

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
Модернизация автоматизированной системы управления дожимной насосной станции

УДК 004.896:622.276.53-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т71	Кобелев Даниил Павлович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

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
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	д.м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
ОПК(У)-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения

ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей
ПК(У)-2	Способность к математическому моделированию процессов и объектов оплотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов
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 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)-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
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

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 – осенний/весенний семестр 2021 /2022 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	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

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)

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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т71	Кобелев Даниил Павлович

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы управления дожимной насосной станции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№47-8/с от 16.02.2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Объект исследования: Модернизация автоматизированной системы управления дожимной насосной станции. Цель работы: Модернизация системы управления путем замены устаревшего оборудования. Режим работы: Непрерывный.</p>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание технологического процесса. 2. Разработка структурной схемы автоматизированной системы. 3. Разработка функциональной схемы автоматизации. 4. Выбор средств автоматизации. 5. Разработка схем соединения внешних проводов. 6. Разработка алгоритмов управления.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Структурная схема автоматизированной системы. 2. Функциональная схема автоматизации. 3. Схема соединений внешних проводов. 4. Блок-схемы алгоритмов управления. 5. Экранные формы.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Верховская Марина Витальевна, доцент ОСГН ШБИП</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Федоренко Ольга Юрьевна, профессор ООД ШБИП</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Нет</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>11.04.2022</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т71	Кобелев Даниил Павлович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-8Т71		Кобелев Даниил Павлович	
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 в нефтегазовой отрасли

Тема ВКР:

Модернизация автоматизированной системы управления дожимной насосной станции	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- оклад инженера – 24400 руб. в месяц; - оклад руководителя проекта – 34660 руб. в месяц;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- 50% северные надбавки (Томская область); - 16% накладные расходы; - 1,5 районный коэффициент (Томская область).
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- 30 % отчисления во внебюджетные фонды.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Расчет инновационного потенциала НТИ	- SWOT-анализ; - Анализ конкурентных технических решений
2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	- расчет материальных затрат; - расчет основной и дополнительной заработной платы; - расчет отчислений во внебюджетные фонды; - расчет бюджета проекта.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Матрица SWOT	
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
3-8Т71	Кобелев Даниил Павлович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 3-8Т71		ФИО Кобелев Даниил Павлович	
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 в нефтегазовой отрасли

Тема ВКР:

<i>Модернизация автоматизированной системы управления дожимной насосной станции</i>	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <p>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p>	<p>Объект исследования: дожимная насосная станция</p> <p>Область применения: нефтегазовая промышленность</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <p>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021)</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.</p> <p>СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.</p> <p>Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда.</p> <p>СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов.</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.</p> <p>ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.</p> <p>ГОСТ Р 12.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.</p> <p>ГОСТ Р 54124-2010 Национальный стандарт Российской Федерации. Безопасность машин и оборудования. Оценка риска.</p>

	ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправками). ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; – повышенный уровень статического электричества; – движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструмента, оборудования; <p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенный уровень общей вибрации; – отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; – производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего. <p>Средства коллективной защиты: наличие отопления, осветительные приборы, устройства дист. управления, знаки безопасности, защитные заземления, устройства автоматического отключения.</p> <p>Средства индивидуальной защиты: специальный защитный костюм, ботинки, перчатки, каски защитные, очки защитные, противошумные наушники.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на литосферу: отсутствует.</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение почвы при разливе нефти.</p> <p>Воздействие на атмосферу: неконтролируемый выброс паров нефти.</p> <p>Воздействие на селитебную зону: отсутствует.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС: техногенные аварии (разрушение трубопровода, отказ систем безопасности, пожар, превышение давления, разлив нефти).</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
	11.04.2022

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	д.м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Г71	Кобелев Даниил Павлович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 87 страниц машинописного текста, 21 рисунок, 24 таблицы, 37 использованных источников, 3 приложений.

Объектом исследования является дожимная насосная станция.

Цель работы – Модернизация автоматизированной системы управления дожимной насосной станцией и использованием ПЛК, на основе выбранной системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленного ПЛК REGUL R500.

В результате исследования была реализована автоматизированная система управления; составлена документация в виде функциональных схем автоматизации, схем внешних проводок и их подключения; разработаны алгоритмы управления; получена модель системы; построены мнемосхемы объекта.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, ПИД-регулятор, программируемый логический контроллер, алгоритм управления, дожимная насосная станция.

Содержание

Определения	15
Обозначения и сокращения.....	16
Введение.....	17
1 Назначение и цели создания системы.....	18
1.1 АСУ ТП предназначена для:	18
1.2 Требования к техническому обеспечению	19
1.3 Требование к программному обеспечению	20
1.4 Требования к информационному обеспечению.....	20
1.5 Требования к сохранности данных при авариях.....	21
1.6 Требования техническим средствам полевого уровня.....	22
1.7 Требования к техническим средствам верхнего уровня	22
2 Основная часть	24
2.1 Характеристика объекта автоматизации	24
2.2 Описание технологического процесса.....	24
2.3 Разработка структурной схемы АС.....	27
2.4 Функциональная схема автоматизации	27
2.5 Выбор датчиков	28
2.5.1 Выбор датчика давления	28
2.5.2 Выбора датчика температуры.....	32
2.5.3 Выбор датчик уровня.....	33
2.5.4 Выбор датчик расхода	35
2.5.5 Выбор исполнительного механизма.....	37
2.5.6 Выбор контрольного оборудования (ПЛК).....	38
2.6 Разработка схемы внешних проводок.....	41
3 Разработка информационной части системы автоматизации	42
3.1 Разработка алгоритмов управления	45
3.2 Алгоритм пуска/останова системы	46
3.3 Математическая модель системы.....	47
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения.....	50

4.1	Технология QuaD	50
4.2	SWOT-анализ.....	51
4.3	Структура работ в рамках научного исследования	53
4.4	Определение трудоемкости выполнения работ	54
4.5	Разработка графика проведения научного исследования	55
4.6	Расчет материальных затрат НТИ	60
4.7	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	61
4.8	Основная заработная плата исполнительной системы.....	61
4.9	Дополнительная заработная плата исполнительной системы.....	63
4.10	Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	63
4.11	Накладные расходы.....	64
4.12	Интегральный показатель ресурсоэффективности	65
5	Социальная ответственность	68
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации.....	68
5.2	Анализ вредных и опасных факторов	69
5.3	Отклонение показателей микроклимата	70
5.4	Недостаточная освещенность рабочей зоны	71
5.5	Повышенный уровень шума	72
5.6	Электромагнитное излучение	73
5.7	Экологическая безопасность.....	74
5.8	Пожарная безопасность	75
	Заключение	79
	Список используемых источников.....	80
	Приложение А (обязательное) Структурная схема	85
	Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации	86
	Приложение В (обязательное) Соединение внешних проводов	87

Определения

В данной работе применены термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система (АС) – это комплекс аппаратных и программных средств, предназначенных для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) – группа решений технических и программных средств, предназначенных для автоматизации управления технологическим процессом.

программируемый логический контроллер (ПЛК) – специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

АРМ – автоматизированные рабочие места;

АС – автоматизированная система;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ПЛК – программируемые логические контроллеры;

ДНС – дожимная насосная станция;

УПОГ – установка предварительного отбора газа;

ЦПС – центральный пункт сбора;

НН – напорный нефтепровод;

УПСВ – установка предварительного отбора воды;

БКНС – блочно-кустовая насосная станция;

ФСА – функциональная схема автоматизации;

БД – База данных;

ПО – Программное обеспечение.

Введение

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоёмкость выполняемых операций.

Целью является автоматизация системы управления технологическим процессом дожимной насосной станции.

Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. Первоначально осуществлялась лишь частичная автоматизация отдельных операций. После создания автоматизированной системы на данном объекте роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что автоматизация системы управления дожимной насосной станции приведет к повышению стабильности работы объекта и, как следствие, к снижению потенциального риска аварий.

1 Назначение и цели создания системы

Основной целью и назначением системы является обеспечение безопасного и эффективного управления технологическим процессом (ТП) в реальном масштабе времени. Система предназначена:

1. для повышения надежности и качества автоматического регулирования, контроля и управления работой технологических объектов;
2. для снижения потерь продукта и снижения воздействий на окружающую среду;
3. для стабилизации заданных режимов технологического процесса путем контроля значений технологических параметров, визуального представления и выдачи управляющих воздействий на ИМ, как в автоматическом режиме, так и в результате действий оператора-технолога;
4. для предотвращения аварийных ситуаций на технологических объектах путем опроса подключенных к системе датчиков в автоматическом режиме, анализа измеренных показаний и переключения технологического процесса в безопасное состояние путем выдачи управляющих воздействий на ИМ в автоматическом режиме, или по инициативе оперативного персонала;
5. для архивирования информации с целью последующего использования для анализа и формирования отчетной документации;
6. для достижения высокого уровня стабильности режимов.

Основными задачами создания системы управления являются:

1. предоставление возможности анализа критических ситуаций (нештатный останов и т.д.) и выявления причины их возникновения;
2. обеспечение устойчивости функционирования объекта;
3. улучшение условий труда технологического и обслуживающего персонала [14].

1.1 АСУ ТП предназначена для:

1. Осуществления стабилизации заданных режимов технологического процесса посредством сбора информации о состоянии технологического процесса, её обработки, визуализации, и выдачи

необходимых управляющих воздействий на исполнительную арматуру в режиме реального времени;

2. Анализа хода технологического процесса, предупреждения аварийных ситуаций и предотвращение аварий посредством переключения технологических узлов в безопасное состояние;

3. Предоставления административно-техническому производственному персоналу необходимой информации о ходе технологического процесс.

1.2 Требования к техническому обеспечению

Комплекс технических средств АС должен быть достаточным для выполнения всех автоматизированных функций АС.

Технические средства, устанавливаемые на открытых площадках, должны быть устойчивыми к воздействию температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом их степень защиты от пыли и влаги должна быть не менее IP56.

В программно-техническом комплексе АС должна существовать возможность развития системы, а именно должен обеспечиваться резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

Измерительное и исполнительное оборудование, используемое в системе, должно отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует отдавать предпочтение приборам с искробезопасными цепями.

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.

Контроль уровня в емкостях с нефтью должен производиться не менее, чем тремя независимыми датчиками с сигнализацией верхнего предельного уровня не менее, чем от двух измерителей [15].

1.3 Требование к программному обеспечению

Для программирования контроллерного оборудования должны использоваться стандартные языки программирования. Для создания и изменения аппаратных конфигураций и базы данных системы, Система должна иметь полный набор программного и аппаратного обеспечения. При этом важно чтобы было обеспечено условие возможности загрузки в систему созданных либо измененных программ при ее работе, без нарушения режима ее работы.

Программное обеспечение Системы должно выполнять следующие функции:

1. в режиме реального времени отображать на мнемосхемах данные о состоянии оборудования и самого технологического процесса;
2. вычислять переменные, осуществлять арифметические операции, проводить линеаризацию и масштабирование;
3. выполнять последовательные операции согласно заданному алгоритму, управлять контурами регулирования;
4. реализовывать алгоритмы и функции для улучшенного управления процессом.

Вышеназванные функции должны осуществляться путем изменения конфигурации, то есть задания определенных параметров в экранные формы. Не должна возникать необходимость программирования на «полевом» уровне либо в текстовом виде [15].

1.4 Требования к информационному обеспечению

Чтобы обеспечить у оператора верное восприятие информации и выработку должных навыков, в системе должна быть реализована

возможность ступенчатой (иерархия) организации всей технологической информации. Информация должна быть представлена в удобной форме для технического персонала:

1. установка;
2. технологический участок или блок;
3. единица оборудования;
4. параметр.

В базе данных Системы должна быть предусмотрена организация всех технологических параметров в виде «точек», то есть полноценного набора данных по каждому параметру (уставка, замеренное значение, выход, настройки регулятора и т.д.). Именно, исходя из количества технологических параметров, должно исчисляться лицензирование Системы [15].

1.5 Требования к сохранности данных при авариях

Для того чтобы обеспечить сохранность информации, необходимо принять следующие меры:

1. предусмотреть резервное копирование данных с серверов системы на внешние накопители;
2. используемые контроллеры должны иметь энергозависимую память, которая будет обеспечивать сохранение всех параметров и конфигураций без ограничения по времени;
3. при обесточивании всей системы, ее работоспособность должна поддерживаться при помощи использования источников бесперебойного питания не менее часа;
4. все данные должны накапливаться в локальном буфере в течении суток, чтобы в случаи отказа канала связи, оборудование могло функционировать самостоятельно. При восстановлении канала связи – вся накопленная информация передается в базу данных для архивизации.

Оповещение об аварийные ситуации должно записываться и храниться в протоколах оповещений системы на носителях внешней памяти, а также отображаться автоматически на дисплее АРМ.

После того, как работоспособность средств связи восстановиться, автоматически должен восстановиться обмен между контроллером и АРМ, о чем должно соответствующее сообщение на АРМ [16].

1.6 Требования техническим средствам полевого уровня

Технические средства автоматики, которые устанавливаются снаружи помещений, должны иметь пылевлагозащищенные корпуса. По степени защиты от внешних воздействий, технические устройства обязаны иметь исполнение IP 65 и выше, согласно ГОСТ 14254-96.

Все устройства, размещены во взрыво- и пожароопасных зонах и должны иметь взрывозащищенное исполнение [18].

Сигналы, которые передаются в систему, должны соответствовать следующим параметрам:

1. аналоговые сигналы: (4-20) мА;
2. цифровые сигналы: по протоколу Modbus RTU;
3. дискретные сигналы типа «сухой контакт»;

Сигналы, которые передаются из системы должны соответствовать следующим параметрам:

1. дискретный сигнал 24 В постоянного тока;
2. дискретный сигнал переменного тока 220 В;
3. унифицированный сигнал (4 – 20) мА.

1.7 Требования к техническим средствам верхнего уровня

Все операции по обслуживанию и диагностике должны выполняться со специальной выделенной станции инженера-оператора АРМ. Автоматизированное рабочее место оператор должно быть оборудовано жидкокристаллическими мониторами.

Для диагностики и настройки конфигураций приборов и исполнительных механизмов, которые поддерживают Modbus RTU – протокол, в системе должна быть предусмотрена станция инженера КИПиА.

Все данные истории системы, как оперативные, так и исторические должны архивироваться и резервироваться, при этом создавая на носителях журнал приложений.

Обязательная возможность создания специальными программами виртуальных образов жесткого диска всей системы и для любой станции, для оперативного восстановления потери данных системы. Программы должны поставляться комплектно с Системой [19].

2 Основная часть

2.1 Характеристика объекта автоматизации

Цель создания системы – формирование высокого уровня для решения основных экономических, организационных и технологических задач:

1. улучшение экологической обстановки в районе производства, повышение безопасности производства;
2. оперативное предоставление достоверной информации о технологическом объекте;
3. повышение оперативности и точности измерения параметров технологических процессов;
4. внедрение математических и автоматизированных методов управления и контроля технологическими процессами и объектами;
5. снижение трудоёмкости управления процессом;
6. оптимизация режимов работы технологических объектов;
7. минимизация издержек процесса (экономия электроэнергии, срок службы электродвигателей).

2.2 Описание технологического процесса

Дожимные насосные станции используются на скважинах, которые не имеют достаточной пластовой энергии для доставки нефтегазовой субстанции до установок предварительного сброса воды (УПСВ) или пункта перекачки нефтепродуктов. Так как в пластах имеется значительное количество газа, его подача на помпу может превысить критическое значение, составляющее от 10 до 15 процентов. Чтобы обеспечить нормальную работу агрегатов, используется предварительная сепарация пластов и продукции, которая в них содержится. Такой подход позволяет понизить содержание газа и удалить более 70 процентов промысловой воды.

Как правило, рассматриваемые агрегаты применяются на отдельно размещенных месторождениях.

Со скважин нефтегазосодержащая жидкость посредством системы нефтесборных коллекторов доставляется на установку предварительного отбора газа (УПОГ), которая предназначена для отбора свободного газа из нефтегазовой смеси и устранения пульсации жидкости. Как правило, УПОГ устанавливается перед первой ступенью сепарации. Количество отбираемого свободного газа – 98 %.

Далее, с УПОГ, жидкость попадает в нефтегазосепараторы НГС. Здесь нефтегазовая смесь разделяется на два компонента – нефть и газ. В зоне осаждения и отстоя происходит дегазация нефти – посредством специальных перегородок газ на (60-70) % очищается от крупных капель жидкости. Также на этом этапе происходит выделение растворенного газа. Извлеченный газ поднимается вверх, после чего транспортируется в струнный каплеуловитель, где происходит завершающий процесс – полная очистка газа. Каплеуловитель отделяет частички нефти и перемещает газ в газопровод. Снимаемая нефть поступает в специальный поддон. Очищенная от газа водонефтяная эмульсия поступает в нижнюю часть нефтегазового сепаратора и поступает на УПСВ в отстойники для отделения нефти от пластовой воды [20].

Отсепарированный газ, в свою очередь, по трубопроводу поступает на компрессорную станцию, где после замера и регулирования сбрасывается на газоперерабатывающий завод ГПЗ.

В отстойниках выполняется отстаивание сырой нефти от механических примесей и промысловой воды. Они бывают двух типов: горизонтального и вертикального исполнения. Из отстойников пластовая вода поступает в водоочистное сооружение, где происходит очистка от взвешенных частиц и остатков нефтепродуктов. Далее пластовая вода направляется на насосы и затем, под давлением (4 – 7) кгс/см² через узел учета подается на блочно-кустовую насосную станцию БКНС.

Из технологических отстойников, частично подготовленная нефть (обводненность не более 5 %) по трубопроводу направляется в буферную ёмкость. Далее из буферной ёмкости нефть поступает на прием насосов,

откачивается через УУН, и по трубопроводу поступает в напорный нефтепровод. Технический смысл использования буферной ёмкости заключается в том, что при различных количествах поступления и откачки нефти, эта разница будет компенсироваться за счет нефти из резервуара. Давление в начале трубопровода при помощи регулирующих клапанов УУН поддерживается в пределах (3 – 7) кгс/см² .

По большому счету ДНС – это насосная станция полного цикла, позволяющая учесть подачу, обработку и количество используемых при добыче компонентов нефтяных продуктов [20].

Технические характеристики дожимной насосной станцией приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики ДНС

Наименование характеристики	Значение характеристики
Рабочая среда	Нефть, газ, вода
Кол-во насосов	4
Климатическое исполнение	УХЛ
Давление смеси на входе, МПа	(0 – 1,8)
Температура окружающей среды, °С	от минус 50 до плюс 60
Температура рабочей среды, °С	от 0 до плюс 150
Расход выходящей обработанной нефти, м ³ /ч	(0 – 320)
Количество сливаемой воды, %	(0 – 99)
Степень защиты от пыли и влаги	IP56

2.3 Разработка структурной схемы АС

Структурная схема АСУ технологического процесса дожимной насосной станции построена по трехуровневому иерархическому принципу:

1. нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя полевое оборудование, установленное на технологических трубопроводах и аппаратах (в объем поставки Системы не входит);
2. средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы устройства приема/передачи данных на верхний уровень и должен включать в себя:
3. верхний уровень – уровень автоматизированного оперативного управления, включающий серверный шкаф и АРМ оператора [21].

2.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема является основным техническим документом, который определяет функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, регулирования и управления технологического процесса.

При выполнении схемы, необходимо отразить в ней все системы удалённого управления, регулирования, контроля, защиты и блокировок, сигнализации, которые были использованы в проекте.

Нижеперечисленные задачи должны быть решены во время проектирования функциональной схемы:

1. для стабилизации технологических параметров процесса должно быть реализовано управляющее воздействие на процесс;
2. должен осуществляться сбор исходных данных о состоянии оборудования и технологического процесса;
3. должны быть реализованы учёт и контроль за состоянием технологического оборудования и параметрами процесса.

В целом, можно сказать, что смысл функциональной схемы заключается в том, чтобы достоверно отобразить все основные технические решения (ОТР), какие были использованы во время разработки и проектирования системы автоматизации технологического процесса [17] [21].

2.5 Выбор датчиков

2.5.1 Выбор датчика давления

В ходе данной работы для того, чтобы измерить параметр «давление» были рассмотрены несколько типов датчиков от ведущих российских производителей контрольно-измерительного оборудования, а именно фирмы «Энергия-Источник», «ЭЛЕМЕР» и «Метран».

От фирмы «Энергия-Источник» был рассмотрен и проанализирован датчик давления ЭНИ-100. Данный датчик давления ЭНИ-100 в непрерывном режиме работы преобразует измеряемую величину в токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал на базе протокола HART. Датчик предназначен для работы в различных отраслях промышленности, в т.ч. нефтяной [22].

Данный датчик имеет возможность взрывобезопасного исполнения для работы в взрывоопасных условиях.

Данный датчик имеет следующие характеристики:

1. межповерочный интервал 5 лет;
2. непрерывная самодиагностика;
3. жидкокристаллическая индикация с подсветкой (до минус 40 °С);
4. меню на русском и английском языках;
5. различные соединения датчика для подключения к процессу (без использования переходников).

Внешний вид датчика давления ЭНИ-100 фирмы «Энергия-Источник» представлен на рисунке 1 [22].



Рисунок 1 – Внешний вид датчика давления ЭИ-100

От производителя «ЭЛЕМЕР» был рассмотрен датчик давления ЭЛЕМЕР-100 (рисунок 2). Данный датчик снабжен современными сенсорами. Так, тензорезистивные сенсоры, выполненные по технологии КНК, обладают большой перегрузочной способностью: до пятиста процентов от верхнего предела измерения. Ёмкостные сенсоры также показывают хорошую стабильность метрологических характеристик.

Датчик оборудован многофункциональным пятиразрядным ЖКИ с графической шкалой и подсветкой. Обладает модульной структурой: легкозаменяемыми модулями сенсора и электроники. Благодаря этому у данного датчика обеспечивается высокая ремонтпригодность. Особенностью данных датчиков является наличие пароля, чтобы избежать несанкционированного доступа. С помощью как наружной, так и внутренней клавиатуры можно осуществить настройку параметров датчика ЭЛЕМЕР-100. Также данная настройка может быть выполнена посредством протокола HART [23].



Рисунок 2 – Внешний вид датчика давления ЭЛЕМЕР-100

И наконец, от производителя «Метран» был рассмотрен датчик Rosemount 3051С (рисунок 3). Это преобразователь с сенсорным модулем на базе емкостной ячейки предназначен для измерения избыточного давления, разности давлений, а также, абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,025 до 13МПа.

В преобразователях модельного ряда 3051 используются два вида сенсорных модулей: модуль на базе емкостного сенсора или модуль на базе тензорезистивного сенсора.

Его преимущества:

1. все конфигурации сохраняются в энергонезависимой памяти;
2. обладает высокой перегрузочной способностью;
3. непрерывная самодиагностика;
4. на дисплее индикатора сообщения могут быть сформированы как на русском, так и на английском языках, по выбору [23].



Рисунок 3 – Внешний вид датчика давления

Основные технические характеристики рассмотренных моделей датчиков приведены в таблице 1.

После сравнительного анализа (таблица 2), был выбран датчик фирмы «Метран» - Rosemount 3051С. На выбор данного датчика повлияли как технические характеристики, так и ценовая составляющая.

Таблица 2 – Технические характеристики датчиков давления

Технические характеристики	ЭНИ-100	ЭЛЕМЕР-100	Rosemount 3051C
	Значение		
Измеряемые среды	жидкости, в том числе нефтепродукты; пар; газ и газовые смеси.	Жидкие и газообразные, агрессивные среды газообразного кислорода и газовых смесей	Газ, жидкость, в т.ч. нефтепродукты, пар
Диапазон измеряемых давлений	(0,2 – 16) МПа	(4 – 16) МПа	(0,025 – 13) МПа
Выходные сигналы	(4 – 20) мА	(0 – 5) мА, (0 – 20) мА, (4 – 20) мА с HART-протоколом; Modbus RTU;	(4 – 20) мА с HART – протоколом; цифровой на базе протокола Foundation Fieldbus; цифровой на базе протокола Profibus; беспроводной WirelessHART
Основная доп. погрешность	± 0,5 %	± 0,15 %	± 0,2 %
Перенастройка диапазона	1:50	1:25	1:150
Температура окр. среды	(минус 60 – 80) °С	(минус 55 – 70) °С	(минус 40 – 85) °С
Степень защиты	IP66	IP65	IP68
Поворот корпуса/ поворот ЖКИ	отсутствует	± 135°/ 320°	± 180° / ± 360°
Цена	От 19 000 руб.	От 35 000 руб.	От 25 000 руб.

2.5.2 Выбора датчика температуры

Для того, чтобы измерить параметр «температура», в ходе данной работы было рассмотрено несколько датчиков температуры от разных производителей (таблица 2).

От компании «ЭЛЕМЕР» был рассмотрен комплект термопреобразователя сопротивления ТС-1187Exd (ТС) и измерительного преобразователя (ИП).

Данный комплект предназначен для измерения температуры жидких и газообразных сред, включая нефть и нефтепродукты, во взрывоопасных зонах и помещениях. Уровень взрывозащиты — «взрывонепроницаемая оболочка» [25].



Рисунок 4 – Внешний вид комплекта термопреобразователя сопротивления и измерительного преобразователя ТС-1187

От производителя «Метран» был рассмотрен датчик температуры Метран280. Метран-280 это датчики температуры для точных измерений в составе АСУТП. Передача показаний измеряемой температуры в виде постоянного тока (4 – 20) мА либо по цифровому каналу в соответствии с протоколом HART.

Возможности датчика Метран-280:

1. дистанционная настройка диапазона измеряемой температуры;
2. самодиагностика;
3. защита от случайного изменения установленных параметров;

4. работа в режиме активного калибратора;
5. межповерочный интервал 2 года;
6. автоматическая компенсация изменения термо-ЭДС от изменения температуры, холодных спаев чувствительного элемента первичного преобразователя температуры [26].



Рисунок 5 – Внешний вид датчика температуры Метран-280

Таблица 3 – Технические характеристики датчиков температуры

Технические характеристики	ТС-1187Exd	Метран-280
	Значение	
Диапазон измеряемых температур	(минус 196 – 350) °С	(минус 50 – 1200) °С
Выходные сигналы	(4 – 20) мА/ HART	(4 – 20) мА/ HART
Перенастройка диапазона выходного сигнала	НЕТ	ЕСТЬ
Температура окружающей среды	(минус 60 – 70) °С	(минус 50 – 85) °С
Степень защиты	IP65	IP65

После сравнительного анализа, был выбран датчик фирмы Метран-280. На выбор данного датчика повлияло технические характеристики.

2.5.3 Выбор датчик уровня

Для измерения параметра «уровень», было рассмотрено несколько датчиков уровня от разных производителей.

От производителя контрольно-измерительного оборудования «ЭЛЕМЕР» был рассмотрен радарный уровнемер ЭЛЕМЕР-УР-31 (рисунок 6). Радарные уровнемеры предназначены для бесконтактного измерения значения уровня жидкостей, сыпучих и кусковых продуктов, в том числе: нефти и нефтепродуктов, кислот, щелочей, различных водных растворов в резервуарах различного типа и непрерывного преобразования измеренного значения в выходной аналоговый или цифровой сигнал.



Рисунок 6 – Внешний вид датчика уровня ЭЛЕМЕР-УР-31

Принцип действия уровнемера ЭЛЕМЕР-УР-31 основан на измерении разницы частот радиосигнала, излученного радаром и отраженного от поверхности контролируемой среды. В результате обработки сигнала электронным блоком формируются цифровой и токовый выходные сигналы, пропорциональные текущему значению измеряемого уровня [27].

От производителя «Метран» был рассмотрен волноводный радарный уровнемер Rosemount-5300 (рисунок 7). Уровнемеры 5300 применяются в различных отраслях промышленности – от нефтегазовой до пищевой, и многих других.

На сегодняшний день компания «Метран» выпускает 3 модели данной серии, все модели серии 5300 сертифицированы по исполнению на искро- и взрывобезопасность.

В работе была рассмотрена модель 5302, которая предназначена для одновременного измерения уровня жидкостей и уровня границы раздела двух сред [23].



Рисунок 7 – Внешний вид датчика уровня Rosemount-5300

Основные технические характеристики рассматриваемых датчиков приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики датчиков уровня

Технические характеристики	ЭЛЕМЕР-УР-31	Rosemount-5300
	Значение	
Диапазон измерений уровня	от 0,5 до 20м	от 0,1 до 50 м
Выходные сигналы	(4 – 20) мА/ HART; Modbus RTU;	(4 – 20) мА/HART, RS-485/Modbus;
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений	± 3 мм	± 3 мм
Давление процесса	1,6 МПа	(0,1 – 34,5) МПа
Температура процесса	(минус 40 – 90) °С	(минус 196 – 400) °С

После сравнительного анализа, был выбран датчик фирмы Rosemount-5300. На выбор повлияло технические характеристики данного датчика.

2.5.4 Выбор датчик расхода

Для того, чтобы измерить расход, были рассмотрены расходомеры разных производителей.

От производителя «Метран» был рассмотрен вихревой расходомер Rosemount 8700 (рисунок 8). Данный расходомер обладает цельносварной конструкцией без уплотнительных прокладок, что обеспечивает повышенный уровень безопасности и надежности. Расходомер серии 8700 устойчив к вибрациям и предоставляет возможность заменить пьезоэлектрический сенсор, не останавливая технологический процесс [23].



Рисунок 8 – Внешний вид вихревого расходомера Rosemount 8700

От производителя «ЭМИС» был рассмотрен интеллектуальный вихревой расходомер-счетчик ЭМИС-ВИХРЬ-200 (рисунок 9). Он обеспечивает стабильную работу при высоких температурах и давлениях на жидкостях с механическими загрязнениями.

Чаще всего данный расходомер применяется для учета расхода нефти с водой и нефтепродуктов невысокой вязкости. Особенно актуален расходомер для учета сточных вод.

Счетчик не требует периодической перекалибровки, а диагностика и замена узлов производится без демонтажа [28].



Рисунок 9 – Внешний вид вихревого расходомера ЭМИС-ВИХРЬ 200

Таблица 5 – Технические характеристики расходомеров

Технические характеристики	ЭМИС-ВИХРЬ 200	Rosemount 8700
	Значение	
Измеряемые среды	жидкость, газ, пар	жидкость, газ, пар
Диаметр условного прохода	(15 – 300) мм	(15 – 300) мм
Пределы основной относительной погрешности измерений	± 1 %	± 0,65 %
Давление процесса	25 МПа	25 МПа
Температура процесса	(минус 60 – 450) °С	(минус 200 – 427) °С
Выходные сигналы	(4 – 20) мА/ HART, импульсный, Modbus RS-485	(4 – 20) мА/ HART, 30 В импульсный, Foundation Fieldbus
Цена	От 170 000 руб.	От 200 000 руб.

После сравнительного анализа, был выбран датчик фирмы Rosemount 8700. На выбор повлияло технические характеристики данного датчика.

2.5.5 Выбор исполнительного механизма

Регулирующий клапан является исполнительным устройством, для нашего проекта это единственное исполнительное устройство. Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа [29] [30].

Таблица 6 – Технические характеристики исполнительных устройств

Технические характеристики	Электропривод РэмТЭК-02	ASCO 223
Напряжение питания, В	24	24
Интерфейс	RS-485	RS-485
Технические характеристики	Электропривод РэмТЭК-02	ASCO 223
Средний срок службы	10 лет	10 лет

Продолжение таблицы 6 – Технические характеристики исполнительных устройств

Технические характеристики	Электропривод РэмТЭК-02	ASCO 223
Пропускная способность, м ³ /ч	250	200
Цена	От 50 000 руб.	От 20 000 руб.

Было принято решение об установке исполнительного устройства ASCO 223. Исходя из стоимости и срока службы исполнительного устройства.

Исполнительный механизм ASCO 223 изображен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Внешний вид вихревого расходомера ЭМИС-ВИХРЬ 200

2.5.6 Выбор контрольного оборудования (ПЛК)

Для реализации АСУ ТП дожимной станции были рассмотрены два контроллера отечественных производителей – «Нефтеавтоматика» и «ОВЕН». Сравнение проводилось между двумя контроллерами, имеющими модульную конструкцию, так как система, построенная по модульному принципу, позволяет заменять или расширять компоненты, не влияя на работу остальных частей.

От компании «Нефтеавтоматика» был рассмотрен контроллер серии МКLogic-500 (рисунок 11) предназначенный для построения универсальных информационно-управляющих комплексов, в том числе – распределённых систем управления (PCY) в различных отраслях промышленности.

МКLogic-500 обеспечивает аналоговый и цифровой ввод и вывод данных, что позволяет осуществлять совместно с периферийными устройствами контроль и управление механизмами и технологическими процессами в промышленных зонах.



Рисунок 11 – Внешний вид ПЛК МКLogic-500

ПЛК МКLogic-500 может быть применён для управления:

Контроллер МКLogic-500 обладает модульной структурой, позволяет осуществлять резервирование и «горячую» замену модулей. Располагает дублированной системной шиной и схемой питания, даёт возможность подключения нескольких шасси расширения.

Поддерживаемые интерфейсы: RS-485, Ethernet 100/1000 Base-T, Ethernet 10/100 Base - FX(1x9).

Поддерживаемые протоколы: Modbus RTU, Modbus TCP, OPC UA, МЭК 60870-5-104 [31]..

Контроллер REGUL R500 от компании «Прософт Системы» (рисунок 12) предназначен для построения ответственных, отказоустойчивых и распределенных систем АСУ ТП в различных отраслях промышленности. Отказоустойчивые системы управления технологическими объектами с быстроменяющимися физическими процессами (резервированные системы управления с минимальным циклом исполнения программы, специализированные модули высокоскоростного измерения физических параметров)



Рисунок 12 – Внешний вид REGUL R500

Функциональные возможности:

1. поддержка «горячего» резервирования центральных процессоров, источников питания, модулей ввода/вывода;
2. дублированная высокоскоростная внутренняя шина данных;
3. различные схемы резервирования контроллеров (100% резервирование, резервирование источников питания и центральных процессоров);
4. «горячая» замена всех модулей контроллера (без отключения питания и прерывания прикладной программы);
5. Web-визуализация;
6. Modbus RTU, Modbus TCP, OPC UA, OPC DA МЭК 60870-5-104(101).

После проведенного сравнения, для управления технологическим оборудованием и осуществления функций контроля, был выбран контроллер фирмы «Прософт Системы» – REGUL R500, т.к. обладает длительным сроком службы, поддержка удаленных крейтов расширения (до 40 модулей в одном крейте) [32].

2.6 Разработка схемы внешних проводок

В качестве кабеля выбран кабель контрольный КВВГЭнг. Этот кабель имеет медные токопроводящие жилы с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от (минус 50°С – 50) °С. Приспособлены для прокладки в помещениях, каналах, туннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель и при необходимости защиты электрических цепей от влияния внешних электрических полей. Также могут прокладываться на открытом воздухе. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГЭнг выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм [33].

3 Разработка информационной части системы автоматизации

Оператор АРМ осуществляет дистанционное управление механизмами регулирования процесса системы ДНС, а также ему предоставляется мониторинг показаний датчиков.

На рисунке 13, изображена общая мнемосхема ДНС с УПВС (установка предварительного отбора воды).

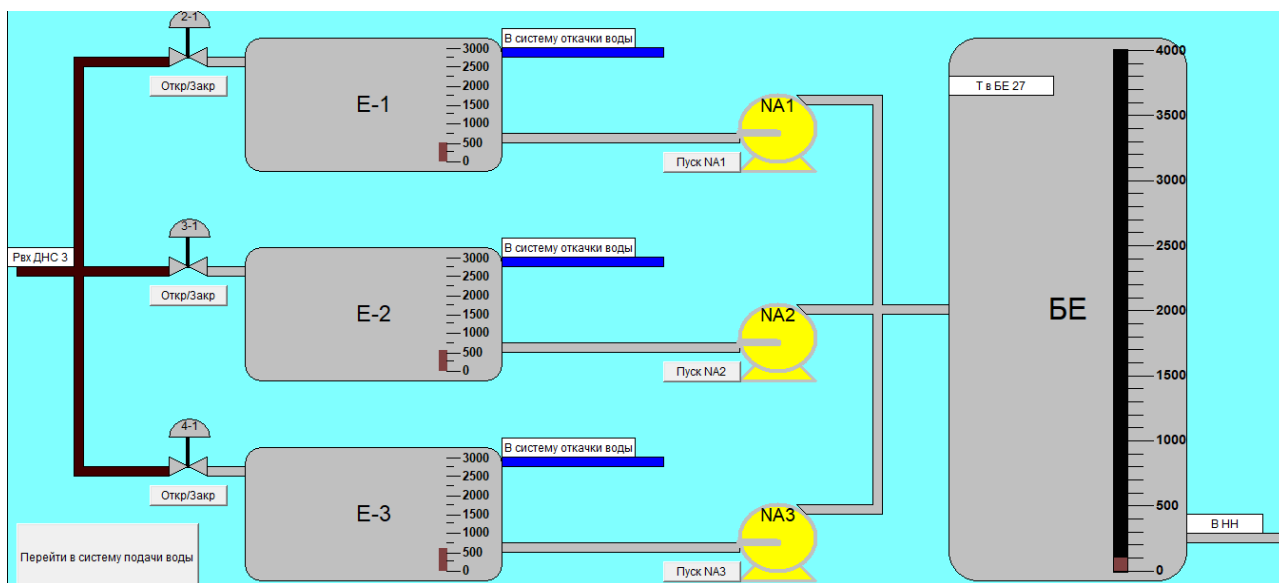


Рисунок 13 – Общая мнемосхема ДНС с УПВС

На вход регулируемых клапанов поступает газожидкостная смесь, после которой перетекает в емкость – Е (газовый смеситель), где происходит предварительное обезвоживание нефти в установке предварительного сброса воды, рисунок 15.

После чего отведенная сырая нефть поступает в хранилище (БЕ), для дальнейшей транспортировки и переработки в центральный пункт сбора.

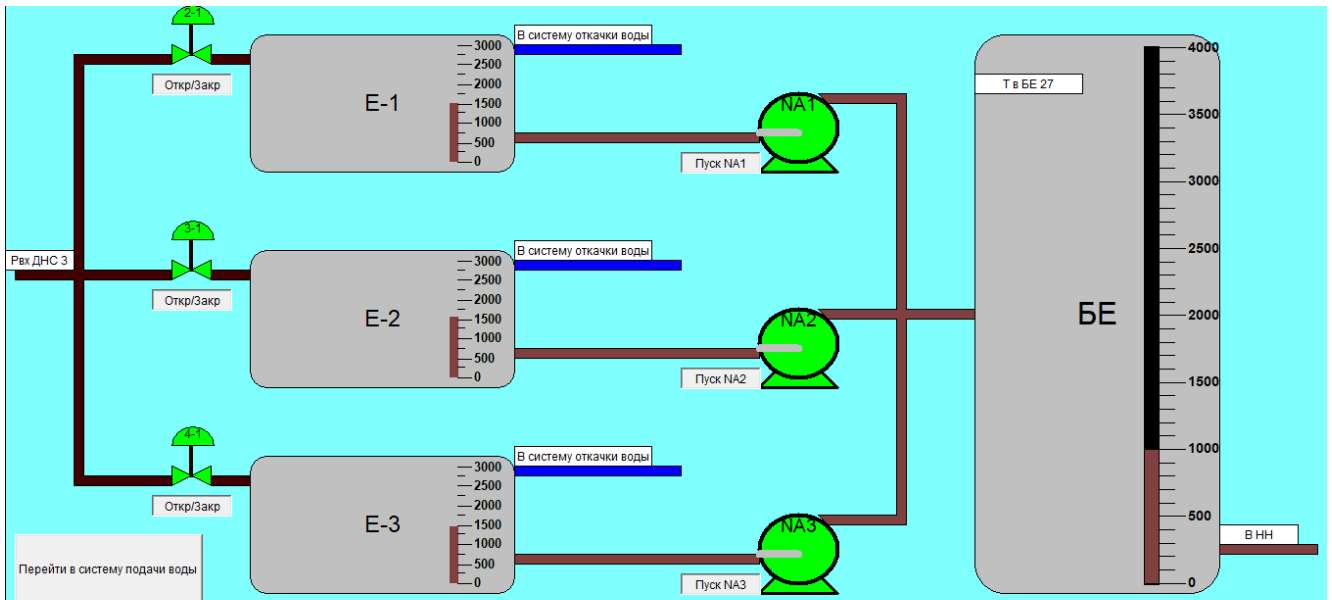


Рисунок 14 – Процесс разделения

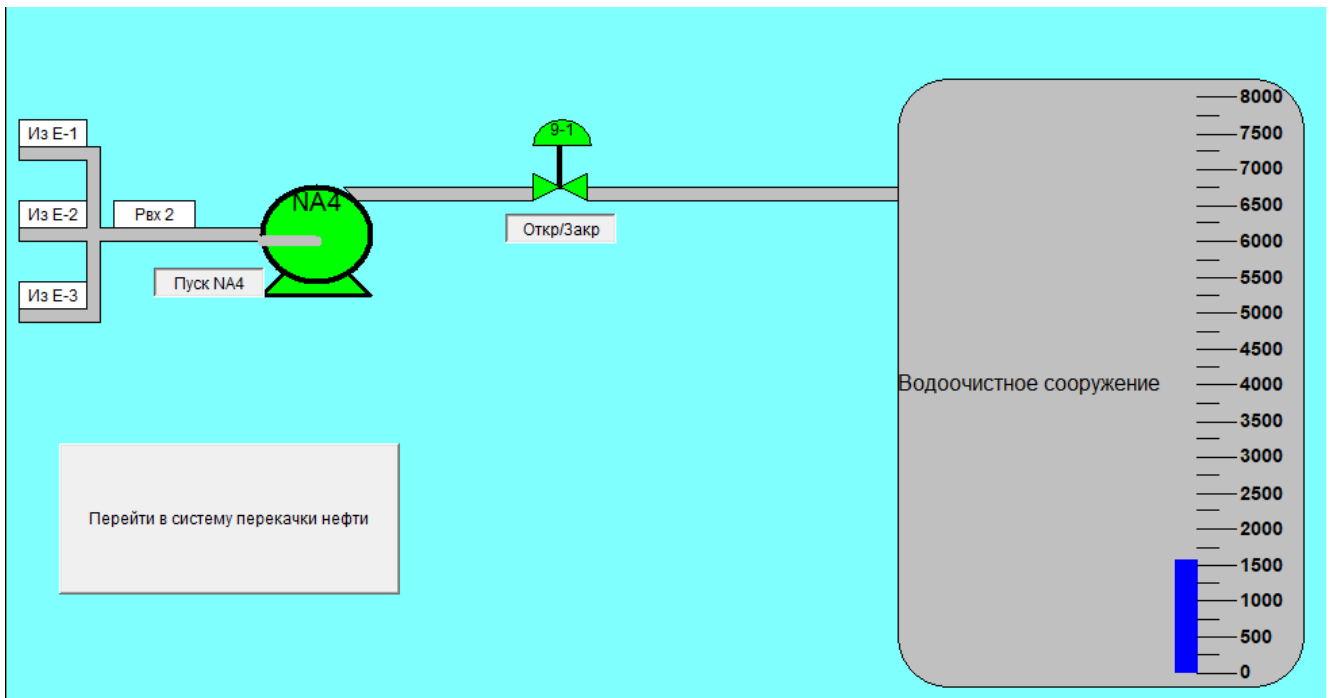


Рисунок 15 – Процесс разделения

Отделенная от нефти вода через фильтры, сбрасывается в водоочистное сооружение, где происходит очистка от внешних частиц и остатков нефтепродуктов. Далее пластовая вода направляется на блочно-кустовую станцию для поддержания пластового давления.

Код программы CoDeSys для технологического процесса предоставлен на рисунке 16, 17.

CoDeSys - DNS.pro - [PLC_PRG (PRG-CFC)]

Файл Правка Проект Вставка Дополнения Онлайн Окно Справка

100 %

```

0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003 F: INT;
0004 Dif: REAL;
0005 Intgr: REAL;
0006 Kof: REAL;
0007 Zадание: REAL;
0008 Tek_Znach: REAL;
0009 PvhDNS: INT:=3;
0010 Pol2: BOOL;
0011 Pol3: BOOL;
0012 Pol4: BOOL;
0013 L2: INT;
0014 L3: INT;
0015 L4: INT;
0016 Lbe: INT;
0017 NA1_sost: BOOL;
0018 NA2_sost: BOOL;
0019 NA3_sost: BOOL;
0020 NA4_sost: BOOL;
0021 Truba_k_BE: BOOL;
0022 T_v_BE: INT:=27;
0023 TON_NN: TON;
0024 Truba_k_NN: BOOL;
0025 L_E2: BLINK;
0026 L_E2_1: CTU;
0027 L_E3: BLINK;
0028 L_E3_1: CTU;
0029 L_BE: BLINK;
0030 L_BE_1: CTU;
0031 Truba_vh_voda: BOOL;
0032 Pvh_voda: INT:=2;
0033 F_DNS: BLINK;
0034 F_DNS_1: CTU;
0035 NA1: PID;
0036 F_DNS_2: REAL;
0037 Pol9: BOOL;
0038 L_VO: BLINK;
0039 L_VO_1: CTU;
0040 L_VO_E: INT;
0041 sost_pered_9: BOOL;
0042 sost_posle_9: BOOL;
0043 END VAR

```

Рисунок 16 – Код программы

CoDeSys - DNS.pro - [PLC_PRG (PRG-CFC)]

Файл Правка Проект Вставка Дополнения Онлайн Окно Справка

100 %

```

0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003 F: INT;

```

Рисунок 17 – Код программы

3.1 Разработка алгоритмов управления

Алгоритмы управления разрабатываются для выполнения следующих задач:

1. повысить в целом надежность управления объектом;
2. повысить качество ведения технологического режима;
3. повысить уровень достоверности данных о состоянии оборудования;
4. повысить оперативность действий персонала;
5. улучшить экологическую обстановку на объекте;
6. повысить уровень информированности персонала.

Данные алгоритмы позволят осуществлять обработку входных сигналов и различных команд, поступающих с АРМ оператора, и в свою очередь, отображать соответствующие сообщения оператору и реализовывать выдачу управляющих воздействий на исполнительные механизмы.

Основными данными для алгоритмов это:

1. значения сигналов, поступающих с датчиков и преобразователей на модуль ПЛК;
2. конфигурация ПЛК;
3. данные, которые формируются в ходе управления с АРМ оператора.

Некоторые алгоритмы используют данные, которые получают в результате работы других алгоритмов. При разработке алгоритмов функционирования АСУ ТП были приняты следующие допущения:

1. функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;
2. система будет реализована программными средствами стандартной SCADA-системы и стандартных программных средств обработки данных с применением языков высокого уровня;

3. текущая работа системы в режимах: местном (ручном), дистанционном, автоматическом, режиме настройки [34].

3.2 Алгоритм пуска/останова системы

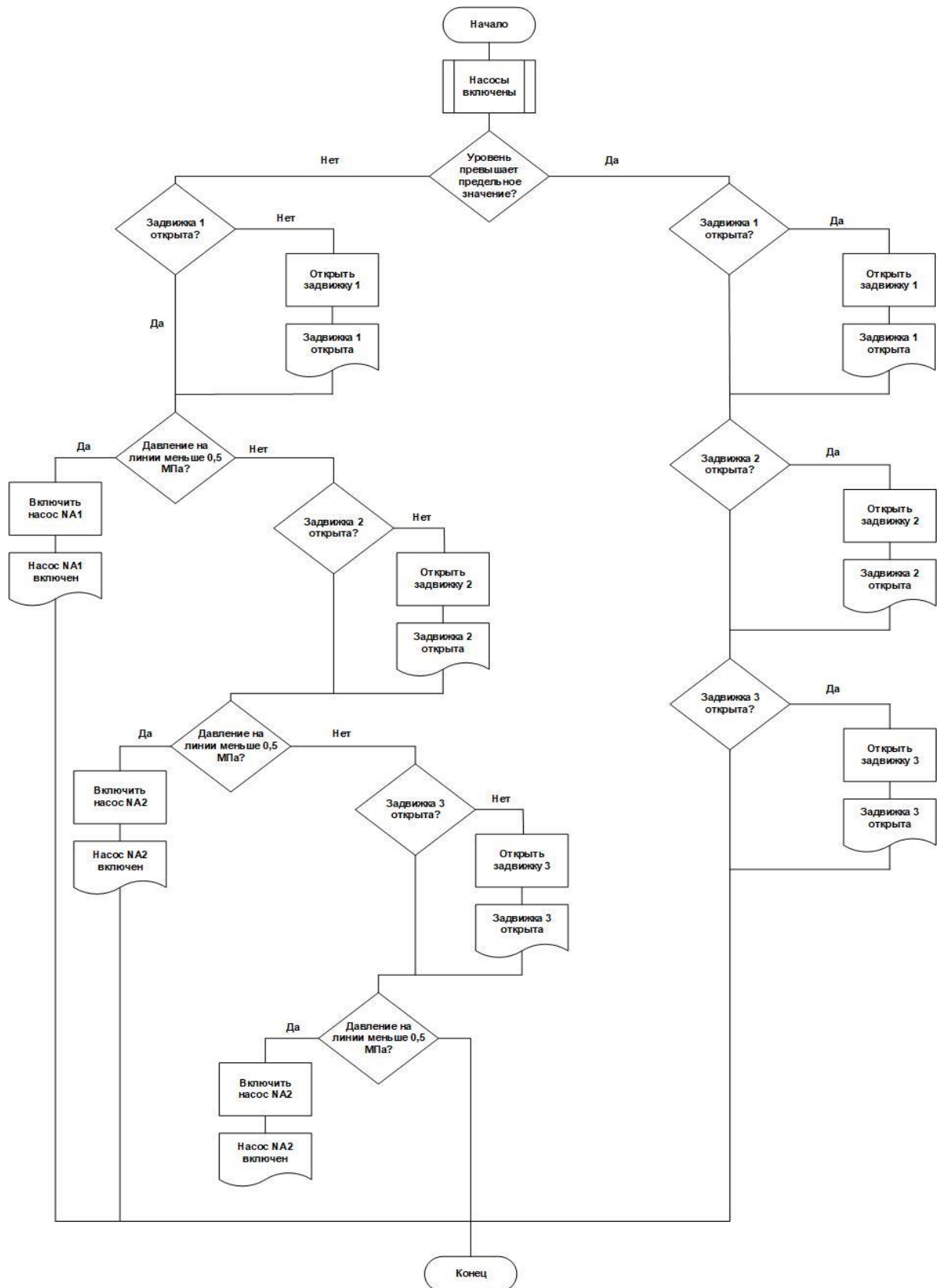


Рисунок 18 – Алгоритм пуска/останова насоса

3.3 Математическая модель системы

Разработаем контур управления расходом нефтегазожидкостной смеси на входе ДНС. Расход жидкости определяется положением задвижки на всасывающем трубопроводе.

Требуется определить закон регулирования задвижки (реализующий функцию ПИД-регулятора). Проведем математическое моделирование ОУ. В первую очередь необходимо определить модель ОУ. Поток жидкости имеет передаточную функцию по расходу, представляющую собой апериодическое звено с задержкой (1).

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

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q}, \quad (2)$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad (3)$$

$$c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta P g}}, \quad (4)$$

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

ρ – плотность жидкости;

d – диаметр трубы;

f – площадь сечения трубы;

Δp – перепад давления на трубопроводе;

τ_0 – запаздывание;

T – постоянная времени.

Для данного объекта характерны следующие значения параметров:

$L=20\text{м};$

$Q=100\text{м}^3/\text{ч} = 0,028 \text{ м}^3/\text{с};$

$\Delta p = 1\text{Мпа};$

$f = \frac{\pi D_y^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 0.1^2}{4} = 0.00785 \text{ м}^2;$

$\rho = 850 \text{ кг/м}^3$

Далее, подставив численные выражения в формулы (2,3,4), получим:

$$c = \frac{0,028}{0,00785} \sqrt{\frac{850}{2 \cdot 10^2 \cdot 10}} = 0,023c,$$

$$\tau_0 = \frac{20 \cdot 0,00785}{0,028} = 7c,$$

$$T = \frac{2 \cdot 20 \cdot 0,00785 \cdot 0,023}{0,0028} = 0,05c,$$

В результате математическая модель ОУ принимает следующий вид:

$$\Delta(s) = \frac{1}{0,05 + 1},$$

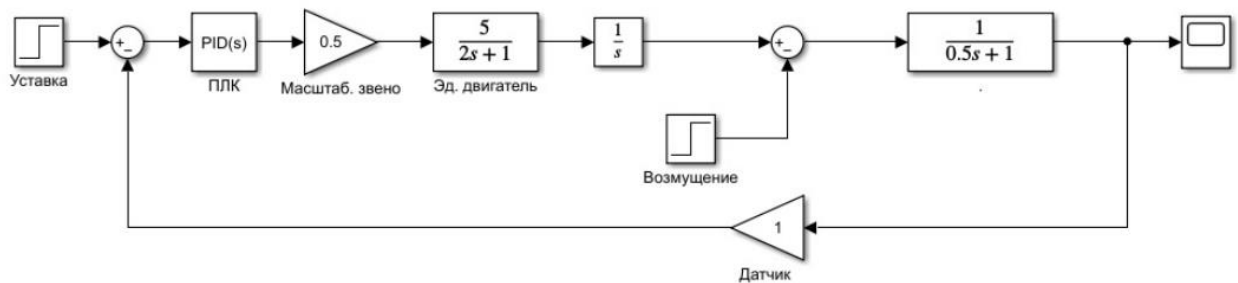


Рисунок 19 – Структурная схема автоматического регулирования давления с возмущением

Регулирующий орган описывается с помощью замкнутого контура. В прямой цепи этого контура стоит аperiodическое звено первого порядка (электромеханическая составляющая), звено RateLimiter, ограничивающее скорость изменения сигнала, интегратор, преобразующий угловую скорость в угол перемещения и звено ограничения Saturation, ограничивающее угол поворота.

Кроме того, на систему также оказывают негативное влияние внешние воздействия, которые могут быть вызваны как изменением окружающей среды, так и механическим воздействием на объект. Все воздействия были учтены и отражены в проектируемой модели (рисунок 20).

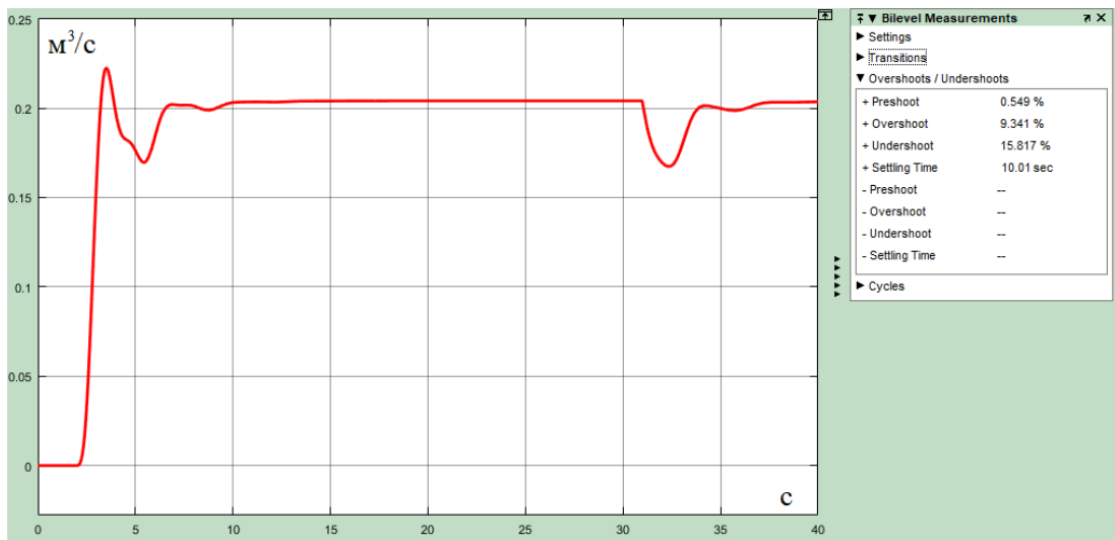


Рисунок 20 – График переходного процесса

В результате проведения вычислений получили систему, удовлетворяющую всем характеристикам.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения

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

4.1 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект [35]. Оценка проведения процедуры QuaD представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес	Баллы	Максимальный бал	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
Точность	0,1	90	100	0,9	9
Надежность	0,2	100	100	1	20
Отказоустойчивость	0,2	100	100	1	20
Самодиагностика	0,1	90	100	0,9	9
Быстрота реагирования	0,15	100	100	1	15
Простота эксплуатации	0,05	80	100	0,8	4
Компактность	0,1	80	100	0,8	8
Простота конструкции и ремонтпригодность	0,1	80	100	0,8	8
Итого	1	720	800	6,2	93

В результате проведенного анализа, средневзвешенное значение получилось равное 93, поэтому можно сделать вывод, что данный проект будет иметь высокие шансы быть лидером на рынке контроллерного оборудования систем противоаварийной защиты.

4.2 SWOT-анализ

Для исследования внутренней и внешней среды проекта был проведен комплексный анализ научно-исследовательского проекта – SWOT-анализ. Итоговая матрица SWOT-анализа, полученная в результате реализации всех этапов исследования, приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Матрица SwOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Небольшая длительность переходного процесса. С2. Стоимость реализации. С3. Удобный интерфейс SCADA С5. Масштабируемость.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Существенное перерегулирование Сл2. Потребность в ресурсах памяти. Сл3. Отсутствует шумоподавление.</p>
<p>Возможности: В1. Использование существующего ПО В2. Выход на иностранный рынок. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p>	<p>В3С2. За счет низкой стоимости и высокой доступности, можно привлечь новых потребителей, заинтересованных в приобретении инновационной системы управления. В1С3. Простота и удобство системы существующего и распространенного программного обеспечения позволит снизить расходы на обучение персонала. В1С2. Низкая стоимость проекта позволит конкурировать с иностранными компаниями за рубежом.</p>	<p>В2Сл4. При выходе на иностранный рынок возможно увеличение клиентской базы. В1Сл1Сл3. Индивидуальная калибровка компонентов системы с помощью существующего ПО позволит уменьшить помехи и перерегулирование на программном уровне.</p>
<p>Угрозы: У1. Увеличение стоимости ресурсов. У2. Появление на рынке наиболее совершенных систем от конкурентов. У3. Отсутствие спроса на новые технологии.</p>	<p>У1С5. Снизить стоимость проекта при увеличении стоимости ресурсов возможно, установив упрощенные комплектации с возможностью дальнейшего расширения. У2С3. Простая и удобная система управления позволит конкурировать с новыми сложными системами.</p>	<p>У1Сл2. Увеличить спрос на проект при растущей стоимости ресурсов возможно за счет использования компонентов меньшей стоимости или с упрощенной комплектацией.</p>

Таким образом, реализовать возможности проекта можно, используя сильные стороны разрабатываемой системы: низкую стоимость, удобный интерфейс SCADA и масштабируемость проекта. Слабые стороны и наличие угроз снижают конкурентоспособность продукта [36].

4.3 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

1. определение структуры работ в рамках научного исследования;
2. определение участников каждой работы;
3. установление продолжительности работ;
4. построение графика проведения научных исследований.

Для реализации проекта необходимы исполнители в лице руководителя и инженера. Перечень этапов, работ и исполнителей приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Теоретические исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих систем	Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
	5	Подбор компонентов для реализации системы	Инженер
Экспериментальное исследование	6	Построение моделей и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка полученных результатов	Руководитель

Продолжение таблицы 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер
	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
	12	Составление схемы информационных потоков	Инженер
	13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер
	16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер
	17	Проектирование SCADA-системы	Инженер
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Инженер

4.4 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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

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

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

4.5 Разработка графика проведения научного исследования

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

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.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Коэффициент календарности (2021)

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22 \quad (5)$$

Все значения, полученные при расчетах приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	$t_{\min i}$, чел-дни		$t_{\max i}$, чел-дни		$t_{\text{ож } i}$, чел-дни					
	Р	И	Р	И	Р	И	Р	И	Р	И
Составление и утверждение технического задания	2		4		2,8		2,8		3	
Подбор и изучение материалов по теме		2		5		3,2		3,2		4
Изучение существующих систем		2		4		2,8		2,8		3
Календарное планирование работ по теме	2	2	3	3	2,4	2,4	1,2	1,2	2	2

Продолжение таблицы 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Подбор компонентов для реализации системы		3		5		3,8		3,8		5
Построение моделей и проведение экспериментов		4		7		5,8		5,8		7
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1	1
Оценка полученных результатов	1		3		1,4		1,8		2	
Определение целесообразности проведения ОКР	1		2		1,4		1,4		2	
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA		1		2		1,4		1,4		4
Составление перечня вход/выходных сигналов		1		2		1,4		1,4		2
Составление схемы информационных потоков		1		2		1,4		1,4		2
Разработка схемы внешних проводок		1		3		1,8		1,8		2
Разработка алгоритмов сбора данных		1		2		1,4		1,4		2
Разработка алгоритмов автоматического регулирования		2		4		2,8		2,8		3

Продолжение таблицы 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Разработка структурной схемы автоматического регулирования		1		2		1,4		1,4		2
Проектирование SCADA-системы		3		5		3,8		3,8		4
Составление пояснительной записки		1		3		1,8		1,8		2
Итого	8,1	33,9	12	43						

На основе полученной таблицы строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ с разбивкой по месяцам и декадам. График работ приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Календарный план-график выполнения проекта

№ работ	Вид работ	Длительность	Месяц												
			Март			Апрель			Май						
			1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	Составление и утверждение технического задания	3	■												
2	Подбор и изучение материалов по теме	4		■											
3	Изучение существующих систем	3			■										
4	Календарное планирование работ по теме	2				■									
5	Подбор компонентов для реализации системы	5					■								

4.6 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (6)$$

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.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками) [37].

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 12.

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Картридж для цветного принтера	Шт.	2	3000	6000
Ручка шариковая	Шт.	10	15	150
Бумага для принтера	Шт.	1	600	600
Дырокол	Шт.	1	250	250
Картридж для чёрно-белого принтера		2	2200	4400
Итого:				11400

Допустим, что коэффициент, учитывающий транспортно-

заготовительные расходы составляет 15 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом коэффициента равны:

$$Z_m = 1,15 \cdot 11400 = 13110 \text{ руб.}$$

4.7 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением программного оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам. Расчет затрат по данной статье приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Затраты на приобретение ПО

Наименование	Единица измерения Кол-во	Кол-во.	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Matlab	Шт.	1	9500	9500
Microsoft Office 2016	Шт.	1	10900	10900
Ноутбук	Шт.	1	30000	30000
Принтер	Шт.	1	6000	6000
Итого				56400

4.8 Основная заработная плата исполнительной системы

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

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (8)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 14);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где, Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные дни	52	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени на отпуск:		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{окл} \cdot k_p, \quad (10)$$

где, $Z_{\text{окл}}$ – оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,5 (для Томской области).

Таблица 15 – Расчет основной оплаты

Исполнители	$Z_{\text{окл}}$, руб.	$k_{\text{р+}}$ северная надбавка	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель проекта	33664	1,5	43763,2	1813,3	8,1	14685,3
Исполнители	$Z_{\text{окл}}$, руб.	$k_{\text{р+}}$ северная надбавка	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Инженер	12663	1,5	16461,9	682,1	33,9	23123,19
Итого:						37808,49

4.9 Дополнительная заработная плата исполнительской системы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (11)$$

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

Дополнительная заработная плата представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	$k_{\text{доп}}$, руб.	$Z_{\text{осн}}$, руб	$Z_{\text{доп}}$, руб.
Руководитель проекта	0,12	14 685,3	1 468,3
Инженер		23 123,49	2 312,35
Итого:			3780,65

4.10 Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье отражаются обязательные отчисления по установленным законодательствам Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя

из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

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

На 2022 год в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 № 212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Сумма страховых взносов представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель проекта	Инженер
Основная заработная плата, руб.	14 685,3	23 123,19
Дополнительная заработная плата, руб.	1 468,53	2 312,35
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Сумма отчислений	4 377,69	4 377,69
Итого	11 70,71	

4.11 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}} \quad (13)$$

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{амор}}),$$

где, $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

$$Z_{\text{накл}} = (13110 + 56400 + 37808,49 + 3780,65 + 24034,90) * 0,16 = 21361,44 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НТИ по форме,

приведенной в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	13110
2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	56400
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	37808,49
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3780,65
4. Отчисления во внебюджетные фонды	24034,90
5. Накладные расходы	21 361,44
6. Бюджет затрат НТИ	156495,48

Проанализировав полученный результат, можно сделать вывод, что основная статья бюджета затрат расходуется на оплату труда исполнителям НИ. Общая сумма затрат на научное исследование составило 15649648 рубля.

4.12 Интегральный показатель ресурсоэффективности

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального финансового показателя, определяемого по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (14)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в форме таблицы (таблица 19).

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2 (без АСУ)
Материалоемкость	0,05	3	4
Надежность	0,1	5	3
Производительность	0,25	5	3
Удобство и эксплуатация	0,15	5	3
Энергосбережение	0,25	3	4
Безопасность	0,2	5	3
ИТОГО	1	26	20

$$I_{p1} = 0.05 \cdot 3 + 0.1 \cdot 5 + 0.25 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.25 \cdot 3 + 0.2 \cdot 5 = 4.4$$

$$I_{p2} = 0.05 \cdot 4 + 0.1 \cdot 3 + 0.25 \cdot 3 + 0.15 \cdot 3 + 0.25 \cdot 4 + 0.2 \cdot 3 = 3.3$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр}} \quad (15)$$

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

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (19)$$

Таблица 20 – Эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2 (без АСУ)
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,85
2	Интегральный показатель ресурсоэффективной разработки	4,4	3,3
3	Интегральный показатель эффективности	4,4	3,88
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,13	1

Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель проекта;

Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 129827,75 рублей.

5 Социальная ответственность

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом ДНС. Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. Задачей оператора АСУ является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций.

Таким образом большая часть работы ведется с использованием персонального компьютера в закрытом помещении, то наиболее значимыми факторами являются микроклимат помещения, освещение, шум, электромагнитное излучение, рабочая поза. Также необходимо учесть факторы, влияющие на электробезопасность и пожарную безопасность, и рассмотреть, вопросы ее организации на предприятии нефтегазовой отрасли.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации

Согласно трудовому кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти– или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику.

Наиболее подходящим является сменный режим рабочего времени. Сменный режим работ обеспечивает непрерывный режим обслуживания работы нефтеперекачивающей станции. При сменной работе каждая группа работников должна производить работу в течение установленной

продолжительности рабочего времени в соответствии с графиком сменности [7].

В процессе осуществления трудовой деятельности на сотрудника отдела автоматизации технологических процессов 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.

5.2 Анализ вредных и опасных факторов

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Опасные и вредные факторы при работе оператора АСУ ТП

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Внедрение	Эксплуатация	
Повышенный уровень шума на рабочем месте;	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [4]. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности [5]
Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [2].

Продолжение таблица 21 – Опасные и вредные факторы при работе оператора АСУ ТП

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Внедрение	Эксплуатация	
Повышенный уровень электромагнитных излучений;	+	+	+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля [8].
Недостаточная освещённость рабочей зоны;	-	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [1].
Поражение электрическим током.	+	+	+	ГОСТ 12.1.019 – 2017. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [10].
Пожаро-взрывобезопасность.	+	+	+	ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования [13]. ППБО-85 Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности [12].

5.3 Отклонение показателей микроклимата

Высокая производительность и комфортность труда на рабочем месте оператора АСУ зависит от микроклимата.

По степени физической тяжести работа оператора АСУ относится к категории легких работ [2].

Помещение должно быть обеспечено оптимальными параметрами микроклимата, которые установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния персонала.

В соответствии с временем года и категории тяжести работ определены оптимальные показатели климата помещения согласно требованиям СанПин и приведены в таблице [22].

Таблица 22 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочем месте

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	23-25	40-60	0,1
Теплый	20-22	40-60	0,1

В зимнее время года параметры определяются тепловой мощностью системы отопления и теплозащитными качествами наружной стеной с одним или несколькими окнами.

Летний период года, определяется по параметрам наружной средой, и естественным воздухообменом в помещении, либо кондиционировании [3].

5.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение рабочего места, затрудняет длительную работу, при этом вызывает повышенную утомляемость и способствует развитию близорукости. Слишком низкое освещение и длительное пребывание в световой среде с ограниченным спектральным составом света вызывает апатию, сонливость и чувство тревоги [1].

Рабочая зона оператора АСУ должна освещаться таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрение, а также исключение попадания лучей источника света в глаза.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 23 [1].

Таблица 23 – Требования к освещению на рабочих местах

Освещённость на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатели ослепленности	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15

Уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ.

5.5 Повышенный уровень шума

Шум снижает производительность труда на промышленных объектах на (25 – 30%) при этом возникает опасность травматизма и приводит к профессиональным заболеваниям [4].

Уровень допустимого звукового давления на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 24.

Таблица 24 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ					Уровень звука, дБ
	63	125	250	500	1000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

В качестве мер по снижению шума, в первую очередь следует использовать средства коллективной защиты. Наиболее эффективной защитой от шума, было бы создание специальных архитектурно-строительных решений на этапе проектирования рабочего места.

В качестве СИЗ от шума работником могут быть использованы специальные противочумные наушники, которые обезопасят специалиста от вредного воздействия шумов и помогут сделать условия работы более комфортной [5].

К средствам индивидуальной защиты относятся:

1. уменьшение шума в источнике его возникновения;
2. изменение направленности излучения шума;
3. акустическая обработка помещения;
4. уменьшение шума на пути его распространения от источника до рабочего места (использование глушителей шума, защитные экраны).

5.6 Электромагнитное излучение

Электромагнитным излучением называются излучение, прямо или косвенно вызывающие ионизирующие среды. Контакт с электромагнитными излучениями представляют собой серьезную опасность для человека.

Электромагнитное излучение принципиально отличается от остальных вредных факторов тем, что распространяется во всех направлениях и оказывает воздействие не только на пользователя, но и на окружающих [7].

Спектр излучения компьютерного монитора включает в себя рентгеновскую, ультрафиолетовую инфракрасную область, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Электромагнитные поля с чистотой 60Гц могут инициировать биологические сдвиги в клетках живого организма [8].

Монитор, системный блок, и принтер – генерируют электромагнитное излучение в очень широком диапазоне частот. Но именно излучение монитора является более мощным [8].

Для снижения воздействия излучений, применяют следующие меры:

1. расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см;
2. применение экранных защитных фильтров, а также средств индивидуальной защиты [8].

5.7 Экологическая безопасность

На месторождении могут возникнуть различные чрезвычайные ситуации. Путем ежегодного анализа оценок специалистов, учитываются климатические условия, после которых можно спрогнозировать виды ЧС.

Природного характера:

1. лесные и торфяные пожары;
2. сильные морозы (ниже -40°C);
3. метели и снежные заносы.

Техногенного характера:

1. пожары;
2. отключение электроэнергии;
3. взрывы;
4. массовые выброс транспортируемого вещества (авария трубопровода).

Особенностью большинства объектов нефтегазовой отрасли является наличие значительного объема нефти и газа, что обуславливает возникновение аварий, пожаров, взрывов, затоплений, опасного поражения местности и выбросы в атмосферу сильнодействующих ядовитых веществ.

Наибольшую опасность представляет собой, ведение спасательных и неотложных аварийно-спасательных работ на производстве нефтегазовой промышленности представляют пожары, возникающие при разрушении технологических емкостей, аппаратов, оборудования и трубопроводов, вследствие коррозии, сильная загазованность помещений или открытых площадок, грозящая отравлениями и взрывами, а также задымленность и затопление нефтью прилегающую территорию и окружающую местность [11].

Для предотвращения аварий, связанных с разрушением трубопровода вследствие воздействий на него коррозии с 1995 года на предприятии широко внедрена антикоррозийная обработка нефтесборных внутрипромысловых сетей, что позволяет сократить количество аварий, а также приостановить прирост площадей земель, загрязненных нефтью. Контроль за коррозионным

состоянием системы нефтегазосбора позволяет своевременно определять коррозионную агрессивность транспортируемой по трубопроводам среды [11].

Спасательные работы на задымленных и загазованных участках в первую очередь направлены на эвакуацию из опасной зоны в безопасные места всех незащищенных местных жителей и сотрудников предприятия [11].

К характерным видам спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ на объектах нефтегазовой промышленности относятся также:

1. сбор и тушение растекающейся горячей нефти и нефтепродуктов или их отходов в безопасные места;
2. охлаждение горящих и соседних ёмкостей, аппаратов и другого оборудования;
3. создание дополнительных ограждающих валов;
4. перекачка нефти и нефтепродуктов из горящих, разрушенных или поврежденных аппаратов в свободные или специальные аварийные ёмкости;
5. отключение аварийных участков и и т.д.

Основные мероприятия по охране окружающей среды включает в себя:

1. полную герметизацию технологического оборудования;
2. автоматическое регулирование уровней и давлений в аппаратах;
3. аварийную сигнализацию предельных значений регулируемых параметров;
4. сбор и максимальное использование попутного нефтяного газа;
5. локализация аварийных разливов нефти.

Продукты зачистки нефтепромыслового оборудования передвижными средствами вывозятся в шлакоотстойники товарного парка на установку по отмывке шлаков и грунта [11].

5.8 Пожарная безопасность

Во всех производственных помещениях ДНС существует вероятность возникновения пожароопасной ситуации.

Технологическая площадка ДНС тушится с помощью пожарных гидрантов. Установленных на противопожарном кольце. Необходимый запас пожарных рукавов, пожарных колонок хранятся в складе хранения пожарного инвентаря, расположенном на территории дожимной насосной станции. Запас пенообразователя согласно утвержденным нормам хранится в резервуаре хранения пенообразователя. Тушение аварийного РВС предусмотрено с помощью пожарной водонасосной.

В соответствии с требованиями норм тушения пожаров на объекте обеспечивается передвижными средствами и первичными средствами пожаротушения [12].

Для тушения пожара на объекте предусмотрен комплекс мероприятий и средств пожаротушения. Для принятия мер по тушению пожара до прибытия подразделения противопожарной службы, имеется запас пожарно-технического оборудования.

Противопожарные средства и системы состоит из:

1. пена;
2. вода;
3. генераторы пены;
4. индивидуальные пенопроводы на отдельных объектах;
5. соединительные головки за обвалованием для присоединения пожарной технике;
6. пульт управления и мнемосхему в операторной с системой извещателей в очаге огня.

Здания, сооружения и наружные установки оснащены первичными средствами пожаротушения.

Количество и тип огнетушителей выбран в соответствии с категорией здания по взрывопожарной опасности, предельно защищаемой площади и классу пожара. Для оснащения противопожарным инвентарем на территории объекта установлены пожарные щиты. Комплектация противопожарным

инвентарем, выполнена согласно норм оснащения пожарных щитов типа ЩП-В [13].

На объекте принята централизованная структура контроля за установками автоматической пожарной сигнализации, из помещения операторной.

В случае возникновения пожара предпринять следующие действия:

1. отключить все приборы, которые не связаны с производственным процессом;
2. закрыть все окна, двери;
3. знать и уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения, которые располагаются в помещениях и на территории объекта;
4. обеспечить безопасный выход, по путям, указанным в плане эвакуации (рисунок 1);
5. сообщить в экстренную службу по номеру 112 (доложить непосредственному начальнику или выше стоящему руководству);
6. принять меры по ликвидации очага возгорания, до прибытия наряда пожарных.



Рисунок 1– План эвакуации людей при пожаре

Вывод по разделу

Проанализировав условия труда на рабочем месте, можно сделать вывод, что они удовлетворяют необходимым нормам и в случае соблюдения техники безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении безопасна и не приведет к ухудшению здоровья работника.

Само помещение и рабочее место в нем удовлетворяет всем нормативным требованиям. Кроме того, действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение, шум и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в соответствующих нормативных документах.

Относительно вопроса об экологической безопасности можно сказать, что деятельность в помещении не представляет опасности окружающей среде.

Работа дожимной насосной станции не наносит вреда окружающей среде. Ход технологического процесса полностью управляется и контролируется с помощью систем автоматизации, все вредные выбросы и отходы производства жестко регламентируются и подвергаются утилизации или обезвреживанию.

Во избежание негативного влияния на здоровье делаются перерывы при работе с ПК.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, разработана система автоматизированного управления дожимной насосной станцией. Был изучен технологический процесс перекачки нефти на ДНС. Проработана структурная схема комплекса технических средств по трехуровневому иерархическому принципу, разработаны функциональные схемы автоматизации, схемы внешних проводок и их подключения к контроллерному оборудованию.

Выбраны датчики, осуществляющие сбор данных на установке. Выбран датчик давления, датчик температуры, датчик уровня, датчик расхода нефти.

Разработаны экранные формы в среде CoDeSyS предназначенные для осуществления контроля и оперативного реагирования на изменения технологического процесса насосами.

Разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации.

Таким образом, модернизация автоматизированная система управления дожимной насосной станции имеет высокую гибкость, было обеспечено автоматический контроль технологических параметров технологического процесса, позволяющую улучшать данную автоматизированную систему управления в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями.

Список используемых источников

1. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> – Дата обращения: 26.05.2022.
2. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> – Дата обращения: 27.05.2022.
3. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> – Дата обращения: 28.05.2022.
4. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> – Дата обращения: 28.05.2022.
5. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200291> – Дата обращения: 28.05.2022.
6. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> – Дата обращения: 20.05.2022.
7. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) – [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> – Дата обращения: 20.05.2022;
8. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200272> – Дата обращения: 29.05.2022.

9. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001020> – Дата обращения: 29.05.2022.

10. ГОСТ 12.1.019 – 2017. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238> – Дата обращения: 29.05.2022.

11. ГОСТ 17.1.3. 13-86 Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003200> – Дата обращения: 23.05.2022.

12. ППБО-85 Правила пожарная безопасности в нефтяной промышленности. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/898902441> – Дата обращения: 23.05.2022.

13. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> – Дата обращения: 23.05.2022.

14. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.

15. РД-35.240.50-КТН-109-17 Автоматизация и телемеханизация технологического оборудования площадочных и линейных объектов. Основные положения. [Электронный ресурс] – URL: https://niitn.transneft.ru/u/ovp_main_pdf_file/4731/rd-35.240.50-ktn-109-17_sr.pdf – Дата обращения: 20.04.2022.

16. ГОСТ Р ИСО 20815-2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность, 2014. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200109647> – Дата обращения: 14.06.2022.

17. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для

строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – Режим доступа URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108003/> – Дата обращения: 21.04.2022.

18. ГОСТ 14254-96 Межгосударственный стандарт степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP). [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005021>– Дата обращения: 14.06.2022.

19. ГОСТ Р 8.674-2009 Общие требования к средствам измерений и техническим системам, и устройствам с измерительными функциями. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200082193>– Дата обращения: 01.06.2022.

20. Дожимная насосная станция – [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://petrolibrary.ru/ustanovka-predvaritelnogo-sbrosa-vodyi-upsv-dozhimnaya-nasosnaya-stancziya-dns.html> – Дата обращения: 21.04.2022.

21. ГОСТ Р 2.701-2008 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования выполнения. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200069439> – Дата обращения: 01.05.2022.

22. Руководство по эксплуатации Датчик давления Эни-100. [Электронный ресурс] – URL: <https://shamrin.ru/datchik-davleniya-eni-100-rukovodstvo-po-ekspluatatsii/>– Дата обращения: 21.05.2022.

23. Руководство по эксплуатации Датчик давления ЭЛЕМЕР-100. [Электронный ресурс] – URL: <http://теплоприбор.рф/catalog/elemer-100/>– Дата обращения: 21.05.2022.

24. Руководство по эксплуатации Датчик давления Rosemount 3051С. [Электронный ресурс] – URL: https://www.pea.ru/docs/fileadmin/files/emerson/datch_dav/Rosemount_3051S.pdf – Дата обращения: 21.05.2022.

25. Руководство по эксплуатации Датчика температуры ТС-1187 Exd. [Электронный ресурс] – URL: <http://теплоприбор.рф/catalog/ts-1187-exd/>

termometry-soprotivleniya/ – Дата обращения: 21.05.2022.

26. Руководство по эксплуатации Датчика температуры Метран 280. [Электронный ресурс] – URL: <https://industrialisation.ru/mtpt288/?yclid=4923952046232567807> – Дата обращения: 21.05.2022.

27. Руководство по эксплуатации Датчика уровня ЭЛЕМЕР-УР-31. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.elemer.ru/catalog/urovnevery-signalizatory-urovnya-i-potoka/urovnevery/elemer-ur-31/4923952046232567807> – Дата обращения: 21.05.2022.

28. Руководство по эксплуатации Датчика расходомера ЭМИС-ВИХРЬ 200. [Электронный ресурс] – URL: https://emis-kip.ru/ru/prod/vihrevoj_rashodomer/ – Дата обращения: 21.05.2022.

29. Руководство по эксплуатации исполнительного механизма ASCO 223. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.wexon.ru/asco-223/> – Дата обращения: 21.05.2022.

30. Руководство по эксплуатации исполнительного механизма РэмТЭК-02. [Электронный ресурс] – URL: <https://armtorg.ru/articles/item/5405/> – Дата обращения: 21.05.2022.

31. Руководство по эксплуатации программируемого логического контроллера МКLogic-500. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.nefteavtomatika.ru/ru/sup/industrial-automation-facilities-and-systems/plk/plk-serii-mklogic-500/> – Дата обращения: 29.05.2022.

32. Руководство по эксплуатации программируемого логического контроллера REGUL R500. [Электронный ресурс] – URL: <https://prosoftsystems.ru/catalog/show/programmiruemyj-logicheskij-kontroller-regul-r500/> – Дата обращения: 29.05.2022.

33. Кабель.РФ – Режим доступа URL: https://cable.ru/cable/group-kvvg_hl_description.php – Дата обращения: 22.04.2022.

34. ГОСТ 19.701-90 Межгосударственный стандарт единая система программной документации – Режим доступа URL:

<https://docs.cntd.ru/document/9041994> – Дата обращения: 22.04.2022.

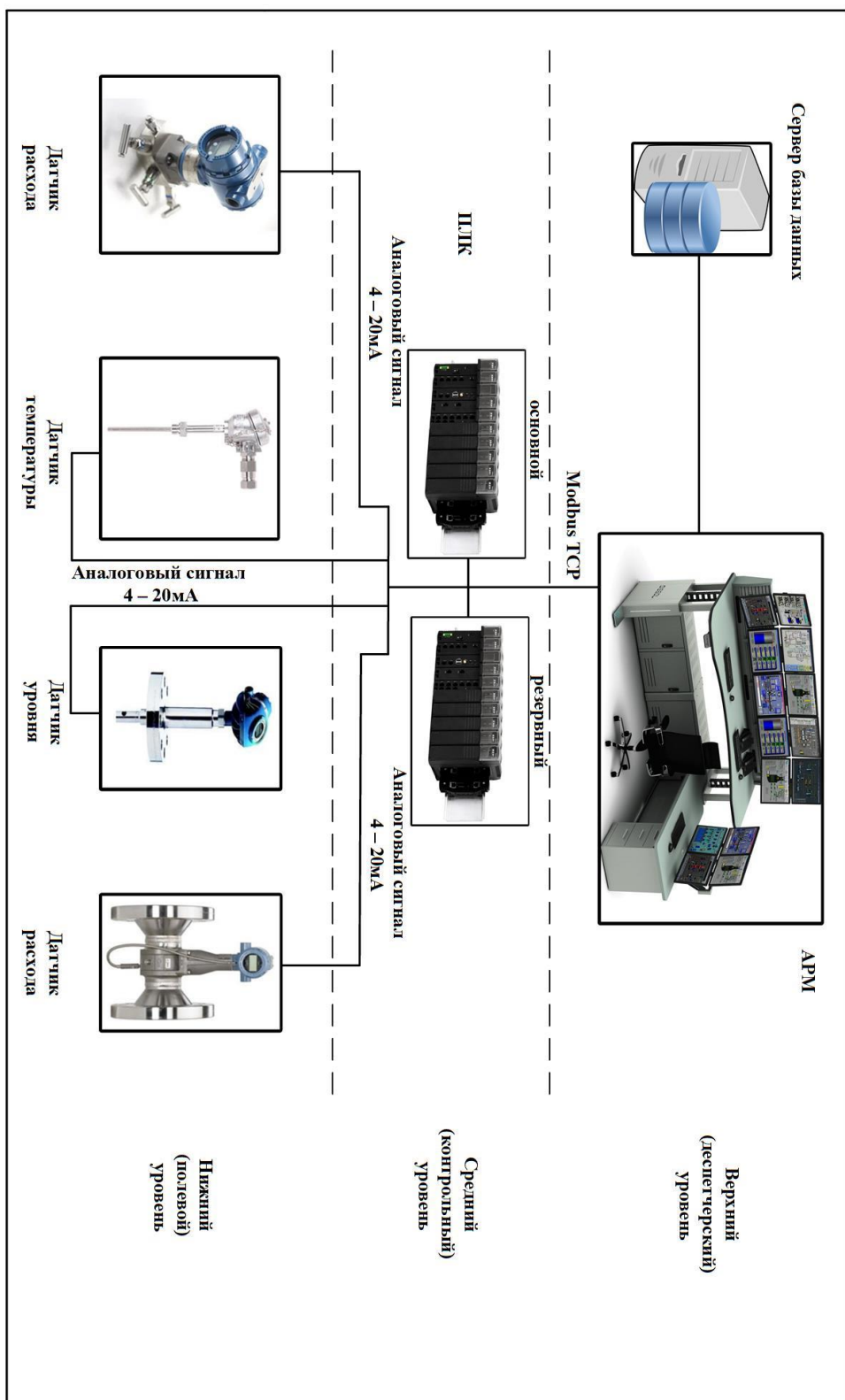
35. Технология Quad. Режим доступа URL:
https://studopedia.ru/11_133776_tehnologiya-QuaD.html – Дата обращения:
22.05.2022.

36. SWOT – анализ. Режим доступа URL:
<https://blog.calltouch.ru/glossary/swot-analiz/> – Дата обращения: 29.04.2022.

37. Основная и дополнительная заработная плата – Режим доступа
URL: <https://www.v2b.ru/articles/osnovnaya-i-dopolnitelnaya-zarabotnaya-plata-raschet-nachisleniy/> – Дата обращения: 23.04.2022.

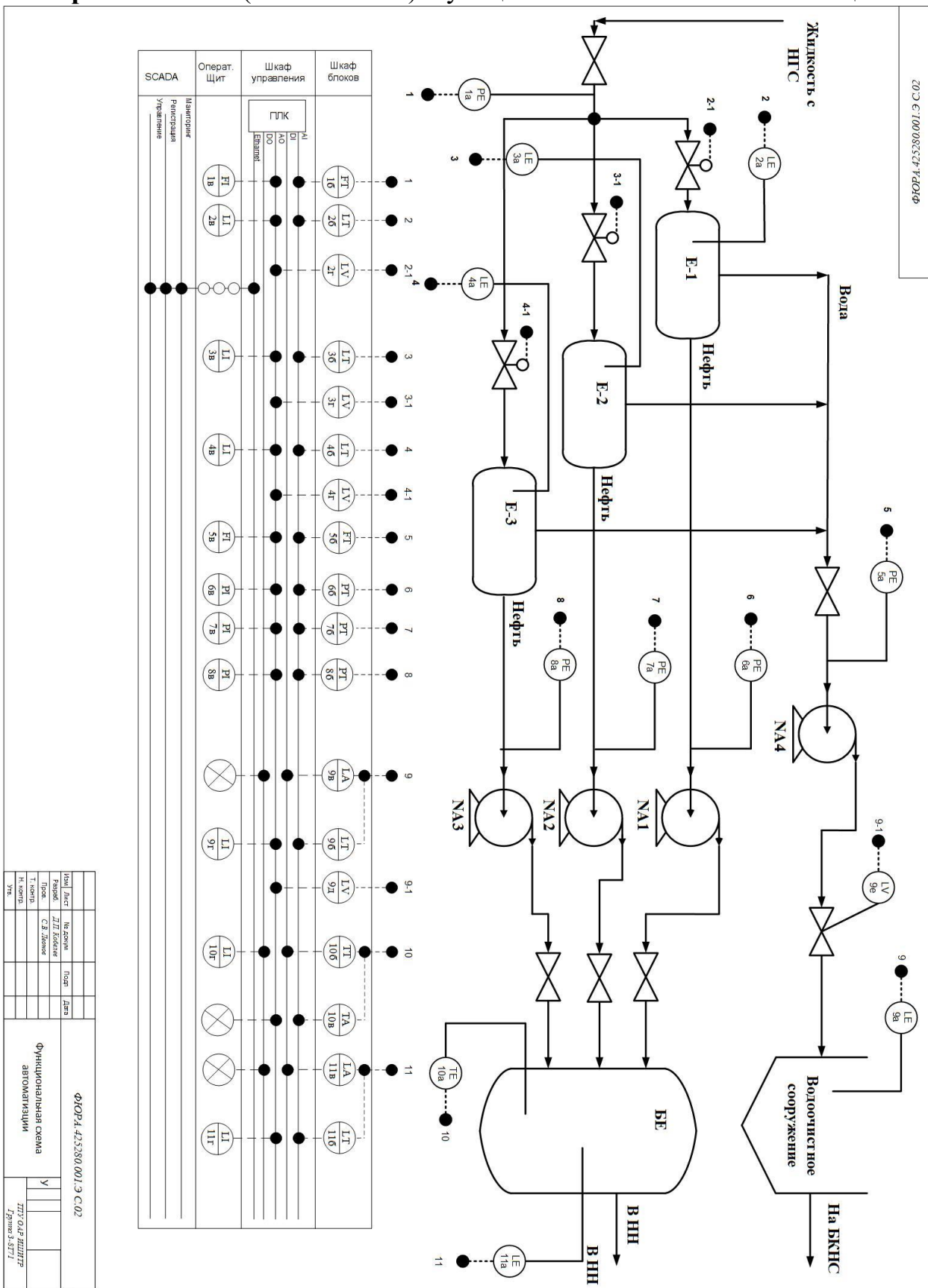
Приложение А (обязательное) Структурная схема

10.С.Е.100.008.05.01.Т.00.Ф



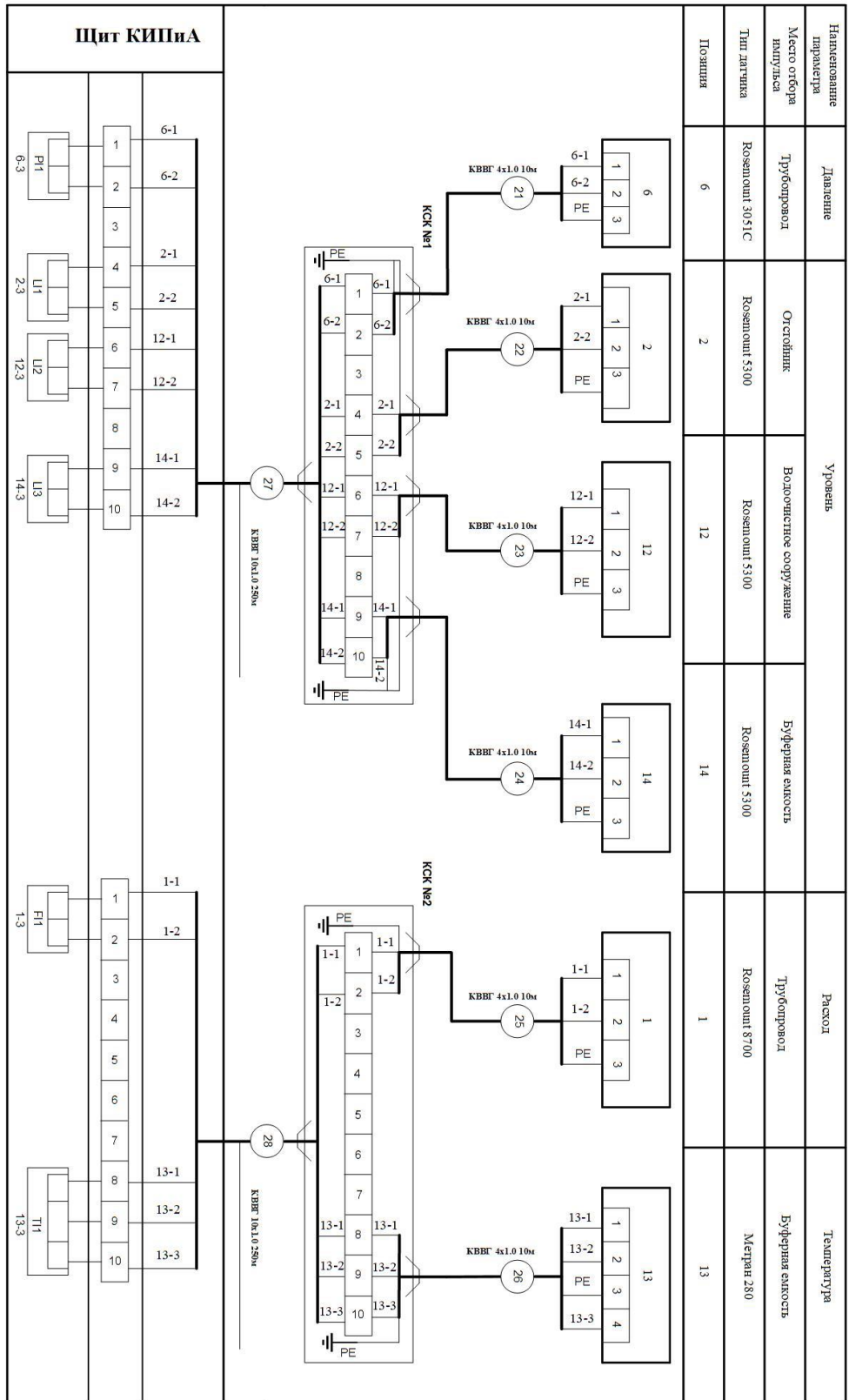
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Редок.	2/2	Кодифик.		
Т. номер	С.Э. Ломов			
Т. номер				
УИХ				
ФЮБ.4.423280.001.Э.С.01				
Трехуровневая структура АС				
У				
Итого в ИИПР 1 блок в.с.т.1				

Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации



Приложение В (обязательное) Соединение внешних проводов

80 С.С. 100085С7-РАОФ



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Д.И. Козлов		
		Проект		
		С.В. Золотов		
		Г. Ковалев		
		И. Ковалев		
		И.И. Ковалев		

ФЮРА.425280.001.Э.С.03

Схема внешних соединений

Итого листов: 1
№: 1

Листов в сборе: 1