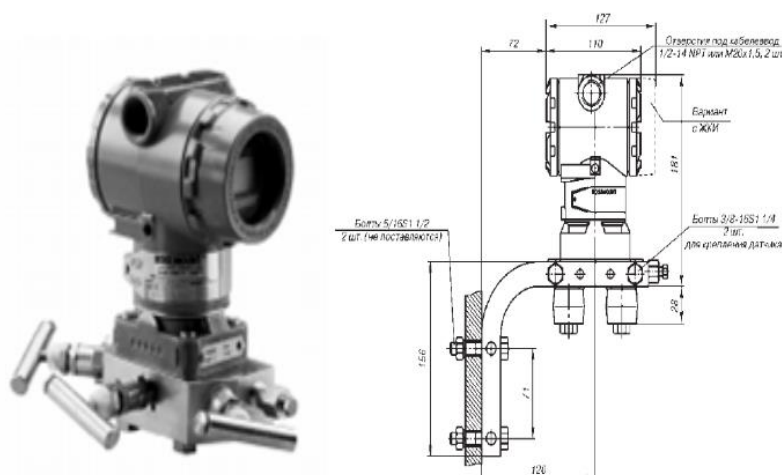
В ходе технологического процесса и диагностики электроавтоматики в соответствии с ТЗ предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом (4-20) мА и обменом данными в соответствии со спецификацией HART, при этом подбор необходимо вести для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями.

2.5.2.1 Датчики давления

Для задачи измерения давления проведем сравнительный анализ

следующих датчиков: ДМ5007Ех, Метран-150ТА, и зарубежным Rosemount 3051С. Параметры датчиков сведены в таблицу 3 [8 – 10].

Критерий выбора	ДМ5007Ех	Метран-150ТА	Rosemount 3051С
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазон измерений	(0 – 16) МПа	(0 – 16) МПа	(0 – 27,58) МПа
Предел допустимой погрешности	± 0,25 %;	± 0,075 %;	± 0,065 %
Выходной сигнал	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА
Взрывозащищенность	+	+	+
Температура окружающей среды	(минус 55 – 70) °С	(минус 55 – 80) °С	(минус 57 – 85) °С
Средний срок службы	8 лет	12 лет	15 лет
Напряжение питания	(17 – 42) В	(12 – 42) В	(10,5 – 55) В



Датчик давления состоит из сенсорного модуля и электронного преобразователя. В состав сенсора входит измерительный блок и плата аналого-

цифрового преобразования (АЦП). Давление среды в камере измерительного блока деформирует чувствительный элемент, что приводит к изменению электрического сигнала. Чувствительным элементом выступает емкостная измерительная ячейка. Емкостную ячейку изолируют электрически, механически и термически от окружающей и измеряемой сред. Измеряемое давление передается через разделительные мембраны и разделительную жидкость к измерительной мембране, расположенной в центре емкостной ячейки.

Воздействие давления среды приводит к изменению положения измерительной мембраны, в следствии чего появляется разность емкостей между измерительной мембраной и пластинами конденсатора, расположенным по обеим сторонам от измерительной мембраны. Разность емкостей измеряется и преобразуется электронным преобразователем в выходной сигнал [10].

2.5.2.2 Выбор датчика температуры

Для измерения температуры воды и масла проведем сравнительный анализ следующих датчиков: Метран-281, ТСПУ – 1187 и зарубежный Rosemount 248. Результаты сравнения сведены в таблице 4 [11-13].

Таблица 4 – Обзор датчиков температуры

Критерии выбора	Метран-281	Rosemount 248	ТСПУ - 1187
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Температура окружающей среды	(минус 50 – 85) °C	(минус 40 – 85) °C	(минус 50 – 85) °C
Диапазон пределов измерений	(минус 50 – 500) °C	(минус 200 – 300) °C	(0 – 300) °C
Предел допустимой погрешности	± 0,4 %	± 0,25 %	± 0,1 %
Напряжение питания	(18 – 42) В	(18 – 42) В	(12 – 42) В
Выходной сигнал	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА
Взрывозащищенность	+	+	+
Средний срок службы	3 года	5 лет	2 года

Для измерения температуры мазута выберем датчик Rosemount 248 (рисунок 6). Данный температурный преобразователь имеет значительный срок службы по сравнению с двумя другими, 5 лет. К тому же, у него высокая точность и широкий диапазон температур окружающей среды, при которой он будет эффективно работать. Имеется возможность передавать сигнал по HART протоколу. Диапазон измеряемых температур лежит в узком пределе, что соответствует условиям использования, а значит, точность измерения будет выше [13].

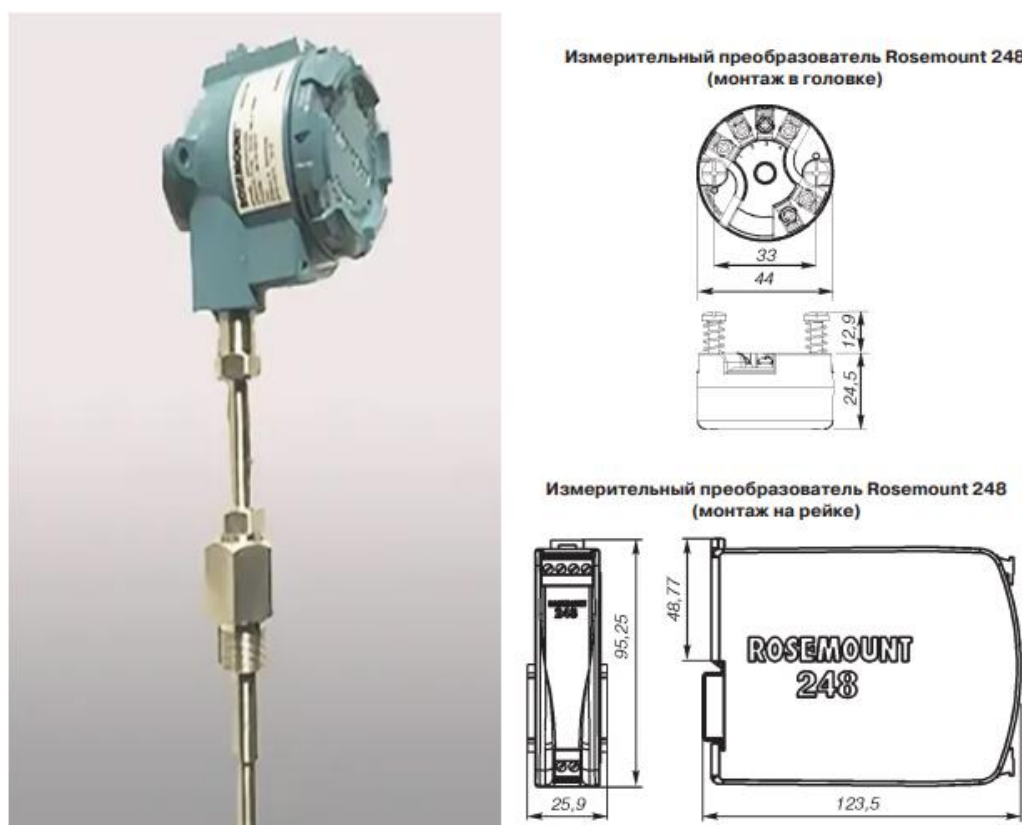


Рисунок 6 – Датчик температуры Rosemount 248

Температурный преобразователь состоит из чувствительного элемента (медного, платинового) и измерительного преобразователя с выходным сигналом (0-5) мА или (4-20) мА. Измеряемая температура преобразуется в изменение омического сопротивления терморезистора, размещенного в термозонде. Измерительный преобразователь преобразует напряжение, возникающее на термочувствительном элементе, в токовый выходной сигнал [13].

2.5.2.3 Выбор датчика вибрации

В качестве датчика вибрации будем использовать АВ-320FRM (рисунок 7), или пьезоэлектрический виброизмерительный преобразователь, разработан для измерения параметров вибрации промышленного оборудования. Обладает уникальными характеристиками и способен работать без усилителя на линию длиной до 100 м [14].

Таблица 5 – Технические характеристики датчика вибрации АВ-320FRM

Техническая характеристика	
Крепление	Магнитное
Диапазон рабочих частот	(2 – 1000) Гц
Пред. рабочее вибрационное ускорение	100 м/с ²
Номинальный коэффициент преобразования по заряду по напряжению	10 пКл·м/с ² 1 мВ·м/с ²
Диапазон рабочих температур	(минус 60 – 150) °С
Маркировка взрывозащиты	0ExiaIICT6



Рисунок 7 – Датчик вибрации АВ-320FRM

2.5.2.4 Выбор уровнемера

Для задачи измерения уровня проведем сравнительный анализ следующих датчиков уровня: Сапфир-22МП-ДУ 2620, Метран-249, Rosemount 2120. Сравнение уровнемеров приведено в таблице 6 [15-17].

Таблица 6 – Обзор уровнемеров

Критерии выбора	Сапфир -22МП-ДУ 2620	Метран-249	Rosemount 2120
1	2	3	4
Измеряемая среды	Жидкость	Жидкость	Жидкость

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
Диапазон измеряемых уровней	(0 – 10) м	—	(0 – 10) м
Предел допускаемой погрешности	$\pm 0,25 \%$	$\pm 0,25 \%$	$\pm 0,25 \%$
Выходной сигнал	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА
Взрывозащищенность	+	+	+
Температура окружающей среды	(минус 50 – 80) °С	(минус 40 – 80) °С	(минус 50 – 80) °С
Измерение уровня раздела двух сред	да	да	да

В качестве уровнемера будем использовать датчик уровня Rosemount 2120 (рисунок 8). Преобразователь уровня Rosemount 2120 является современным прибором с улучшенными метрологическими и эксплуатационными характеристиками по сравнению с существующими приборами Сапфир-22МП-ДУ. Он имеет наилучший диапазон температур и высокую точность [16].

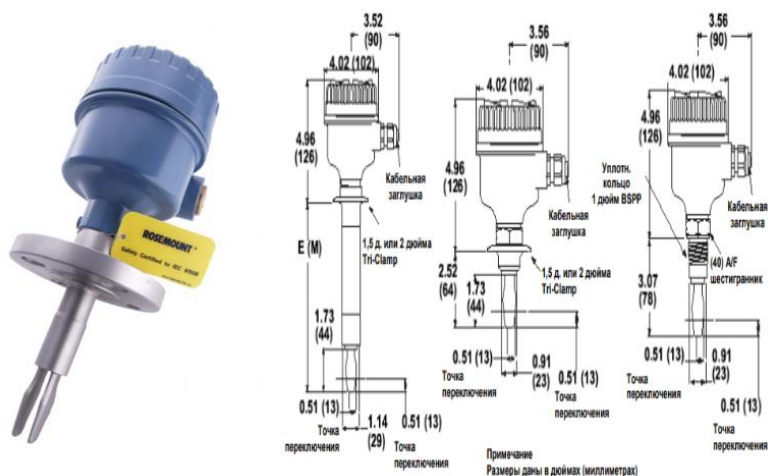


Рисунок 8 – Датчик уровня Rosemount 2120

Датчик уровня Rosemount 2120 работает по принципу камертона. Пьезоэлектрический кристалл возбуждает колебания камертонной вилки с собственной частотой. Изменение этой частоты непрерывно отслеживается. Частота колебаний сенсора с вибрационной вилкой изменяется в зависимости от среды, в которую он погружен. Чем плотнее жидкость, тем ниже частота. Если

устройство используется как сигнализатор нижнего предельного уровня, изменение собственной частоты происходит, когда жидкость в сосуде опускается ниже уровня вилки. Электронный модуль обнаруживает это изменение и переключает состояние на выходе. Если устройство используется как сигнализатор верхнего предельного уровня, жидкость поднимается в резервуаре, контактирует с колебательной вилкой, после чего происходит переключение состояния на выходе [16].

2.5.2.5 Выбор расходомера

В качестве расходомеров были выбраны расходомеры KOBOLD TME-R, Promass 80/83 E, МИР-01, TRICOR предназначенные для измерения расхода жидкости, газа, пара в системах автоматического, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности. В таблице 7 приведены сравнительные характеристики расходомеров [18-21].

Таблица 7 – Сравнение технических характеристик расходомеров

Техническая характеристика	KOBOLD TME-R	Promass 80/83 E	МИР-01	TRICOR
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	$\pm 0,5 \%$	$\pm 0,75 \%$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 0,1 \%$
Выходной сигнал	(4 – 20) мА/ HART	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА/ HART	(4 – 20) мА/ HART
Протоколы связи с компьютерной средой	HART, Modbus, FOUNDATION fieldbus	Modbus	HART, Modbus	HART, Modbus
Средняя наработка на отказ	150000 часов	150000 часов	140000 часов	140000 часов
Межповерочный интервал	4 года	4 года	4 года	4 года

Из таблицы 7 видно, что относительная погрешность кориолисовых расходомеров TRICOR, меньше, из-за этого для измерения расхода будем их (рисунок 9).



Рисунок 9 – Кориолисовый расходомер TRICOR

Кориолисовые расходомеры серии TRICOR предназначены для измерений массового расхода различных жидкостей. Особенно хорошо расходомер подходит для измерений расхода лаков, химических жидкостей, горючих веществ, эпоксидных компонентов, а также для агрессивных и загрязненных сред [21].

Особенности:

- Высокая точность измерений расхода: $\pm 0,1 \%$;
- Измерение массового расхода, а также объемного расхода, плотности и температуры;
- Применяется для любых жидкостей;
- Хорошо промывается;
- Индивидуальная калибровка по 5 контрольным точкам с протоколированием;
- HART-протокол (опция), Foundation Fieldbus (опция);
- Программное обеспечение дистанционного управления для Windows XP и Vista;

- Рабочая среда: температура до 200 °С, давление до 100 бар (по заказу до 350 бар);
- Улучшенный пользовательский интерфейс [21].

Расходомеры этого типа измеряют одновременно расход массы, расход объема, температуру и плотность.

Благодаря конструкции без «мертвых» зон, расходомер хорошо промывается и стерилизуется. TRICOR расходомеры не содержат подвижных частей и поэтому хорошо работают с загрязненными средами. В зависимости от задач, расходомеры могут поставляться в виде компактной версии с установленным или выносным электронным блоком с кабелем длиной до 30 м.

Для компактной версии имеется выносной дисплей (TRD 8001), который может применяться с кабелем длиной до 1000 метров [21].

2.5.3 Выбор исполнительных механизмов

Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – поддержания заданного расхода.

В качестве исполнительных механизмов будем использовать насос с частотным преобразователем и насос маслосистемы.

2.5.3.1 Выбор насосного агрегата

Для подачи мазута на ж/д эстакаду будем использовать насос типа З-АНГК с электродвигателем АВ 280 L4 У2,5. Агрегаты типа З-АНГК представляют собой центробежные насосы для перекачивания химически жидкостей с температурой от (минус 40 – 180) °С. Для изготовления этих

насосов используют коррозионно-устойчивую сталь, которая гарантирует долговечность насоса. Характеристики насосного агрегата приведены в таблице 8 [22].

Таблица 8 – Технические характеристики насосного агрегата 3-АНГК-38.400/75.76УТТЗ.Ф.160-У2

Технические характеристики	
Напор	80 м
Подача номинальная	360 м ³ /ч
Мощность насоса	135,16 кВт
КПД	62,5 %
Мощность электродвигателя	160 кВт
Напряжение номинальное	380 В
Частота вращения номинальная	1500 об/мин

2.5.3.2 Выбор преобразователя частоты

Для регулирования скорости вращения двигателя проведем сравнение параметров следующих частотных преобразователей: Эратон-В, ВПЧА-Т-06/192-УХЛ4, СТА-В9 HVI (таблица 9) [23 – 25].

Таблица 9 – Сравнение параметров преобразователей частоты

Критерии выбора	Эратон-В	ВПЧА-Т-06/192-УХЛ4	СТА-В9 HVI
Применение	Синхронный и асинхронный двигатель	Асинхронный двигатель	Синхронный и асинхронный двигатель
Выходное напряжение, кВ	3, 6, 10	3, 6, 10	3, 6, 10
Выходная частота, Гц	(0 – 50)	(0 – 80)	(0 – 50)
Мощность, кВт	1600	1600	1600
КПД, %	97	96	96
Входной сигнал	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА Modbus RTU	(4 – 20) мА Modbus RTU
Выходной сигнал	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА Modbus RTU	(4 – 20) мА Modbus RTU

Для регулирования скорости вращения двигателя используем преобразователь частоты СТА-В9 (рисунок 10). Данный преобразователь подходит для асинхронного двигателя и имеет аналоговое и цифровое управление [25].



Рисунок 10 – Преобразователь частоты СТА-В9

Подключение частотного преобразователя осуществляется без внешних трансформаторов, что является экономичным с точки зрения потери энергии. В преобразователе частоты встроена защита от перегрузки по току и напряжению и перегрузки электродвигателя, защита от короткого замыкания.

2.5.3.3 Выбор охлаждения торцевого уплотнения

Охлаждение торцевого уплотнения насоса обеспечивается жидкостью, которая находится в СБТУ. Охлаждение жидкости воздушное. Жидкость подается из СБТУ через патрубки в торцевое уплотнение. Обратно в СБТУ жидкость сливается самотеком [26].

Для охлаждения используем бачок торцевого уплотнения СБТУ2 (рисунок 11).



Рисунок 11 – Бачок торцевого уплотнения СБТУ2

Неразборный бачок торцовых уплотнений со змеевиковым теплообменником, оснащенный стеклянным визуальным указателем уровня, предназначенный для использования с торцовыми уплотнениями. В таблице 10, указаны оборудования и приборы, а также их назначения для обеспечения работоспособности торцевого уплотнения [26].

Таблица 10 – Оборудование и приборы, применяемые для систем обеспечения работоспособности торцевого уплотнения

Наименование	Марка	Назначение
1	2	3
Манометр показывающий	Манометр 111.10.100 (0–10) кгс/см ² M20x1,5	Визуальный контроль параметров затворной жидкости торцевого уплотнения
Термометр биметаллический	Термометр бимет. тип 50 МОД А 50.10.063, (A5000)	Визуальный контроль параметров затворной жидкости торцевого уплотнения
Клапан запорный игольчатый	Клапан запорный DIN16271 M20x1,5 лат	Подключение, отключение приборов контроля давления, сброс давления
Термопреобразователь сопротивления с унифицированным сигналом	ТСПУ Метран-276	Автоматический контроль параметров затворной жидкости торцевого уплотнения

Продолжение таблицы 10

1	2	3
Датчик давления	Метран 55-ДИ-ЕХ	Автоматический контроль параметров затворной жидкости торцового уплотнения
Сигнализатор уровня	СЖУ-1	Автоматический контроль параметров затворной жидкости торцового уплотнения
Блок питания	PSM/4R-36-24	Служит для питания СЖУ-1, Метран 55 и ТСПУ Метран-276
Промежуточное реле	Рэк 78/4	Включение, выключение подключенной цепи
Реле времени	ВЛ-60Е	Задержка автоматического отключения агрегата на время, достаточное для перехода на резерв

2.6 Разработка схемы внешних проводов

В процессе выполнения работы, была разработана схема внешних проводов, она приведена в приложении Г. На схеме показаны проводки следующих датчиков: датчиков давления, датчиков температуры, датчиков вибрации, уровнемера, датчиков расхода. Для передачи сигналов был выбран кабель КВБбШвнг (рисунок 12) [27].

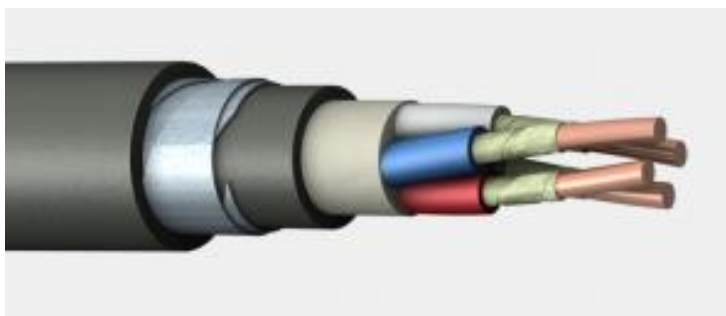


Рисунок 12 – кабель КВБбШвнг

Расшифровка аббревиатуры кабеля КВБбШвнг:

- (К) Кабель контрольный;
- (В) Изоляция жил из поливинилхлоридного пластиката;
- (Б) Броня из двух стальных лент;
- (б) Без подушки, которая является внутренней частью защитного покрова, наложенная под броней с целью предохранения находящегося под ней элемента от коррозии и механических повреждений лентами или проволоками брони;
- (Швнг) Защитный покров в виде выпрессованного шланга из поливинилхлоридного пластиката пониженной горючести.

Кабели КВБбШвнг предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В номинальной частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В, для прокладки в помещениях, каналах, туннелях, земле (траншеях), в том числе в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям [27].

Таблица 11 – Технические характеристики КВБбШвнг

Наименование	КВБбШвнг
Номиналь напряжение	660 В
Диапазон рабочих температур	(минус 50 – 50) °С
Минимальная температура монтажа	минус 7 °С
Максимальная температура жилы	70 °С
Срок службы: – в грунте – в помещении	15 лет 25 лет

2.7 Разработка алгоритмов управления

В автоматизированных системах используются различные алгоритмы, такие как:

- алгоритмы запуска / останов технологического оборудования;
- ПИД-алгоритм, для автоматического регулирования технологических параметров;
- алгоритмы централизованного управления.

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

2.7.1 Разработка алгоритма пуска

Данный алгоритм запускает насосный агрегат.

Алгоритм состоит из следующих шагов:

1. Проверка поступления команды от оператора, если нет, то ничего не происходит.
2. Проверяется давление всасывающей линии (наличие мазута), если оно не в норме, то выдается сообщение о пониженном давлении.
3. Проверяется уровень охлаждающей жидкости в СБТУ, если он не в норме, то выдается сообщение о пониженном уровне охлаждающей жидкости в СБТУ.
4. Проверяется температура подшипников электродвигателя, если она не в норме, то выдается сообщение о повышенной температуре привода.
5. Проверяется температура подшипников насоса, если она не в норме, то выдается сообщение о повышенной температуре насоса.
6. Проверяется перепад давления на фильтре, если он не в норме, то выдается сообщение о загрязнении фильтра.
7. Команда на запуск электродвигателя насосного агрегата.

Блок-схема данного алгоритма показана в приложении Д.

2.7.2 Разработка алгоритма останова

Данный алгоритм останавливает насосный агрегат. Алгоритм состоит из следующих шагов:

1. Проверка поступления команды от оператора, если нет, то ничего не происходит.
2. Команда на электродвигатель для остановки.
3. Остановка насоса.

Блок-схема данного алгоритма показана в приложении Д.

2.7.3 Разработка алгоритма автоматического регулирования

2.7.3.1 Математическая модель системы

В качестве регулируемой величины выступает расход мазута в линии нагнетания. В качестве алгоритма регулирования используется ПИД-закон. Формирование управляющего сигнала осуществляется на основании суммы трёх составляющих сигнала рассогласования: пропорциональной, интегральной, дифференциальной.

Схема автоматического регулирования (рисунок 13) состоит из: задающего устройства (уставка), ПЛК (реализующий функцию ПИД-регулятора), преобразователя частоты (ПЧ), асинхронного двигателя, центробежного насоса, объекта управления (трубопровода), датчика расхода с масштабирующим звеном (является обратной связью).

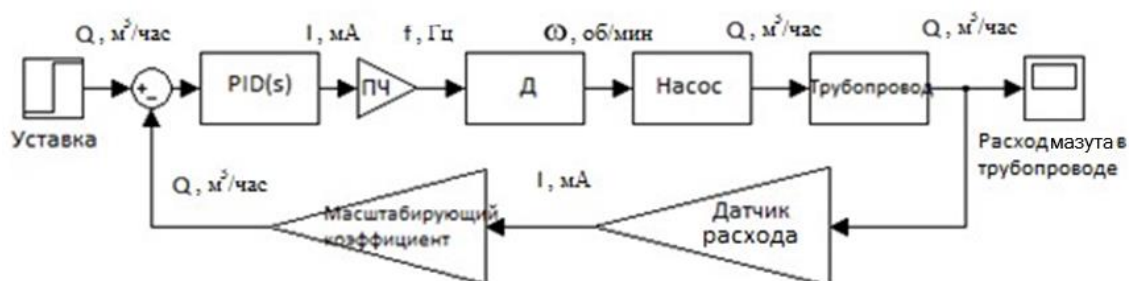


Рисунок 13 – Схема автоматического регулирования

Объектом управления является трубопровод. Оператор задает расход,

который необходимо поддерживать в трубопроводе. Это значение подается в ПЛК, где происходит сравнение его со значением текущего расхода, полученного с датчика. Затем происходит формирование выходного сигнала. Этот сигнал подается на частотный преобразователь для задания необходимой скорости двигателя.

Рассмотрим передаточные функции звеньев, входящих в данную модель. Преобразователь частоты формирует частоту для асинхронного двигателя, поэтому его передаточная функция будет определяться коэффициентом преобразования:

$$W_{пч} = \frac{f}{I} = \frac{50 \text{ Гц}}{16 \text{ мА}} = 3,125 \quad (1)$$

где $W_{пч}$ – передаточная функция преобразователя частоты;

f – выходная частота преобразователя частоты, Гц;

I – выходной токовый сигнал контроллера, мА.

Передаточную функцию асинхронного двигателя опишем апериодическим звеном первого порядка:

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

где $W_{дв}$ – передаточная функция двигателя;

$k_{дв}$ – коэффициент передачи двигателя, об/сек·Гц;

$T_{дв}$ – постоянная времени двигателя, с;

s – оператор Лапласа.

Коэффициент передачи двигателя определяется как отношение угловой скорости $\omega_{дв}$ к частоте преобразователя f :

$$k_{дв} = \frac{\omega_{дв}}{f} = \frac{1500 \text{ об/мин}}{50 \text{ Гц}} = 30 \quad (3)$$

Постоянную времени двигателя примем равной $T_{дв}$ равно 20 с и получим передаточную функцию двигателя:

$$W_{дв} = \frac{30}{20 \cdot s + 1} \quad (4)$$

Насос представляет из себя апериодическое звено, которое преобразует скорость вращения вала в энергию, сообщаемую перекачиваемой жидкости:

$$W_H = \frac{k_H}{T_H \cdot s + 1} \quad (5)$$

где W_H – передаточная функция насоса;

k_H – коэффициент передачи насоса, м³ · с/час · об.;

T_H – постоянная времени насоса, с.

Коэффициент передачи насоса определяется как отношение производительности (объем перекачиваемой жидкости в единицу времени) Q к скорости двигателя:

$$k_H = \frac{Q}{\omega_{дв}} = \frac{360}{1500} = 0,24 \quad (6)$$

Постоянную времени насоса примем равной T_H равно 18 с и получаем передаточную функцию:

$$W_H = \frac{0,24}{18 \cdot s + 1} \quad (7)$$

Передаточная функция трубопровода описывается апериодическим звеном первого порядка:

$$W_{тр} = \frac{k_{тр}}{T_{тр} \cdot s + 1} \quad (8)$$

где $W_{тр}$ – передаточная функция трубопровода;

$k_{тр}$ – коэффициент передачи трубопровода, МПа · час/м³;

$T_{тр}$ – постоянная времени трубопровода, с. Коэффициент определяются по формуле (9):

$$k_{тр} = \frac{Q}{P_{TP}} = \frac{360}{0.8} = 450 \quad (9)$$

где P_{TP} – давление в трубопроводе, МПа.

Постоянная времени трубопровода определяется по формулам (10-12):

$$T_{\text{тр}} = \frac{L}{v} \quad (10)$$

$$v = \frac{Q}{S} \quad (11)$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (12)$$

где L – длина участка трубопровода между точкой измерения и точкой регулирования;

v – скорость потока, м³/с ;

S – площадь сечения трубы, м;

d – диаметр трубы, мм.

Характеристики трубопровода приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристики трубопровода

Характеристика	Значение
Диаметр трубы, d	0,2 м
Объемный расход, Q	0,067 м ³ /с
Длина участка, L	50 м

Произведем необходимые расчеты:

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,04}{4} = 0,0314 \text{ м}^2 \quad (13)$$

$$v = \frac{0,067}{0,0314} = 2,13 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (14)$$

$$T_{\text{тр}} = \frac{50}{2,13} = 23,43 \text{ с} \quad (15)$$

Получаем передаточную функцию трубопровода:

$$W_{TP} = \frac{450}{23,43 \cdot s + 1} \quad (16)$$

Датчик расхода преобразует значение расхода в токовый сигнал.

Передаточная функция датчика будет выглядеть

$$W_{\text{др}} = \frac{I}{Q} = \frac{16 \text{ мА}}{360 \text{ м}^3/\text{ч}} = 0,0444 \quad (17)$$

где $W_{\text{др}}$ – передаточная функция датчика расхода.

Передаточная функция масштабирующего коэффициента будет обратной к передаточной функции датчика давление, т.к. с помощью данного

коэффициента ПЛК восстанавливает значение давления из токового сигнала:

$$W_{\text{масш}} = \frac{Q}{I} = \frac{360 \text{ м}^3/\text{ч}}{16 \text{ мА}} = 22,5 \quad (18)$$

где $W_{\text{масш}}$ – передаточная функция масштабирующего коэффициента.

Нашли передаточные функции всех элементов системы, кроме регулятора. Также необходимо учесть, что максимальная скорость, вращения двигателя равна 1500 об/мин., поэтому надо добавить ограничение на скорость. Для этого поставим в модели после двигателя звено ограничения.

Получаем математическую модель системы (рисунок 14).

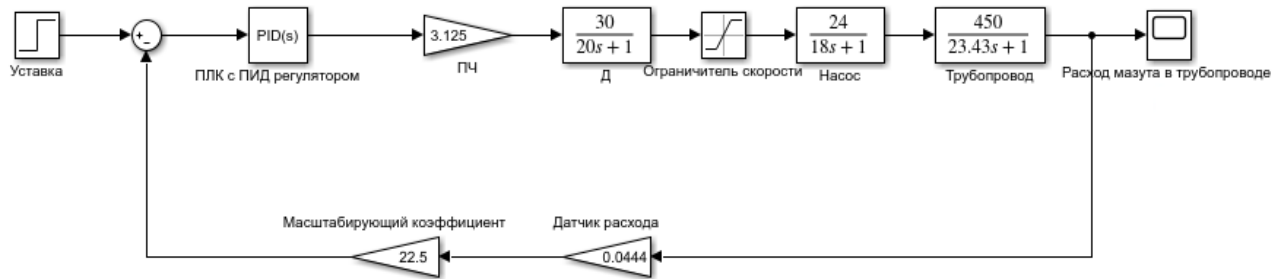


Рисунок 14 – Математическая модель системы автоматического регулирования

2.7.3.2 Настройка регулятора

Настройка регулятора проводилась с помощью метода Циглера-Никольса и с помощью ручной настройки. Отключили интегральную и дифференциальную составляющие регулятора и увеличили пропорциональную составляющую до тех пор, пока система не вышла на колебательный режим с постоянной амплитудой (рисунок 15), при этом отключили звено ограничения [28].



Рисунок 15 – Переходный процесс с постоянной амплитудой

Система вышла на данный режим при коэффициенте усиления равном 0,55. Период колебаний равен 70 секунд.

Рассчитаем параметры регулятора [28]:

$$k_{\pi} = 0,6 K^* = 0,33; \quad (19)$$

$$k_{\text{и}} = 1,2 K^*/T^* = 0,01; \quad (20)$$

$$k_{\text{д}} = 0,075 K^* \cdot T^* = 2,89; \quad (21)$$

где: k_{π} – пропорциональный коэффициент;

$k_{\text{и}}$ – интегральный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – дифференциальный коэффициент;

K^* – коэффициент усиления при колебательном режиме;

T^* – период колебания при колебательном режиме.

Подставив коэффициенты, получаем переходный процесс (рисунок 16).
Время переходного процесса равно 189 секунд, перерегулирование равно 60 %.
Таким образом, данный метод недостаточно хорош для настройки.

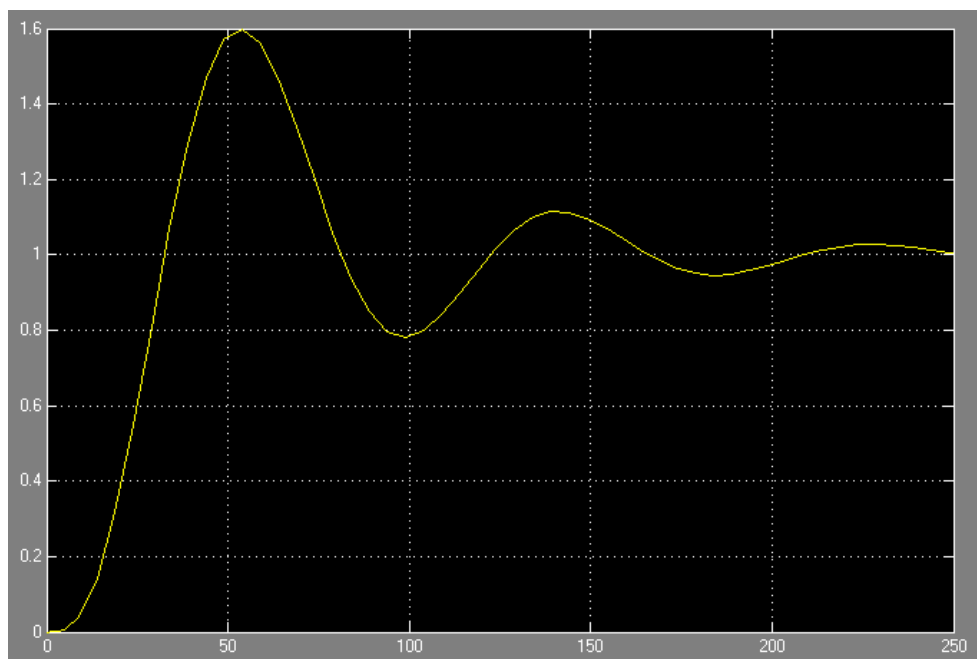


Рисунок 16 – Переходный процесс по методу Циглера- Никольса

Проведем подгонку коэффициентов вручную, исходя из полученных методом Циглера-Никольса. При изменении k_n качество переходного процесса не улучшалось, а уменьшение интегрального коэффициента значительно улучшило переходный процесс. При уменьшении k_i до 0,003 и увеличении k_d до 5,3 получили наилучший переходный процесс без перерегулирования и с временем переходного процесса 43 секунды (рисунок 17).

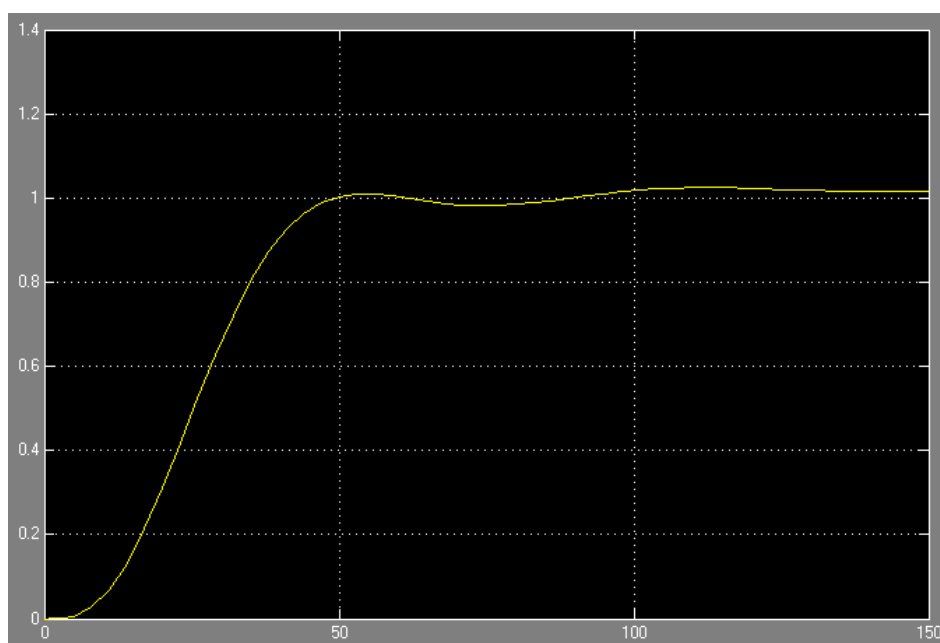


Рисунок 17 – Переходный процесс по ручной настройке регулятора

Сравнение показателей качества представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Коэффициенты регулятора и сравнение показателей качества при различных методах настройки регулятора

Параметры	Метод Циглера-Никольса	Ручная подстройка
k_p	0,33	0,33
k_i	0,01	0,003
k_d	2,89	5,3
t_{per}, c	189	43
$\sigma, \%$	60	0

Из таблицы видно, что наилучшим способом является ручная настройка. Введение регулятора и настройка коэффициентов по методу Циглера – Никольса значительно уменьшило время переходного процесса, но появилось перерегулирование. Ручной настройкой удалось избавиться от перерегулирования и при этом понизить время переходного процесса в четыре раза.

2.8 Разработка SCADA-системы

Процесс разработки SCADA-систем включает в себя следующие операции:

- разработка графического интерфейса (графики, всплывающие окна, мнемосхемы, таблицы, элементы ввода команд оператором и прочее);
- процесс отладки алгоритмов работы системы промышленной автоматизации АСУ ТП. В большинстве SCADA-систем отладку можно выполнить двумя вариантами – в режиме эмуляции оборудования или при подключенном оборудовании;
- произведение настройки систем промышленной коммуникации (модемов, промышленных сетей и коммуникационных контроллеров);
- процесс создания баз данных с дальнейшим подключением к ним SCADA-системы.

SCADA-система должна выполнять следующие задачи:

- осуществление взаимодействия с оператором (представление визуальной информации, трансляция системе команд оператора);
- оказание помощи оператору в процессе выработки необходимого решения (выполнение функций экспертной системы);
- автоматическое сигнализирование об аварии и случившихся критических ситуациях;
- вывод на пульт оператора информации о состоянии процесса;
- ведение журнала событий;
- поиск и извлечение архивной информации, и предоставление её оператору в удобном для него варианте;
- создание отчетов (графики смены операторов, таблицы температур, перечень необходимых действий оператора в определенной ситуации и прочее);
- учет наработки технологического оборудования.

В соответствии с вышеописанными задачами была разработана мнемосхема управления насосным агрегатов, скриншот мнемосхемы представлен на рисунке 18.

На данной схеме показаны:

- насосный агрегат, с показаниями датчиков КИПиА;
- СБТУ, с показаниями датчиков КИПиА;
- задвижки, с цветовым обозначения.

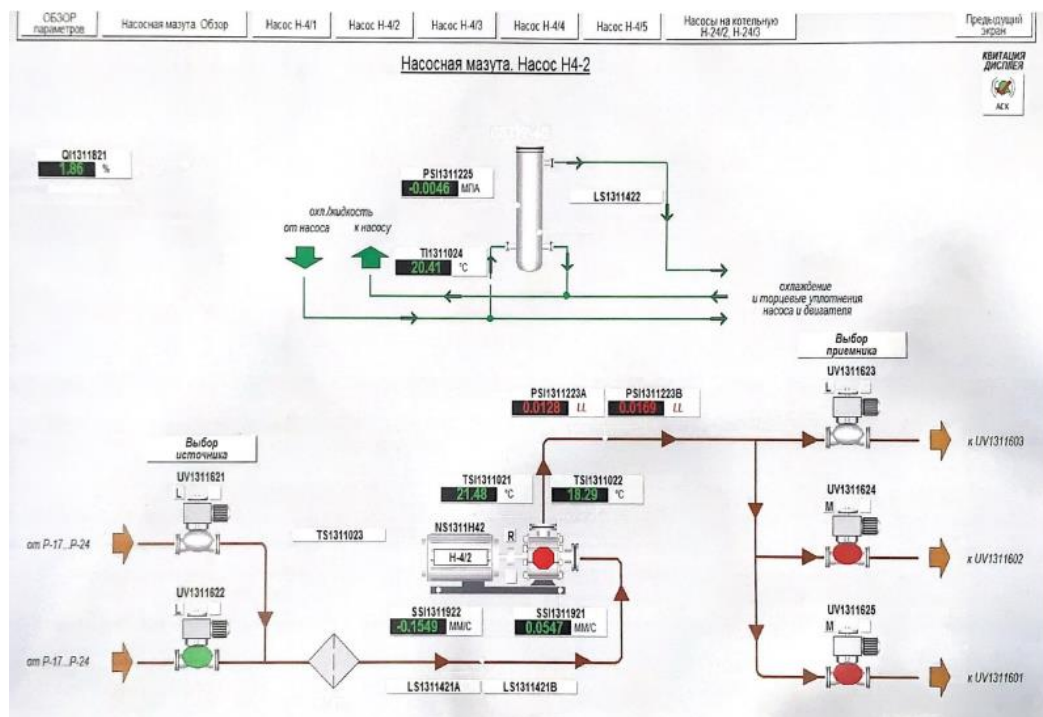


Рисунок 18 – Скриншот мнемосхемы АСУ ТП

Дистанционное управление насосом с АРМ оператора осуществляется при нажатии на условные изображения элементов на мнемосхеме. Также на мнемосхеме выводиться информация о значении контролируемых параметров. При открытии задвижек и включении насоса на их условном обозначении загорается сигнализирующая индикация.

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

В ВКР рассматривается проектирование автоматизированной системы управления технологическим процессом управления насосным агрегатом на нефтеперерабатывающем заводе «Яйский НПЗ». Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. Объектом исследования будет выступать рабочее место сотрудника отдела автоматизации технологических процессов.

Цель работы: удешевить систему управления насосным агрегатом за счет использования более дешевого оборудования российского производства и тем самым избавиться от проблем закупки импортного оборудования.

3.1 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 14. В качестве конкурента для проектируемой автоматизированной системы управления (АСУ) насосным агрегатом рассматривается существующая система управления насосным агрегатом (конкурент).

Таблица 14 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкуренто-способность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _ф	К _к
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышение производительности насосного агрегата	0,1	5	4	0,5	0,4
Удобство в эксплуатации	0,06	4	4	0,24	0,24
Помехоустойчивость	0,06	4	4	0,24	0,24
Энергосбережение	0,05	4	5	0,2	0,25

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6
Надежность	0,1	5	4	0,5	0,4
Безопасность	0,1	4	4	0,4	0,4
Простота управления процессом	0,07	4	4	0,28	0,28
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности					
Конкурентоспособность	0,07	4	3	0,28	0,21
Уровень проникновения на рынок	0,04	2	4	0,08	0,16
Цена	0,1	3	3	0,3	0,3
Предполагаемый срок эксплуатации	0,2	5	4	1,0	0,8
Срок выхода на рынок	0,05	4	5	0,2	0,25
Итого	1	48	48	4,22	3,93

Существующая система управления представлена АО «Транснефть-Западная Сибирь» (конкурент). Компания имеет многопрофильную структуру бизнеса: разработка и производство оборудования, автоматизация и контроль технологических процессов, строительство зданий и сооружений.

Система управления данной компании уже представлена на рынке, следовательно, обладает высоким уровнем и хорошими условиям проникновения на рынок.

Недостатком существующей системы является использование старого оборудования, что сказывается на общем повышении производительности.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot b_i, \quad (22)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки;

B_i – вес показателя;

b_i – балл i -го показателя.

Опираясь на полученные результаты, можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки АСУ насосным агрегатом: повышение производительности насосного агрегата, повышение надежности,

конкурентоспособность, длительный срок эксплуатации. Проектирование системы будет направлено на достижение приведенных выше преимуществ.

3.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 15.

SWOT-анализ показывает, что на проект могут оказывать влияние ряд факторов. Также, таблица показывает способы предотвращения или решения возникших трудностей с проектированием системы.

Таблица 15 – SWOT-анализ

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
	С1. Развитая система обучения персонала	Сл1. Система принятия решений – централизованная, это мешает оперативно осуществлять производственные задачи
	С2. Современное высокотехнологичное оборудование	Сл2. Отсутствие мотивации обслуживающего персонала
	С3. Развитая социальная политика компании	Сл3. Отсутствие диалога между руководством и работниками
	С4. Расширенные направления деятельности	
	С5. Сертификация по современным международным стандартам систем менеджмента	

	С6. Инновационное производство по переработке сырья	
Возможности: В1. Лидирующая позиция на рынке Кузбасса В2. Высокий уровень качества продукции В3. Широкий экспортный потенциал В4. Участие в социальных благотворительных программах	Компания имеет отличные перспективы развития и выход на новый уровень. Необходимо и дальше расширять свой потенциал по производимой продукции, искать новые рынки сбыта и производить диверсификацию сбыта.	Руководству Яйского НПЗ необходимо предоставить на нижние уровни больше полномочий и возможностей для решения проблем местного характера так же это обеспечит диалог с обслуживающим персоналом что позволит поднять их мотивацию и личную заинтересованность в результате работы.
Угрозы: У1. Выход зарубежных компаний на рынок Кузбасса У2. Усиление позиций компаний-конкурентов. У3. Введение санкций против компании или руководства У4. Потеря зарубежных рынков сбыта	Предприятию не будет хватать сырья на переработку. Руководство не может повлиять на этот исход. Единственное возможное решение иметь необходимый запас нефти на некоторое время.	Провести опытно-наладочные работы и продемонстрировать успешность их функционирования. Проработать стратегию поощрения персонала, за перевыполнения плана. Улучшить качество переработки нефтепродукта, для получения топлива

У5. Отсутствие нужного количества сырья		стандарта Евро-5
---	--	------------------

Таким образом, определенные в ходе анализа сильные и слабые стороны Яйского НПЗ дают возможность определить те параметры, которые являются выигрышными, их нужно развивать и поддерживать на необходимом уровне, и параметры, улучшение которых может оптимизировать процессы совершенствования управления предприятием и свести к минимуму возможные аспекты ухудшения.

При SWOT-анализе Яйского нефтеперерабатывающего завода определены параметры и характеристики, которые могут привести к коммерческим рискам, в частности это централизованное принятие решений внутри компании и развивающаяся конкуренция на внешнем рынке. Руководству компании необходимо больше внимания уделять личной заинтересованности своего персонала. Расширять производство, и выходить на новые рынки. В первую очередь необходимо увеличить экспортную долю прибыли. Данный анализ может использоваться не только для оценки конкурентоспособности компании, а также для выбора стратегии развития.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках исследования определим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Сводная таблица перечня этапов, работ, оценки их выполнения и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, инженер
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, инженер
	3	Изучение существующих систем	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, инженер
Разработка системы и проектирование	5	Описание технологического процесса	Инженер
	6	Разработка структурной схемы	Инженер
	7	Разработка функциональной схемы автоматизации	Инженер
	8	Разработка схемы информационных поток	Инженер
	9	Выбор средств реализации	Инженер
	10	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	11	Разработка алгоритмов управления	Инженер
	12	Получение математической модели системы	Инженер
	13	Моделирование	Инженер
	14	Снятие характеристик с модели	Инженер
	15	Анализ данных	Инженер
	16	Разработка программы пуска/останова	Инженер
Оформление отчета	17	Составление пояснительной записки	Инженер

Выполнение ВКР сводится к выполнению четырех этапов (семнадцати работ). Роль руководителя необходима на начальных этапах. Далее необходимо определить трудоемкость выполнения работ для каждого участника.

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

$$t_{oji} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (23)$$

где t_{mini} – минимальная трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

t_{maxi} – максимальная трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.

Из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определим продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{oji}}{Ч_i} \quad (24)$$

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

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

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

Рассчитанные значения представлены в таблице 17.

3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения диаграммы Ганта, переведем длительность каждого из этапов работ в календарные дни:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (25)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (26)$$

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

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

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

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

№ ра б.	Трудоемкость работ						Ис пол нит ели	T_{pi} , раб. дн.		T_{ki} , кал. дн.	
	$t_{\min i}$ чел.-дни		$t_{\max i}$ чел.-дни		$t_{ож i}$ чел.-дни			И	Р	И	Р
	И	Р	И	Р	И	Р					
1	5	5	7	7	5,8	5,8	2	2,9	2,9	4	4
2	10	6	15	9	12	7,2	2	6	3,6	7	4
3	5	—	7	—	5,8	—	1	5,8	—	7	—
4	2	2	4	4	2,8	2,8	2	1,4	1,4	2	2
5	4	—	5	—	4,4	—	1	4,4	—	5	—
6	3	—	5	—	3,8	—	1	3,8	—	5	—
7	6	—	8	—	6,8	—	1	6,8	—	8	—
8	3	—	5	—	3,8	—	1	3,8	—	5	—
9	10	—	15	—	12	—	1	12	—	15	—
10	5	—	8	—	6,2	—	1	6,2	—	8	—
11	4	—	6	—	4,8	—	1	4,8	—	6	—
12	4	—	6	—	4,8	—	1	4,8	—	6	—
13	7	—	9	—	7,8	—	1	7,8	—	10	—
14	7	—	9	—	7,8	—	1	7,8	—	10	—
15	3	—	5	—	3,8	—	1	3,8	—	5	—
16	3	—	5	—	3,8	—	1	3,8	—	5	—
17	7	—	10	—	8,2	—	1	8,2	—	10	—
ИТОГО								94	7,9	118	10

На основании таблицы 17 построим диаграмму Ганта (таблица 18), представляющую из себя ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Таблица 18 – Календарный план-график

№ раб оты	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
			Февраль			Март			Апрель			Май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Руководитель, Инженер	4	■											
		4	■											
2	Инженер, Руководитель	7		■										
		4		■										
3	Инженер	7			■									
4	Руководитель, Инженер	2			■									
		2			■									
5	Инженер	5				■								
6	Инженер	5					■							
7	Инженер	8						■						
8	Инженер	5						■						
9	Инженер	15						■	■					
10	Инженер	8							■					
11	Инженер	6								■				
12	Инженер	6									■			
13	Инженер	10										■		
14	Инженер	10											■	
15	Инженер	5												■
16	Инженер	5												■
17	Инженер	10												■

Полученный календарный план позволяет вовремя подготовить каждый этап работы и выполнить поставленную задачу к необходимому сроку. При проектировании системы будем придерживаться разработанного плана.

3.4 Расчет материальных затрат НТИ

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды;

- прочие затраты;
- накладные расходы.

3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для расчета материальных затрат воспользуемся следующей формулой:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (27)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для научного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: ноутбук, мышь, принтер, печатная бумага, канцелярские товары (таблица 19).

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, Z_m , руб.
Канцелярские товары	Шт.	1	150	180
Печатная бумага	Пачка	1	250	300
Итого				480

Общая стоимость материальных затрат на проектирование системы равняется четыреста восемьдесят рублей.

3.4.2 Расчет амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы занимает по плану четыре месяца.

Для моделирования и проведения расчётов используется персональный

компьютер первоначальной стоимостью двадцать пять тысяч рублей и принтер стоимостью пять тысяч рублей. Срок полезного использования для офисной техники примем три года.

Норма амортизации H_A рассчитывается как:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\% \quad (28)$$

где T - срок полезного использования, лет.

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% \quad (29)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{\text{год}} = 30000 \cdot 0,33\% = 9900 \text{ руб.} \quad (30)$$

Сумма амортизации за четыре месяца равна:

$$A_{\text{мес}} = \frac{9900}{12} \cdot 4 = 3300 \text{ руб.} \quad (31)$$

3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата инженера и руководителя за выполнение научно-технического исследования, рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (32)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, студента) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_m = Z_{\text{ок}} \cdot K_p \quad (33)$$

где $Z_{\text{ок}}$ – размер оклада руководителя (указываете должность руководителя);

K_p - районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (34)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

при отпуске в 56 раб. дней $M=10,5$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн., таблица 20.

Таблица 20 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	67	120
Потери рабочего времени на отпуск	56	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	242	221

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{окл} \cdot k_p \quad (35)$$

где $З_{окл}$ – оклад, руб.;

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

Научный руководитель имеет должность доцента и степень кандидата технических наук оклад на весну 2021 год составлял 35111,5 руб.

Оклад инженера на весну 2021 года составил 22695,68 руб.

Таблица 21 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _{окл} , руб.	k _р	З _м , руб	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Научный руководитель	35111,5	1,3	45644,95	1923,87	7,9	15198,57
Инженер	22695,68		29504,5	1495,24	94	140552,56
Итого З _{осн}						155751,13

3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} \quad (36)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы. Дополнительная заработная плата представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	k _{доп}	З _{осн}	З _{доп}
Научный руководитель	0,12	15198,57	1823,83
Инженер		140552,56	16866,31
Итого			18690,14

3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (37)$$

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

Для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность вводится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 23 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Инженер
Основная заработная плата, руб.	15198,57	140552,56
Дополнительная заработная плата, руб.	1823,83	16866,31
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Сумма отчислений	4613,07	42660,53
Итого	47273,6	

3.4.6 Прочие затраты

К данному виду затрат относятся затраты на электроэнергию.

Энергопотребление ноутбука составляет 0,28 кВт · час. Считаем рабочий день восьмичасовым и, зная количество дней, рассчитываем потребленную мощность ноутбука:

$$P_H = 0,28 \cdot 8 \cdot 101,9 = 228,3 \text{ кВт} \quad (38)$$

Стоимость 1 кВт составляет 6,59 руб. Затраты на энергопотребление:

$$З_{эл} = 228,3 \cdot 6,59 = 1504,5 \text{ руб. } k_p \quad (39)$$

3.4.7 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{нр} \quad (40)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 16%).

$$\begin{aligned} З_{накл} &= (480 + 3300 + 155751,13 + 18690,19 + 47273,6 + 560) \cdot 0,16 = \\ &= 36168,79 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (41)$$

3.4.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 24.

Таблица 24 – Бюджет затрат на НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1	2	3
Материальные затраты	480	Пункт 3.4.1
Амортизационные отчисления	3300	Пункт 3.4.2
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	155751,13	Пункт 3.4.3
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	18690,19	Пункт 3.4.4
Отчисления во внебюджетные фонды	47273,6	Пункт 3.4.5
Затраты на электроэнергию	1504,5	Пункт 3.4.6

Продолжение таблицы 24

1	2	3
Накладные расходы	36168,79	Пункт 3.4.7
Бюджет затрат НТИ	263168,2	Сумма статей (1 – 7)

Бюджет затрат НТИ составил 263168,2 руб., большую часть финансировал Томский политехнический университет. Финансирование осуществлялось путем предоставления оборудования, а именно студенты могут воспользоваться персональными компьютерами, которые размещены в учебных аудиториях, со всем необходимым программным обеспечением и предоставлением руководителя и консультанта.

Непосредственные затраты студента складываются из затрат, на канцелярские товары и печатную бумагу.

3.5 Определение ресурсоэффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (42)$$

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

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

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

Исполнение один соответствует разработанной системе. Исполнение два принимаем за существующий вариант разработки.

За неимением информации о стоимости существующей системы АО

«Транснефть-Западная Сибирь» принимаем значение интегрального финансового показателя равным единице для обоих вариантов исполнения.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта определим следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (43)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в форме таблицы (таблица 25).

Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Баллы Исполнителя 1	Баллы Исполнителя 2
1. Способствует росту производительности труда системы	0,15	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,1	4	4
3. Помехоустойчивость	0,1	3	3
4. Энергосбережение	0,09	4	5
5. Надежность	0,18	4	3
6. Безопасность	0,18	4	4
7. Срок эксплуатации	0,2	5	4
ИТОГО	1		

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,09 + 4 \cdot 0,18 + 4 \cdot 0,18 + 5 \cdot 0,2 = 4,25 \quad (44)$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,09 + 3 \cdot 0,18 + 4 \cdot 0,18 + 4 \cdot 0,2 = 3,81 \quad (45)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя

ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{р-исп.1}}{I_{финр.1}} \quad (46)$$

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

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

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (47)$$

Сравнение эффективности представлено в таблице 26.

Таблица 26 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исполнение 1	Исполнение 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,25	3,81
3	Интегральный показатель эффективности	4,25	3,81
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,115	1

Путем сравнения вариантов исполнения приходим к выводу, что разработанная система является более эффективным решением задачи спозиции ресурсной эффективности.

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

В данном разделе оценены экономические аспекты исследуемого подхода к построению системы автоматического управления насосным агрегатом.

Разработка может быть применена на предприятиях нефтегазовой отрасли. Существующая система управления АО «Транснефть-Западная

Сибирь» уже представлена на рынке, поэтому обладает хорошими условиями проникновения на рынок. Однако использование старого оборудования влияет на производительность и надежность системы, а также на срок эксплуатации.

На основе SWOT-анализа выявили возможные угрозы: отсутствие спроса на новые технологии, несвоевременное финансирование научного исследования, ограниченный импорт оборудования, развитая конкуренция. Разработали способы устранения угроз за счет использования российского оборудования, повышения производительности системы, наличия бюджетного финансирования от университета.

Подсчет затрат на разработку показал, что основными расходами является основная заработная плата исполнителей и составляет 155751,13 руб., что соответствует шестидесяти одному проценту от стоимости проекта. На втором месте страховые взносы – 47273,6 руб., составляет двадцать процентов затрат. Бюджет затрат НТИ составил 263168,2 руб.

Разрабатываемая система уступает существующей в энергопотреблении в связи с использованием более производительного оборудования (насосного агрегата), но превосходит в производительности. Также, замена оборудования на новое приведет к повышению надежности системы и увеличит её срок эксплуатации.

4 Социальная ответственность

В ВКР рассматривается проектирование автоматизированной системы управления насосным агрегатом на нефтеперерабатывающем заводе АО «ЯЯ НПЗ». Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. В данном разделе выпускной квалификационной работы рассматриваются вопросы выявления и анализа вредных и опасных факторов труда, разработки мер защиты от них для рабочего места.

Объектом исследования будет выступать рабочее место сотрудника отдела автоматизации технологических процессов.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Объектом исследования является рабочее место оператора нефтеперерабатывающего завода. В процессе осуществления трудовой деятельности на оператора могут оказывать воздействие производственные факторы, такие как: шум, влажность воздуха, температура воздуха, электромагнитное излучение, недостаточная освещенность. Для сохранения здоровья работника предусмотрен ряд мер, обеспечивающих безопасность трудовой деятельности.

Трудовой кодекс Российской Федерации регулирует отношения между работником и работодателем на территории Российской Федерации. В нём изложены основные нормы и правила, которые обязаны соблюдать рабочий и работодатель в случае возникновения трудовых отношений. Наиболее подходящим является сменный режим рабочего времени. Сменный режим работ обеспечивает непрерывный режим обслуживания работы нефтеперерабатывающего завода [29].

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на ПК и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности. При 8-часовой рабочей смене и работе на ПК

регламентированные перерывы следует устанавливать через 2 часа от начала смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый.

Рабочее место оператора представляет собой закрытое, отапливаемое, вентилируемое помещение площадью 20 м², в котором установлен персональный компьютер.

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78.

Рабочие места с персональными компьютерами по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, желательно слева. Стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики. Используются рабочие столы с регулируемой и нерегулируемой высотой рабочей поверхности. При отсутствии регулировки высота стола должна быть в пределах (680 – 800) мм.

Глубина рабочей поверхности стола должна составлять 800 мм (допускаемая не менее 600 мм), ширина – соответственно 1 600 мм и 1 200 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии (600 – 700) мм, но не ближе 500 мм.

Конструкция стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах (400 – 550) мм и углом наклона вперед до 15 ° и назад до 5 °;
- высоту опорной поверхности спинки (300 ± 20) мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости 400 мм [30].

4.2 Производственная безопасность

Анализ опасных и вредных факторов, которые оказывают влияние на оператора, работающего за компьютером, проводился согласно ГОСТ 12.0.003-2015, результаты приведены в таблице 27 [31].

Таблица 27 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этап работ			Нормативные документы
	Разработка	Внедрение	Эксплуатация	
1. Недостаточная освещенность рабочего места;		+	+	Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ; Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах СанПиН 2.2.4.3359-16; Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПиН 2.2.4.548-96 ; Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты ГОСТ Р 12.1.019- 2017.
2. Повышенная или пониженная влажность воздуха;	+	+	+	
3. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;	+		+	
4. Повышенный уровень шума на рабочем месте;	+	+	+	
5. Повышенный уровень электромагнитных излучений;	+	+	+	
6. Повышенный уровень статического электричества.	+		+	
7. Повышенное значение напряжения в электрической цепи.	+		+	

4.2.1 Недостаточная освещенность рабочего места

Освещение рабочего места оператора нефтеперекачивающей станции является особенно важным. Недостаточное освещение является вредным фактором, который приводит к ухудшению зрения и утомлению, поэтому освещение должно быть таким, чтобы работник выполнял работу без напряжения. Показатели естественного, искусственного и совместного освещения указаны в таблице 28 [32].

Таблица 28 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		освещенность, лк			показатель диска фотометрии M , не более	коэффициент пульсации освещенности, Кп, % не более
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении		
						все	от общего			
Помещения для работы с дисплеями и видео терминалами, залы ЭВМ	Г-0,8 Экран монитора: В-1,2	3,5 —	1,2 —	2,1 —	0,7 —	500 —	300 —	400 200	15 —	10 —

Из показателей видно, что освещенность рабочего места должна составлять (200 – 400) лк при общем освещении, а коэффициент естественного освещения (КЕО) должен быть не ниже 1,2 %.

В помещении нефтеперерабатывающего завода АО «ЯЯ НПЗ» используется комбинированное освещение. Произведем расчёты естественного и искусственного освещения согласно СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Операторная имеет размеры $4 \times 5 \times 2,5$ м, в которой установлено 2 окна размером 1,6 х 1,8 м. Освещение является боковым, односторонним.

Используемая система искусственного освещения удовлетворяет нормам СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [32].

4.2.2 Неблагоприятный микроклимат на рабочем месте

Из-за неблагоприятных метеоусловий снижается производительность труда, возникает утомляемость. Низкая температура может привести к простудным заболеваниям [33].

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 показателями, характеризующими микроклимат в помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения [34].

Следует отметить, то работа оператора относится к категории легких работ (1а). Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 для категории работа (1а) отражены в таблицах 29, 30 [34].

Таблица 29 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	(22 - 24)	(21 - 25)	(60 - 40)	0,1
Теплый	Ia (до 139)	(23 - 25)	(22 - 26)	(60 - 40)	0,1

Таблица 30 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категории работ по уровню энергозатрат, Вт	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	Ia (до 139)	(20,0 - 21,9)	(24,1 - 25,0)	(19,0 - 26,0)	(15 - 75)	0,1	0,1
Теплый	Ia (до 139)	(21,0 - 22,9)	(25,1 - 28,0)	(20,0 - 29,0)	(15 - 75)	0,1	0,2

Для поддержания параметров микроклимата в диапазоне оптимальных на рабочем месте применяются следующие мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление помещения.

4.2.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте

На рабочем месте специалиста по проектированию автоматизированной системы управления насосным, может быть подвергнут вредному производственному фактору – шуму, источниками являются: осветительные приборы, кондиционер, вентиляция и звуки, доносящиеся с улицы. Шум оказывает влияние на органы слуха, а также на всю нервную систему, тем самым ослабляя внимание работника.

Предельные уровни звукового давления и предельные уровни звука согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 приведены в таблице 31 [35].

Таблица 31 – Предельные уровни звукового давления и уровни звука

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов в вычислительных машинах.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

В качестве средств коллективной защиты можно применять: звукопоглощающие материалы, звукоизоляцию, акустические экраны. В качестве средств индивидуальной защиты работник может использовать специальные противошумные наушники. Одним из самых простых и действенных способов облегчения работы, является отдых, поэтому целесообразно устраивать кратковременные перерывы в течении рабочего дня при отсутствующих источниках шума.

4.2.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

На рабочего места оператора основным источником электромагнитных излучений является дисплей компьютера. Рассмотрим нормы напряженностей магнитного и электрического полей согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 (таблица 32) [36].

Таблица 32 – Предельно допустимые уровни постоянного магнитного поля

Время воздействия за рабочий день, минуты	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0-10	24	30	40	50
11-60	16	20	24	30
61-480	8	10	12	15

Предельно допустимый уровень напряженности электрического поля 50 Гц, на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

При напряженности от 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в электрическом поле составляет 10 мин. Пребывание в электрическом поле с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Рассмотрим уровни электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых ПЭВМ. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 указаны в таблице 33 [36].

Таблица 33 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот (5 – 2) кГц	25 В/м
	в диапазоне частот (2 – 400) кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот (5 – 2000) Гц	250 нТл
	в диапазоне частот (2 – 400) кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

В качестве защиты от вредного воздействия электромагнитных полей проводятся следующие мероприятия:

- регламентированные перерывы;
- применение экранов и фильтров;
- увеличение расстояния от источника излучения;
- применение средств индивидуальной защиты.

4.2.5 Поражение электрическим током

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

Одним из важных мероприятий для обеспечения безопасности является заземление оборудования, путем подключение заземляющего проводника к

общей шине заземления [37].

Организационные мероприятия для защиты от поражения электрическим током:

- перед началом работы оператор должен убедиться в отсутствии висящих проводов, в целостности провода питания, а также в отсутствии видимых токоведущих частей;
- оператору запрещается прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- оператору запрещается самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования;
- все работы по устранению неисправностей должен проводить квалифицированный персонал с исправным инструментом;
- оператор должен не допускать попадание влаги на поверхность устройств [37].

4.3 Экологическая безопасность

При нормальной работе технологического оборудования возможны постоянные небольшие утечки загрязняющих веществ в атмосферу. Выброс вредных веществ происходит:

- на открытых технологических площадках через запорно-регулирующую арматуру;
- от оборудования, расположенного в блоках, через воздухопроводы и дефлекторы;
- при сжигании газа на факелах через трубы;
- при заполнении емкостей через воздушников и свечирассеивания;
- при заполнении резервуаров через дыхательные клапаны;
- при сжигании газа на факеле.

При работе технологического оборудования возможны периодические непродолжительные по времени (залповые) выбросы, превышающие по мощности постоянные. Это технически неизбежные выбросы, обусловленные

технологическим регламентом производства.

На основе статистических данных об аварийных ситуациях на объектах транспортировки нефти целесообразно рассматривать аварию в виде отказа энергосистемы или порыва трубопроводов.

Максимальный выброс загрязняющих веществ в атмосферу возможен на площадке при отключении электроэнергии. При этом весь мазут направляется в резервуары, и отсепарированная газовая фракция сжигается на факеле.

Основными источниками вредных газовойделений на НПЗ являются емкости, сепараторы. Основными загрязнителями атмосферы при транспортировке нефти являются углеводороды, оксиды азота, оксид углерода, химреагенты и т.д.

Вредные вещества, выделяющиеся в атмосферу, отличаются по своим свойствам и оказывают различное воздействие на окружающую среду.

Электрическая часть данного проекта не влияет на окружающую среду, то есть является экологически чистой, однако при возникновении пожара в целях предотвращения вредных последствий принимаются следующие меры:

- производится механическая очистка загрязненного участка;
- засыпается рекультивируемый участок адсорбирующими материалами, а при попадании фракций в водоем - используют крошку мелкопористого пенопласта, устанавливаются заградительные боны;
- собирается адсорбирующий материал и вывозится на свалку.

Для ликвидации водяных и порошковых разливов применяется, прежде всего, сбор и откачка жидкости с водой с поверхности.

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

Воздействия на атмосферу незначительное, т. к. системы противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки, аварии и другие опасные ситуации. При этом все технологические аппараты оснащены защитными фильтрами.

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

Воздействие на литосферу. 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 [38].

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д.

Рабочее место оператора нефтеперекачивающей станции относится к категории «В1-В4». Краткая характеристика категории приведена в таблице 34 [39].

Таблица 34 – Характеристика категории

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В1 – В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б

Причинами возгорания могут стать короткое замыкание и перегрузка электросети, поэтому необходим правильный монтаж электрической сети, а также соблюдение режима эксплуатации электрических приборов. Рассмотрим подробнее противопожарные мероприятия [40].

Организационные мероприятия:

- издание планов эвакуации, плакатов, инструкций;

- обучение персонала правилам противопожарной безопасности и контроль знаний;

- проведение противопожарного инструктажа персонала.

Эксплуатационные мероприятия:

- свободный проход к оборудованию;
- поддержание исправности изоляции проводников;
- соблюдение эксплуатационных норм [40].

Технические мероприятия:

- в помещении установлен углекислотный огнетушитель ОУ-8, на входной двери находится план эвакуации в случае пожара, а также на досягаемом расстоянии находится пожарный щит;

- световая индикация;
- звуковое оповещение в виде громкоговорителя;
- пассивные датчики задымленности;
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования [40].

В случае возникновения ЧС – пожара, необходимо действовать в соответствии со следующим распоряжением:

- доложить руководству о возникновении ЧС;
- убедиться в срабатывании системы пожаротушения, если по каким-то причинам система не сработала и не включила оповещение, включить ручную; если система не передала сигнал в службу пожаротушения, то сообщить по телефону 01;

- в случае отсутствия прямой угрозы здоровью и жизни произвести попытку самостоятельного тушения возгорания;

- при потере контроля над пожаром, необходимо эвакуироваться из здания в соответствии с планом эвакуации;

- ожидать приезда специалистов [40].

-

4.5 Выводы по разделу «Социальная ответственность»

В данной главе выпускной квалификационной работы были рассмотрены

вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье оператора нефтеперерабатывающего завода. Кроме этого, были рассмотрены нормативные документы, регулирующие воздействие данных факторов на оператора.

Были описаны обоснованные мероприятия по снижению уровня воздействия этих факторов на оператора, указаны факторы, влияющие на экологическую безопасность и основные мероприятия по снижению вредных выбросов в окружающую среду. Основной чрезвычайной ситуацией на нефтеперерабатывающем заводе является пожар. В разделе перечислены основные мероприятия, направленные на обеспечение безопасности персонала и имущества.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была модернизирована система автоматизированного управления насосного агрегата подачи нефтепродукта на ж/д эстакаду. Были разработаны техническое задание, структурная схема и функциональные схемы по ГОСТ 21.208-2013 автоматизации насосного агрегата, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Для автоматизации нефтеперекачивающей станции были выбраны различные датчики, которые обладают унифицированным выходным аналоговым сигналом (4-20) мА.

В данной работе была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора. Для управления технологическим оборудованием были разработаны алгоритмы пуска/останова процесса и управления сбором данных. Разработали математическую модель системы и рассчитали параметры настройки регулятора по методу Циглера-Никольса с последующей ручной подстройкой параметров. Провели анализ системы при возмущающем воздействии.

Разработанная система автоматизированного управления насосного агрегата выполнена в соответствии с требованиями Госстандарта и с требованиями, указанными в техническом задании. Система полностью удовлетворяет по качеству и может применяться для регулирования и стабилизации давления.

Список используемых источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2015.
2. Стандарт компании. Автоматизированные системы управления технологическими процессами нефтегазодобычи. Требования к функциональным характеристикам. — М.: Роснефть, 2014.
3. Центробежные насосы [Электронный ресурс] — URL: <https://rupumps.com/nasosyi/po-tipu/dinamicheskie-nasosyi/tsentrobezkhnyiy-nasos.html>— дата обращения: 21.04.2021.
4. Функциональные схемы автоматизации [Электронный ресурс] — URL: https://studopedia.su/6_54445_funktsionalnie-shemi-avtomatizatsii.html — дата обращения: 21.04.2021.
5. Foxboro Field Device Controller 280 (FDC) [Электронный ресурс] — URL: <https://www.se.com/ww/en/work/products/industrial-automation-control/foxboro-dcs/controllers-and-network/fdc-280.jsp> — дата обращения: 5.05.2021.
6. SIEMENS S7-300 CPU 314 [Электронный ресурс] — URL: <https://prom.ru/katalog/programmiruemye-ustroystva/programmiruemye-logicheskie-kontrollery/plk150-220-a-l/> — дата обращения: 5.05.2021.
7. DVP-SX2 [Электронный ресурс] —URL: <https://prom.ru/katalog/programmiruemye-ustroystva/programmiruemye-logicheskie-kontrollery/plk110-220-30-k-l/> — дата обращения: 5.05.2021.
8. ДМ5007Ex [Электронный ресурс] — URL: <http://www.manotom-tmz.ru/catalog/elektronnye/malogabaritnye-datchiki-davleniya/el/dm5007ex/> — дата обращения: 5.05.2021.
9. Интеллектуальные датчики давления Метран-150 [Электронный ресурс] — URL: <http://www.td-utr.ru/production/datchiki-davleniya-metran/intellektualnye-datchiki-davleniya-metran-150?yclid=7555603593318128111> — дата обращения: 5.05.2021.
10. Датчики давления Rosemount 3051C [Электронный ресурс] — URL:

http://metrk.ru/files/products/rosemount/rosemount3051/Rosemount_3051_datchiki_davleniya.pdf – дата обращения: 5.05.2021.

11. ТСПУ – 1187 [Электронный ресурс] – URL: <https://npk-etalon.ru/sredstva-izmereniya-regulirovaniya-temperature/tspu-tsmu-1187.html> – дата обращения: 5.05.2021.

12. Интеллектуальные датчики температуры Метран-281 [Электронный ресурс] – URL: https://metr-k.ru/files/products/metran/metran-280/Metran_281_286_288_IP.pdf – дата обращения: 5.05.2021.

13. Датчики температуры Rosemount 248 [Электронный ресурс] – URL: <https://www.emerson.com/documents/automation/B9-rosemount-248-ru-ru-89646.pdf> – дата обращения: 5.05.2021.

14. Датчик вибрации АВ-320FRM [Электронный ресурс] – URL: <http://www.dynamics.ru/images/stories/products/pdf/datchik-vibracii-ab-320frm.pdf> – дата обращения: 5.05.2021.

15. САПФИР-22МП-ДУ [Электронный ресурс] – URL: <http://skbr.ru/catalog/preobrazovateli-urovnya/sapfir-22mp-du/> – дата обращения: 5.05.2021.

16. Датчики уровня Rosemount 2120 [Электронный ресурс] – URL: https://www.testrite.com.ua/docs/emerson/rosemount_2120_technical_data_list.pdf – дата обращения: 5.05.2021.

17. Метран- 249 [Электронный ресурс] – URL: https://metr-k.ru/files/products/metran/metran-249/Metran_249_250_IP.pdf – дата обращения: 5.05.2021.

18. Расходомер KOBOLD TME-R. Измерение расхода газа, пара, жидкости [Электронный ресурс] – URL: https://emis-kip.ru/ru/prod/vihrevoj_rashodomer/#teh – дата обращения: 5.05.2021.

19. Promass 80/83 E [Электронный ресурс] – URL: https://emis-kip.ru/ru/prod/rotonnyj_schetchik/#teh, – дата обращения: 5.05.2021.

20. Расходомер МИР-01 [Электронный ресурс] – URL: https://emis-kip.ru/ru/prod/elektromagnitnyj_rashodomer/#teh – дата обращения: 5.05.2021.

21. TRICOR Массовый кориолисов расходомер [Электронный ресурс] – URL: <http://www.kemkueppers.ru/durchflussmesser/coriolis-massemesser/tricor-serie> – дата обращения: 5.05.2021.
22. Насосные агрегаты 3-АНГК [Электронный ресурс] – URL: <http://www.anod.ru/page/pump-units-3-4-angk> – дата обращения: 10.05.2021.
23. Высоковольтные многоуровневые преобразователи частоты «Эратон-В» [Электронный ресурс] – URL: <https://erasib.ru/produkcija/vysokokovoltnye-preobrazovateli/eraton-v> – дата обращения: 10.05.2021.
24. Высоковольтные преобразователи частоты «Л-Старт» серии ВПЧ [Электронный ресурс] – URL: http://sibmech.ru/netcat_files/userfiles/doc/electroprivod/buklet_VPChA.pdf – дата обращения: 10.05.2021.
25. Высоковольтные частотные преобразователи серии СТА-B9.HVI (3 кВ, 6 кВ, 10 кВ) [Электронный ресурс] – URL: http://www.gu-sta.ru/download/pdf_chp/sta-b9.hvi.pdf – дата обращения: 10.05.2021.
26. Бачок торцового уплотнения СБТУ [Электронный ресурс] – URL: <http://www.anod.ru/page/reservoir-sbtu> – дата обращения: 5.05.2021.
27. Кабель контрольный КВББШВнг [Электронный ресурс] – URL: https://cable.ru/cable/group-kvbbshvng_description.php – дата обращения: 10.05.2021.
28. Расчет параметров [Электронный ресурс] – URL: https://www.bookasutp.ru/Chapter5_5.aspx – дата обращения: 10.05.2021.
29. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ – дата обращения: 15.05.2021.
30. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении сидя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс] – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/31970> – дата обращения: 15.05.2021.
31. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные факторы. Классификация [Электронный ресурс] – URL:

<https://internet-law.ru/gosts/gost/62075> – дата обращения: 15.05.2021.

32. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс] – URL: <https://www.internet-law.ru/stroyka/text/11776> – дата обращения: 15.05.2021.

33. Понятие «микроклимат». Комплексное действие физических факторов окружающей среды на организм. Методы оценки [Электронный ресурс] – URL: <https://megaobuchalka.ru/10/25585.html> – дата обращения: 15.05.2021.

34. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы [Электронный ресурс] – URL: <https://internet-law.ru/stroyka/text/5225> – дата обращения: 15.05.2021.

35. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Электронный ресурс] – URL: <https://www.internet-law.ru/stroyka/text/5212> – дата обращения: 15.05.2021.

36. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Электронный ресурс] – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/70055/> – дата обращения: 15.05.2021.

37. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> – дата обращения: 15.05.2021.

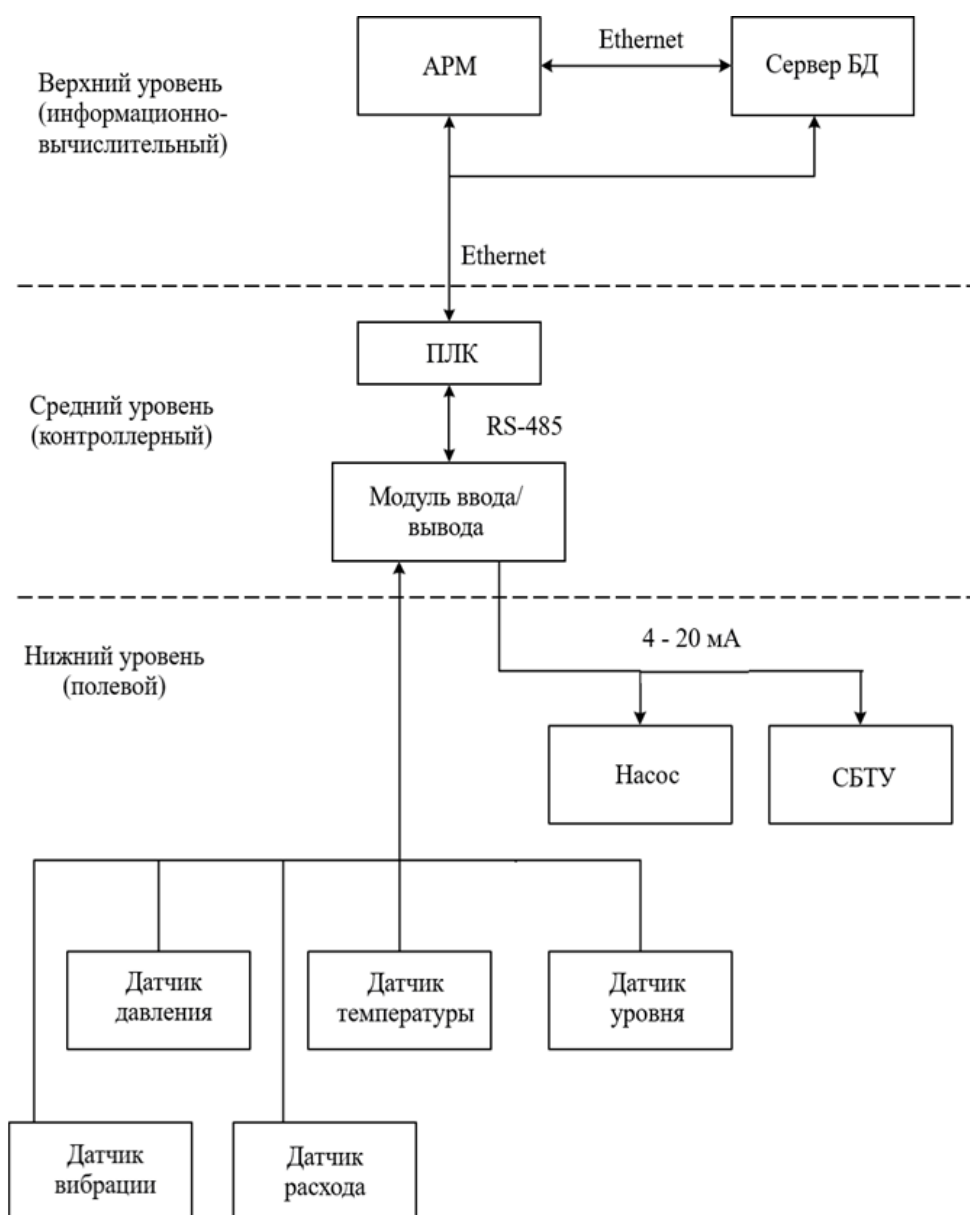
38. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 28.07.2012) "Об отходах производства и потребления" [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ – дата обращения: 15.05.2021.

39. НПБ от 18.06.2003 г. №105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»

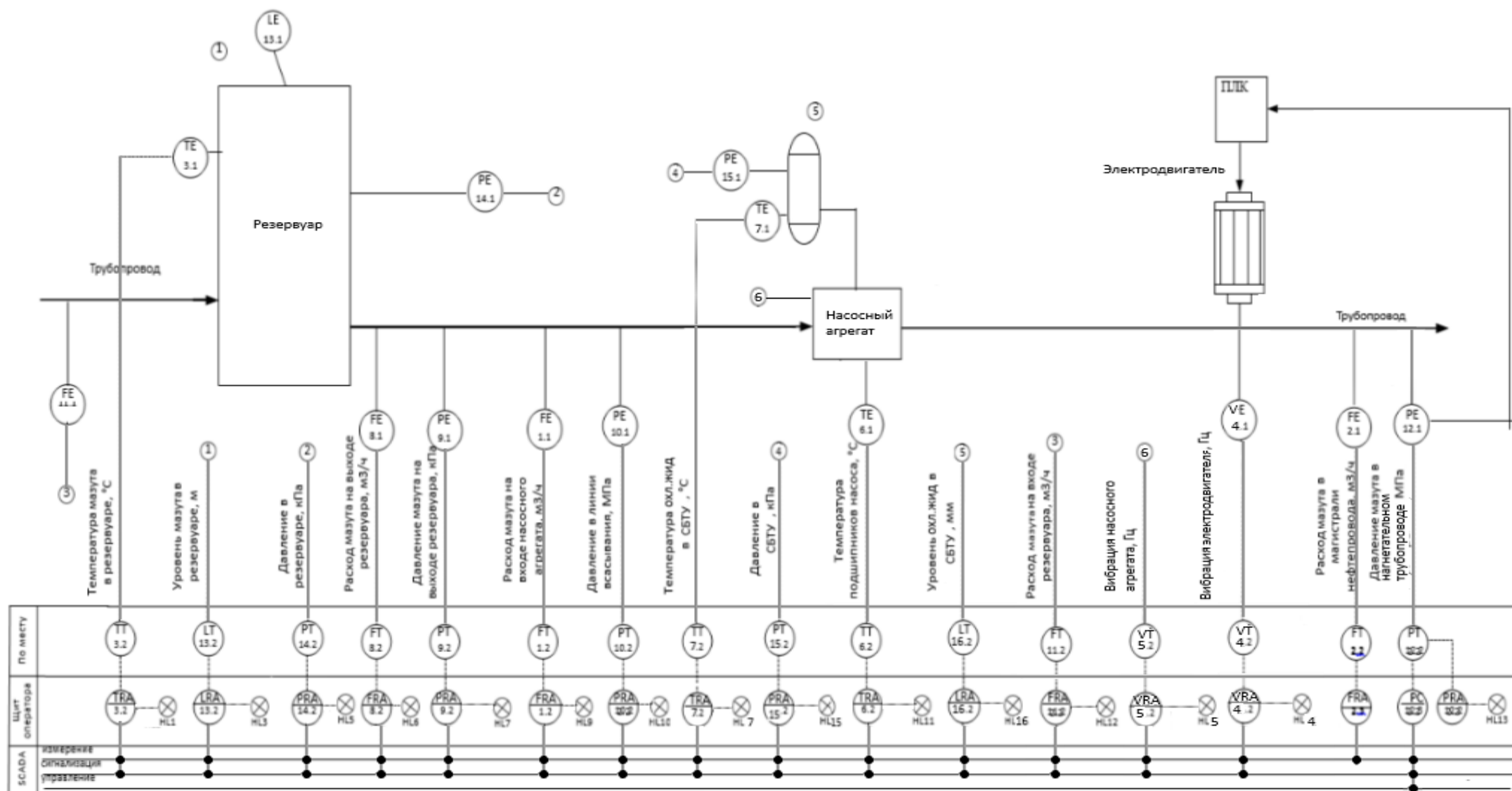
[Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032102> – дата обращения: 15.05.2021.

40. ГОСТ 12.1.004-76 и ГОСТ 12.1.010-76 «Основы противопожарной защиты предприятий» [Электронный ресурс] – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/53079116.pdf> – дата обращения: 15.05.2021.

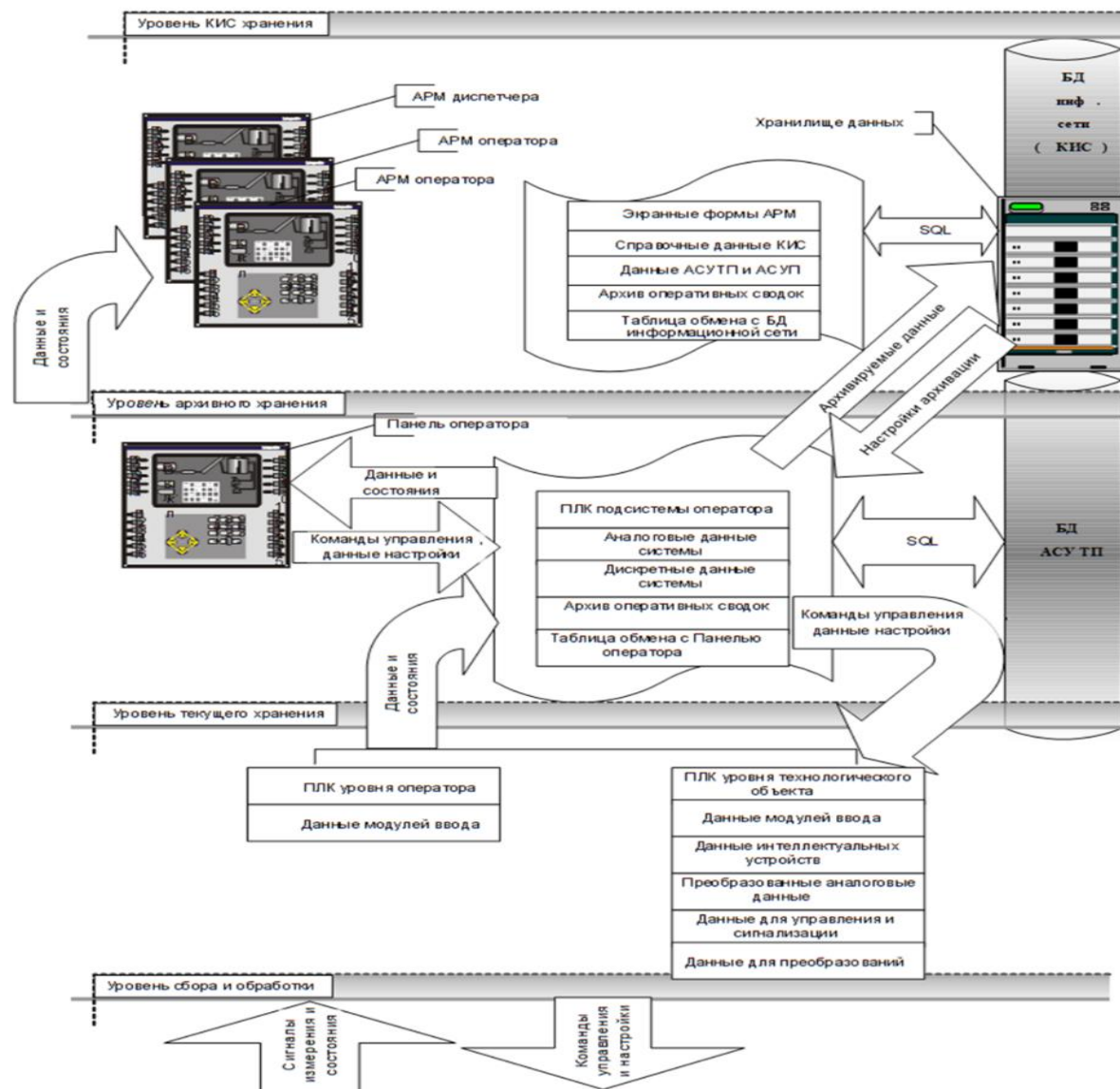
Приложение А (обязательное) Структурная схема



Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации

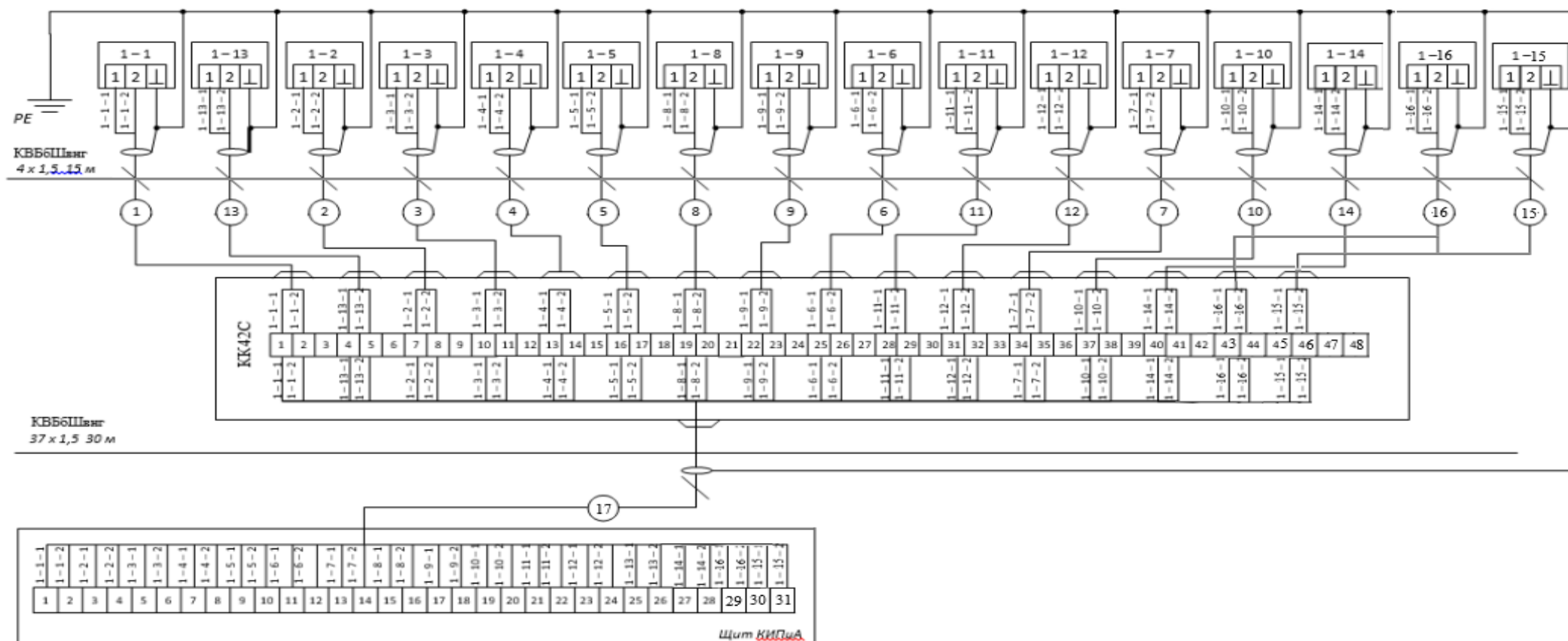


Приложение В (обязательное) Схема информационных потоков



Приложение Г (обязательное) Схема внешних проводов

Наименование параметра	Вибрация		Расход				Давление					Температура			Уровень		
Место отбора импульса	Эл.двиг	Насос	Выход с резервуара	Линия всасывания	Линия нагнет	Вход в резервуар	Выход с резервуара	Линия нагнет	Линия всасывания	Резервуар	СБТУ	СБТУ	Резервуар с мазутом	Подшипники насоса	Резервуар с мазутом	СБТУ	
Тип датчика	AB-320FRM	AB-320FRM	TRICOR				Rosemount 3051C					Метран-55ДИ	ТСМУ Метран-276	Rosemount248		Сапфир - 22МП-ДУ 2620	СЖУ-1
Позиция	1-4	1-5	1-8	1-1	1-2	1-11	1-9	1-12	1-10	1-14	1-15	1-7	1-3	1-6	1-13	1-16	



Приложение Д **(обязательное)** **Блок – схема алгоритмов пуска / останова**

