

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
Проектирование автоматизированной системы управления дожимной насосной станции.
УДК 004.896-047.84:622.765622.012(574)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Бреслова Алина Николаевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин А.В.	к.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Тутов И.А.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А.В.	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Воронин А.В.	к.т.н., доцент		
Руководитель ОАР	Леонов С.В.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения.
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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

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

Уровень образования – бакалавр

Отделение школы (НОЦ) – отделение Автоматизации и робототехники

Период выполнения – весенний семестр 2018/2019 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	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

	Функциональные схемы автоматизации; Принципиальная технологическая схема; Схема внешних проводок.
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Бреслова Алина Николаевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Бреслова Алина Николаевна

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.</i>	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов.</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Организация и планирование работ</i>	
2. <i>Расчет сметы затрат на выполнение проекта</i>	
3. <i>Определение экономической эффективности проекта</i>	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
1. <i>Линейный график работы</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Бреслова Алина Николаевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Бреслова Алина Николаевна

Школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

«Проектирование автоматизированной системы управления дожимной насосной станции»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования – дожимная насосная станция</p> <p>Метод исследования – анализ и синтез.</p> <p>Рабочая зона – операторная и площадка дожимной насосной станции</p> <p>Область применения – нефтегазовая промышленность.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p style="text-align: center;">1. Производственная безопасность:</p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ). – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – воздействие опасных и вредных факторов на организм человека; – определение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – определение средств индивидуальной защиты, если их применение необходимо. <p>Анализ выявленных опасных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (статическое электричество – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) <p>Вредные факторы: повышенный уровень ионизирующих и электромагнитных излучений от работы монитора, повышенный уровень шума оборудования, недостаточная освещенность рабочего места, некомфортный для работы микроклимат, монотонность работы, умственное напряжение, эмоциональные перегрузки.</p> <p>Опасные факторы: опасность поражения электрическим током.</p>
<p style="text-align: center;">2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); 	<p>Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – снижение потребления электроэнергии; – утилизация производственных отходов; <p>Ссылки на НТД по охране окружающей среды.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p><i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p><i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – правовые нормы трудового законодательства

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Бреслова Алина Николаевна		

Реферат

Пояснительная записка содержит 101 страниц машинописного текста, 20 таблиц, 27 рисунков, 1 список использованных источников из 16 наименований, 1 альбом графической документации.

Объектом исследования является технологический процесс дожимной насосной станции.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом дожимной насосной станции.

В процессе исследования проводились анализ и расследование технологического процесса, сравнительный анализ датчиков и исполнительных механизмов, разработка документации, разработка программного обеспечения и системы визуализации технологического процесса.

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.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ, ДОЖИМНАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ.

В работе использованы следующие обозначения и сокращения

- АС – автоматизированная система;
- АСУ – автоматизированная система управления;
- ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
- PCУ – распределенная система управления;
- ПО – программное обеспечение;
- КИП – контрольно-измерительные приборы;
- АРМ – автоматизированные рабочие места;
- ИБП – источник бесперебойного питания;
- ПЛК – программируемые логические контроллеры;
- SCADA – SupervisoryControlAndDataAcquisition;
- 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.

Содержание

Введение.....	14
1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	16
1.1 Назначение и цели создания системы	16
1.2 Характеристика объекта автоматизации	17
1.3 Требования к системе и ее составным частям	17
1.3.1 Требования к системе в целом	17
1.3.2 Требования к функционированию и структуре системы.....	19
1.3.3 Требования к сохранности данных при авариях.....	20
1.4 Требования к техническому обеспечению	21
1.4.1 Требования к техническим средствам полевого уровня	21
1.4.2 Требования к техническим средствам среднего уровня	22
1.4.2.1 Требования к кроссовым шкафам	22
1.4.2.2 Требования к техническому обеспечению	23
1.4.3 Требования к техническим средствам верхнего уровня	24
1.4.4 Требования к техническим средствам передачи сигналов и данных	25
1.5 Требования к программному обеспечению	26
1.5.1 Требования к программному обеспечению АРМ оператора.....	26
1.5.2 Требования к программному обеспечению автоматизированного рабочего места инженера.....	27
1.6 Требования к информационному обеспечению	28
2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	29
2.1 Стадии технологического процесса	29
2.2 Описание технологического процесса.....	30
3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	32
3.1 Разработка структурной схемы АС.....	32
3.2 Функциональная схема автоматизации	34
3.3 Разработка схемы информационных потоков.....	35
3.4 Выбор средств реализации АС	38
3.4.1 Выбор ПЛК	39
3.4.1.1 Программируемый логический контроллер МКLogic-500.....	39
3.4.1.2 Программируемый логический контроллер АС 800F.....	40
3.4.1.3 Программируемый логический контроллер ПЛК110-MS4	41
3.4.2 Выбор датчиков	43

3.4.2.1 Датчики давления.....	43
3.4.2.2 Датчики температуры.....	46
3.4.2.3 Датчики уровня.....	49
3.4.2.4 Датчики расхода.....	52
3.4.3 Выбор исполнительного устройства.....	54
3.4.3.1 Пневмоклапан Samson 3241 (в комплекте).....	54
3.4.3.2 Электропривод РэмТЭК-02.....	56
3.4.3.3 Электромагнитный клапан ASCO 223.....	57
3.5 Разработка схемы внешних проводок.....	58
4 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ.....	59
4.1 Алгоритм пуска/останова системы.....	61
4.2 Алгоритм сбора данных измерений.....	62
4.3 Алгоритм автоматического регулирования технологическим процессом ...	63
5 ЭКРАННЫЕ ФОРМЫ АСУ ТП.....	66
5.1 Разработка мнемосхем SCADA-системы.....	66
6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	68
6.1 Организация и планирование работ.....	68
6.1.1Продолжительность этапов работ.....	69
6.1.2 Расчет накопления готовности проекта.....	72
6.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	73
6.2.1 Расчёт затрат на материалы.....	73
6.2.2 Расчёт заработной платы.....	74
6.2.3 Расчёт затрат на социальный налог.....	74
6.2.4 Расчёт затрат на электроэнергию.....	75
6.2.5 Расчёт амортизационных расходов.....	75
6.2.6 Расчёт прочих расходов.....	76
6.2.7 Расчёт общей себестоимости разработки.....	76
6.2.8 Расчёт прибыли.....	77
6.2.9 Расчёт НДС.....	77
6.2.10 Цена разработки НИР.....	77
6.3 Оценка экономической эффективности проекта.....	77
7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	78
7.1 Производственная безопасность.....	79

7.1.1 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны (операторная дожимной насосной станции)	79
7.2 Экологическая безопасность	89
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	90
7.4 Правовые вопросы обеспечения безопасности.....	92
7.5 Выводы и рекомендации по разделу.....	92
Заключение	94
Список используемых источников.....	95
Приложение А	97
Приложение Б.....	98
Приложение В.....	99
Приложение Г	100
Приложение Д.....	101

Введение

Человечество не стоит на месте, мы постоянно развиваемся и изобретаем что-то новое. Согласно известной поговорке «Лень – двигатель прогресса», можно сделать вывод, что автоматизация возникла из-за банальной человеческой лени. Но это не совсем так. Автоматизация процессов и производств – это ключ к упрощению многих процедур, которые раньше выполняли сотни человек; это путь к экономии, к эффективности и к безопасности производства.

Что же такое автоматизация? Согласно свободной энциклопедии: Автоматизация – это ветвь научно-технического прогресса, которая использует информационные технологии, позволяющие освободить человека от участия в процессах производства, либо сократить степень этого участия и трудоемкость исполняемых задач.

Главной целью автоматизации является, прежде всего, повышение качества исполняемых процессов. Автоматизированный процесс имеет более стабильные характеристики, чем тот же процесс, выполняемый вручную человеком. Автоматизация исключает «человеческий фактор – ведь человек это не машина, он может устать, заболеть, проявить невнимательность, халатность и т.д. Автоматизация позволяет нам за счет исключения человеческого труда из определенных процессов производства – повысить производительность, увеличить точность выполняемых операций, сократить их стоимость, время на исполнение, повысить стабильность производства.

Целью данного курсового проекта является разработка автоматизированной системы управления дожимной насосной станцией.

Вслед за созданием автоматизированной системы на предоставленном объекте функции рабочего персонала сократятся до общего наблюдения за работой установленного оборудования, его настройкой и наладкой.

Чтобы достичь поставленной цели, были изучены и решены следующие задачи:

- изучено и исследовано техническое задание на автоматизацию данного объекта,

- проведено технически-коммерческое исследование по оборудованию,
- проведена разработка необходимой документации,
- разработаны алгоритмы управления технологическим процессом дожимной насосной станции и программное обеспечение системы.

Актуальность данной работы определена тем, что создание автоматизированной системы управления дожимной насосной станцией повлечет за собой увеличение стабильности работы этого объекта.

1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Назначение и цели создания системы

Основной целью создания АСУ ТП дожимной насосной станции является обеспечение безопасного и эффективного управления технологическим процессом в реальном времени. Система предназначена:

- повысить качество автоматического регулирования, управления и контроля работы технологического объекта;
- снизить потери продукта, а также вредных воздействий на окружающую среду;
- стабилизировать заданные режимы технологического процесса, посредством осуществления контроля над значениями технологических параметров, в автоматическом режиме выдавать управляющие сигналы на исполнительные механизмы, либо в результате действий оператора;
- осуществлять визуальное представление параметров процесса;
- предотвратить аварийные ситуации на объекте, путем опроса подключенных датчиков в автоматическом режиме, а также проведением анализа измеренных показаний и переключения технологического процесса в безопасный режим путем выдачи на исполнительный механизм соответствующих управляющих воздействий, как по инициативе персонала, так и в автоматическом режиме;
- архивация данных с целью последующего анализа и создания отчетной документации;
- увеличить стабильность работы объекта.

Основные цели создания системы управления:

- для стабилизации штатных показателей технологического процесса и эксплуатационных параметров технологического оборудования;
- для предоставления возможности анализа различных критических ситуаций и выявления причин их появления;
- для мониторинга технологического процесса;

- для обеспечения устойчивой работы объекта;
- для улучшения условий труда рабочего персонала.

1.2 Характеристика объекта автоматизации

Дожимная насосная станция (ДНС) – это часть системы для сбора газа и нефти на нефтяных промыслах с их последующей транспортировкой.

ДНС предназначена для приема с кустов добывающих скважин газожидкостной смеси, отделения попутного газа и дальнейшей транспортировки уже дегазированной сырой нефти. Предварительное обезвоживание нефти при этом происходит в установке предварительного сброса воды (УПСВ). Как правило, ДНС используют на отдаленных месторождениях, где их использование продиктовано тем, что чаще всего на подобных месторождениях недостаточно энергии нефтегазового пласта чтобы транспортировать нефтегазовую смесь до УПСВ.

В целом, на ДНС с УПСВ производятся такие технологические процессы, как:

- прием нефтегазовой смеси добывающих скважин;
- отделение попутного нефтяного газа;
- очистка газа от капель жидкости и примесей;
- отделение пластовой воды;
- подготовка пластовой воды до параметров условно чистой;
- откачка пластовой воды в систему поддержания пластового давления.

1.3 Требования к системе и ее составным частям

1.3.1 Требования к системе в целом

Цель создания системы – это обеспечение эффективного и безопасного управления технологическим процессом.

Программно-технические средства, которые будут входить в состав системы, должны быть сертифицированы – иметь сертификаты соответствия,

выданные Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии при Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации (Росстандарт), а также другими лицензирующими органами Российской Федерации в установленных случаях.

Автоматизированная система делится на три уровня: нижний, средний, верхний. На нижнем (полевом) уровне устанавливаются исполнительные механизмы и датчики, сконструированные таким образом, что это позволяет им осуществлять работу в самых неблагоприятных условиях.

Следующий, средний уровень, включает в себя: контроллерное оборудование, силовую и сигнализационную автоматику. Перечисленное оборудование надлежит спроектировать и расположить таким образом, чтобы минимизировать влияние помех, а также снизить затраты на прокладку контрольных и питающих кабелей.

И наконец, верхний уровень системы – это уровень сетевого оборудования (концентраторов, коммутаторов и преобразователей) и промышленного сервера. Промышленный сервер – это высокотехнологичная надежная вычислительная система, которая в реальном масштабе времени осуществляет сбор технологических данных, предоставляет доступ к ним большому числу АРМ, а также обеспечивает их надежное хранение в течение длительного времени. Между оборудованием нижнего и среднего уровня системы связь осуществляется посредством проводных связей с использованием контрольных и питающих кабелей.

Между оборудованием среднего и верхнего уровня связь осуществляется посредством резервированных специализированных промышленных компьютерных сетей. Должна быть спроектирована проводка кабелей типа УТР (витая пара) категории «5е» и выше, то есть выбранные кабели должны быть экранированными, с защитой от внешних электромагнитных помех; а также должна быть предусмотрена прокладка резервированных оптоволоконных кабелей.

В целом, необходимо предусмотреть структуру системы таким образом, чтобы исключить наличие таких узлов, отказ которых приведет к отказу всей системы. Для обеспечения минимальной вероятности отказов необходимо предусмотреть резервирование всех ответственных элементов и сетей системы.

Так, в системе необходимо предусмотреть сохранность информации при возникновении нештатных ситуаций, таких как отказ компонентов системы и выход их из строя и/или отключение электропитания, а также некорректные действия рабочего персонала. Должно быть предусмотрено сохранение системной конфигурации, прикладного программного обеспечения (ПО) и журнала событий.

1.3.2 Требования к функционированию и структуре системы

Как было сказано ранее, автоматизированная система должна иметь трехуровневую структуру. А именно:

– нижний уровень – на котором будут размещены контрольно-измерительные приборы (КИП) и исполнительные механизмы. Этот уровень включает в себя все полевое оборудование, установленное на технологических трубопроводах и технологическом оборудовании;

– средний уровень – это уровень сбора данных и информации с нижнего уровня, так же с этого уровня выдаются управляющие воздействия на ИМ, и передаются данные на верхний уровень. Средний уровень включает в себя:

- а) шкафы автоматизации;
- б) кроссовые шкафы.

– верхний уровень – это уровень, включающий в себя серверный шкаф и автоматизированные рабочие места (АРМ), а именно:

- а) старшего оператора;
- б) оператора-технолога;
- в) машиниста насосного оборудования;
- г) машиниста компрессорной станции;
- д) начальника установки;

- е) инженера Распределительной Системы Управления (РСУ);
- ж) инженера КИП;
- з) автоматизированное рабочее место панелей визуализации.

На верхнем уровне обеспечивается доступ к технологическим данным для обслуживающего персонала, технологического, инженеров, технических работников, а также для административно-управленческого персонала (АУП).

Система обязана непрерывно обеспечивать работу объекта в штатном режиме. В системе, на случай возникновения в работе нештатных ситуаций, должны быть предусмотрены и реализованы такие алгоритмы, которые переведут оборудование в безопасный режим.

В системе должны быть реализованы такие режимы функционирования, как:

- режим запуска системы, когда осуществляется диагностика, регулировка и настройка, комплексное опробование программно-технических средств. После запуска система вводится в эксплуатацию;

- штатный режим, это расчетный режим работы, во время которого в полном объеме реализуются все автоматизируемые функции;

- нештатный режим, при котором из-за отказа или ошибок программно-технических средств системы прекращают свою работу отдельные компоненты, как полностью, так и частично;

- сервисный режим, при котором обеспечивается возможность проведения регламентных работ по техническому обслуживанию (ТО), изменению блокировок и коэффициентов контуров регулирования системы, а также уставок сигнализации.

1.3.3 Требования к сохранности данных при авариях

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

– предусмотреть резервное копирование данных с серверов системы на внешние накопители;

– используемые контроллеры должны иметь энергонезависимую память, которая будет обеспечивать сохранение всех рабочих параметров и конфигураций без ограничения по времени;

– при обесточивании всей системы, её работоспособность должна поддерживаться при помощи использования источников бесперебойного питания не менее часа;

– все данные должны накапливаться в локальном буфере в течении суток, чтобы в случае отказа канала связи, оборудование могло функционировать самостоятельно. При восстановлении канала связи – вся накопленная информация передается в базу данных для архивации.

Оповещение об аварийных ситуациях 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 восстановится, автоматически должен восстановиться обмен между контроллером и АРМ, о чем должно отображаться соответствующее сообщение на АРМ.

1.4 Требования к техническому обеспечению

1.4.1 Требования к 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, размещаемые во взрыво- и пожароопасных зонах должны иметь взрывавозащищенное исполнение.

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

- аналоговые сигналы: (4 – 20) мА;
- цифровые сигналы: по протоколу Modbus RTU;
- дискретные сигналы типа «открытый – коллектор» или «сухой контакт»;
- дискретный сигнал постоянного тока 24 В.

Сигналы, которые передаются из Системы, должны соответствовать следующим параметрам:

- унифицированный аналоговый сигнал (4 – 20) мА/HART;
- дискретный сигнал переменного тока 220 В;
- дискретный сигнал 24 В постоянного тока.

1.4.2 Требования к техническим средствам среднего уровня

1.4.2.1 Требования к кроссовым шкафам

Подключение оборудования, установленного на полевом уровне к среднему уровню, должно быть выполнено через кроссовые шкафы. Кроссовые шкафы должны располагаться в специально отведенном помещении операторного здания.

Нагрузка, которую способен выдержать напольный кроссовый шкаф составляет 1000 кг. Ширина шкафа может быть равно 600, 800 или 1000 мм. Что касается высоты, то доступна линейка от 24 до 45U (U – означает монтажную единицу, так 45U соответствует примерно 2000 мм). Спереди шкафа располагается дверь, которая на выбор может быть изготовлена из стекла с металлическими вставками, либо быть на 100 % стальной. Подвод кабелей к кроссовым шкафам должен осуществляться снизу и заземляться посредством присоединения экрана кабелей к системе заземления расположенной внутри кроссового шкафа.

Подключение многожильных кабелей осуществляется к входным клеммникам, которые компонуются и разделяются исходя из типов сигналов и цепей. Также нужно учитывать, что искробезопасные, неискробезопасные и цепи

220 В должны быть проложены отдельно. Для подключения двух последних должны быть предусмотрены специальные клеммники с предохранителями.

Для искробезопасных цепей используются клеммники с размыкателем (коммутационный ресурс должен составлять не менее 1000 размыканий).

Для искробезопасных цепей предусмотрены зажимы светло-голубого цвета, а для цепей заземления – зажимы желто-зеленого цвета. Для подключения оборудования должны использоваться винтовые зажимы; сечение зажима должно соответствовать подключаемому проводнику.

Все клеммники, кабели и зажимы следует промаркировать.

В кроссовых шкафах недопустимо размещать модули ввода-вывода, промежуточные реле, блоки питания и другое подобное оборудование.

Разделение в кроссовых шкафах входных и выходных каналов должно осуществляться согласно типу сигнала (дискретные входы/выходы, аналоговые входы/ выходы), а также согласно и искрозащиты.

Допускают такие конфигурации:

- кроссовый шкаф под аналоговые входы/выходы,
- кроссовый шкаф под дискретные входы/выходы;
- одну сторону кроссового шкафа (двухстороннего) под аналоговые, другую под дискретные сигналы;
- одну сторону шкафа под сигналы Exd, другую под сигналы Exi.

Клеммники должны располагаться в шкафу вертикально на DIN-рейках. Если используются кроссовые шкафы шириной 800 мм, то допустимо не более 2-х вертикальных рядов.

Не менее 20 % резервного места должно быть предусмотрено для будущего монтажа.

1.4.2.2 Требования к техническому обеспечению

Используемые в системе контроллеры не должны прекращать работу и останавливаться, вопреки любых возможных ошибок в прикладном

программном обеспечении. При выявлении ошибки в одном из программных модулей, контуре или схеме управления – остальные схемы управления или модули должны гарантированно остаться в работе.

Также, при выявлении технических неполадок должны отображаться информационные сообщения о выявленных неисправностях и отказах.

Контроллеры с функцией автоматического управления процессом должны иметь:

- дублированные модули центральных процессоров;
- дублированные модули питания;
- дублированные модули передачи данных.

Центральный процессор должен быть загружен не более, чем на 50 %.

В случае неисправности в системе либо при отказе отдельных блоков, система должна обеспечить полную сохранность функций безопасности.

Модули ввода и вывода должны заменяться без отключения питания при работающем оборудовании, при этом надежность системы должна оставаться на прежнем уровне, не снижаясь.

Данные, получаемые по цифровым каналам, надлежит обрабатывать системой точно так же, как данные, которые система получает от модулей ввода и вывода.

Ключи безопасности, предусматривающие групповое аварийное отключение технологических блоков и оборудования должны иметь физическое исполнение и размещаться возле оператора АРМ на отдельном пульте.

1.4.3 Требования к техническим средствам верхнего уровня

Все операции по обслуживанию и диагностике должны выполняться со специальной выделенной станции инженера АРМ. Рабочее место инженера должно быть оборудовано жидкокристаллическими мониторами с покрытием Anti-glare.

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

Все данные Системы, как оперативные, так и исторические, должны резервироваться. Зарезервированные на носителях данные должны синхронизироваться в автоматическом режиме.

Необходимо предусмотреть возможность создания специальными программами виртуальных образов жесткого диска для любой станции. Программы должны поставляться комплектно с Системой.

Автоматизированное рабочее место инженера КИП – это ноутбук с USB модемом и с высокой степенью защиты, выполненный во взрывозащищенном исполнении.

1.4.4 Требования к техническим средствам передачи сигналов и данных

Для обмена данными между станциями инженеров, операторов, серверами и контроллерами надлежит реализовать высокоскоростную резервированную линию связи, со скоростью передачи данных 1 Гб/с и более.

Резервированные каналы передачи данных должны быть спроектированы и построены таким образом, чтобы исключить любое нарушение штатных режимов работы системы управления, при обрыве кабеля связи либо отказе произвольного сетевого оборудования. Питание оборудования так же подлежит резервированию.

Используемое сетевое оборудование должно иметь промышленное исполнение, с учетом улучшенного охлаждения.

Система в режиме реального времени должна осуществлять постоянную диагностику используемого сетевого оборудования и при выявлении ошибок и неисправностей, создавать и отображать соответствующее сообщение оператору.

Обязательным является использование межсетевых экранов при обмене данными между компонентами Системы, расположенными в разных локальных вычислительных сетях (ЛВС) либо в сетях различного уровня.

1.5 Требования 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:

- в режиме реального времени отображать на мнемосхемах данные о состоянии оборудования и самого технологического процесса;
- вычислять переменные, осуществлять арифметические операции, проводить линеаризацию и масштабирование;
- выполнять последовательные операции согласно заданному алгоритму, управлять контурами регулирования;
- 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.

1.5.1 Требования к программному обеспечению АРМ оператора

Информация о состоянии оборудования и технологическом процессе в графическом виде (гистограммы, анимации, тренды и т.д.) и в текстовом виде

(сообщения и вывод значений параметров) должна быть отражена в мнемосхемах и отображаться на АРМ оператора.

Надписи и сообщения, отображающиеся в мнемосхемах, должны быть выполнены на русском языке. На английском языке допускается отображение системных и диагностических сообщений, предназначенных для инженеров. Исполнение мнемосхем, звуковая и световая сигнализации, расположение окон, и другие характеристики должны быть дополнительно согласованы.

Данные, отображаемые мнемосхемой, должны обновляться ежесекундно.

Любая из станций операторов должна отвечать параметру взаимозаменяемости; а также обеспечивать доступ к управлению каждым блоком технологической установки. Данные Системы должны быть доступны с любой станции оператора; включая архивные данные, журналы, тренды и, разумеется данные реального времени.

Отказ работы одной из станций оператора не должен нарушать или как-либо ограничивать функции мониторинга и регулирования, выполняемых Системой.

Также в Системе должна быть предусмотрена возможность получения данных напрямую, то есть данные от контроллеров должны поступать напрямую на станции оператора, минуя промежуточные сервера.

1.5.2 Требования к программному обеспечению автоматизированного рабочего места инженера

Для конфигурирования и разработки отчетов и мнемосхем Система должна иметь широкий инструментарий. Распределительная система управления должна обеспечивать конфигурирование алгоритмов управления и контуров для выполнения различных задач. При изменении, либо редактировании мнемосхем и алгоритмов управления на работающем оборудовании, должен быть обеспечен режим работы без остановки, перегрузки либо прерывания технологического процесса работы.

Все изменения конфигураций либо алгоритмов управления, выполняемые на станции инженера должны автоматически распространяться на все остальные узлы.

Также, здесь должно осуществляться резервное копирование базы данных системы и в случае необходимости – восстановление. Копирование должно осуществляться в автоматическом режиме по заданному расписанию, либо по требованию пользователя. Должна быть предусмотрена возможность копирования базы данных на внешний носитель.

Обращение ко всем переменным в Системе должно выполняться без указания физического адреса – только по символьному имени.

ПО станции инженера должно формировать базу данных приборов, регистрировать обнаруженные неисправности и отказы, проводить техническое обслуживание приборов, калибровку и ремонт.

1.6 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 удобоваримой форме для технического персонала:

- установка;
- технологический участок или блок;
- единица оборудования;
- 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.

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1 Стадии технологического процесса

Дожимная насосная станция (ДНС) – это технологическая часть системы, назначением которой является сбор нефти и газа на промыслах, предварительно обезвоживание нефтегазожидкостной смеси, сепарация, учет и последующая транспортировка нефти и попутного газа на центральные пункты сбора.

Основное предназначение дожимных насосных станций – это сепарация газа от нефти, очистка сырья от капельной жидкости, последующее перемещение нефтяной массы при помощи центробежных насосов, а газа – посредством давления в сепараторных отсеках. ДНС является первой ступенью сепарации. Также на ДНС предусмотрен сброс воды с последующей её закачкой в скважины поглощающего либо нагнетательного типа.

На практике используется три типовых размера дожимных насосных станций. Среди них – модели 7000, 14000 и 20000. Цифровое обозначение указывает на подачу жидкости агрегатом (м/с).

Технологические процедуры, выполняемые на дожимных станциях, состоят из таких операций, как:

- первая стадия сепарации нефтепродуктов;
- предварительный сброс воды, если требуется;
- нагрев содержимого скважины;
- перемещение нефтегазовой смеси на ЦПС;
- транспортировка отделенного от нефти газа при первой ступени;
- учет нефти, газа и воды;
- закачка химических реагентов.

Дожимная насосная станция включает в себя:

- установку предварительного отбора газа (УПОГ);
- сепараторы нефти и газа первой ступени;
- отстойники;
- установку предварительного сброса воды (УПСВ);

- оперативные узлы учета газа (УУГ);
- оперативный узел учета нефти (УУН);
- насосные станции для перекачки нефти и подтоварной воды;
- резервуары различного назначения;
- насосную станцию для откачивания уловленной нефти;
- блок реагентного хозяйства;
- буферные и дренажные ёмкости.

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.

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.

3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1 Разработка структурной схемы АС

Построение структурной схемы автоматизированной системы управления технологическим процессом ДНС основано на трехуровневом иерархическом принципе:

На нижнем (полевом) уровне будут размещены контрольно-измерительные приборы (КИП) и исполнительные механизмы (ИП). Данный уровень включает все полевое оборудование, которое установлено на технологических аппаратах и трубопроводах.

На среднем уровне будет осуществляться сбор данных с нижнего уровня. Основываясь на этих данных, будут выдаваться управляющие воздействия на ИП. Устройства, осуществляющие прием и передачу данных со среднего уровня на верхний, должны включать в себя:

- а) шкафы автоматизации;
- б) кроссовые шкафы.

На верхнем уровне, являющимся уровнем автоматизированного оперативного управления, находится серверная и такие АРМ, как:

- АРМ инженера РСУ;
- АРМ инженера КИП;
- АРМ старшего оператора;
- АРМ начальника установки;
- два АРМ оператора-технолога;
- АРМ машиниста компрессорной;
- АРМ машиниста насосного оборудования;
- АРМ панелей визуализации.

Таким образом, на верхнем уровне осуществляется доступ к технологическим данным для инженеров, технологов, технических работников, обслуживающего персонала.

На нижнем уровне Системы реализовываются такие функции, как:

- замер всех параметров технологического оборудования и самого процесса, и преобразование полученных параметров в унифицированные сигналы;

- сбор данных о состоянии оборудования и ходе технологического процесса, и их последующая передача на средний уровень;

- выполнение команд управления и регулирования;

- формирование звуковых и световых сигналов.

На среднем уровне Системы реализовываются такие функции, как:

- сбор данных и их первичная обработка (масштабирование, фильтрация, линеаризация);

- контроль и отслеживание данных о параметрах технологического процесса и состоянии оборудования;

- автоматическое управление технологическим оборудованием;

- регулировка параметров технологического процесса;

- формирование управляющих воздействий на исполнительные механизмы Системы;

- исполнение команд, поступающих с верхнего уровня;

- обмен данными с верхним уровнем;

- поддержание единого времени в системе;

- автоматическая диагностика;

- в случае нарушения связи – работа автономном режиме;

- формирование предупредительных сигналов.

На верхнем уровне Системы реализовываются такие функции, как:

- прием данных о параметрах технологического процесса и состоянии оборудования со среднего уровня;

- формирование и оперативное отображение данных в реальном масштабе времени в виде таблиц и графиков; мнемосхем с динамическими элементами, которые отражают текущее состояние технологического процесса;

- формирование и отображение протоколов событий;

- формирование и ведение технологической базы данных;
- формирование и выдача команд удалённого управления;
- извлечение информации из базы данных реального времени и архива;
- бесперебойное питание технических средств верхнего уровня;
- вывод на печать протоколов событий, трендов, списка отказов и/или неисправностей, сводок и отчетной документации.

3.2 Функциональная схема автоматизации

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

Функциональную схему автоматизации объекта, агрегата или узла составляют согласно требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ21.208-2013 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

В данном межгосударственном стандарте введены общепринятые условные обозначения средств автоматизации и приборов; а также линий связи между ними. Настоящие условные обозначения надлежит использовать при выполнении схем автоматизации технологических процессов. Применение действующего межгосударственного стандарта является обязательным.

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:

- для стабилизации технологических параметров процесса должно быть реализовано управляющее воздействие на процесс;
- должен осуществляться сбор исходных данных о состоянии оборудования и технологического процесса;

– 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.

3.3 Разработка схемы информационных потоков

При разработке схемы информационных потоков автоматизированной системы управления, одна из главных задач – это предоставление персоналу такого минимума информации, который нужен чтобы оценить состояние процесса и принять верное решение.

Используемые в Системе базы данных должны иметь оптимальную организацию. Для этого, для всей технической информации надлежит применять единую систему классификации и кодирования.

В схеме информационных потоков задействованы три уровня сбора и хранения данных.

На нижнем уровне осуществляется сбор и обработка данных физических устройств ввода и вывода: сюда входят аналоговые и дискретные сигналы, а также данные вычисления и преобразования.

Вся информация, получаемая с нижнего уровня, передается на следующий – средний уровень, где в буферной базе данных осуществляется ее текущее хранение. Буферная база выполняет роль маршрутизатора: одновременно принимает и отправляет данные. Так, те данные, которые были получены от систем автоматики, передаются на экранные формы приложений, которые установлены на АРМ.

На среднем уровне программируемый логический контроллер из полученных данных формирует пакетный поток данных. Все сигналы, передаваемые между контроллерами среднего и верхнего уровней, а также АРМ – передаются посредством протокола Ethernet.

На верхнем уровне происходит архивное хранение полученных данных.

Параметры, которые передаются в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC (Open Platform Communications), включают:

- расход жидкости на входе УПСВ, м³/сут;
- уровень жидкости в отстойниках, мм;
- расход воды на входе насоса, м³/сут;
- давление на входе насоса, МПа;
- уровень воды в водоочистном сооружении, мм;
- температура нефти в буферной емкости, °С;
- уровень нефти в буферной ёмкости, мм.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA_BBB_CCCC_DDDDD,

где

- AAA – параметр, не более 3 символов:
 - FLW – расход;
 - TEM – температура;
 - URV – уровень;
 - DAV – давление;
- BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
 - TAN – отстойник;
 - PMP – насос;
 - VS – водоочистное сооружение;
 - BFS – буферная ёмкость;
- CCCC – уточнение, не более 4 символов:
 - OIL – нефть;
 - FL – жидкость (водонефтяная эмульсия);
 - WTR – вода;

Так как использование пробела для отделения одних частей идентификатора от других является недопустимым, то в качестве замены пробела используется знак подчеркивания.

Кодировка всех используемых сигналов в системе SCADA представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Кодировка сигналов SCADA

Кодировка	Расшифровка кодировки
FWL_FL	расход жидкости на входе УПСВ
URV_BFS_OIL	уровень нефти в буферной ёмкости
FWL_PMP_WTR	расход воды на входе насоса
URV_TAN_FL	уровень жидкости в отстойниках
DAV_PMP	давление на входе насоса
URV_VS_WATR	уровень воды в водоочистном сооружении
TEM_BFS_OIL	температура нефти в буферной ёмкости

На верхнем уровне происходит архивное хранение полученных данных. С помощью наборов экранных форм АРМ все данные для технического персонала структурируются. Вся информация и различные управляющие элементы отображаются на мониторе оператора АРМ. Также, в автоматическом режиме в формате XML-документов формируются различные отчеты.

Существует два вида формируемых отчетов:

- актуальная сводка измерений;
- актуальная сводка состояния оборудования;

Отчеты генерируются через заданные промежутки времени:

- раз в час;
- раз в сутки (в 00.00);
- раз в месяц;
- либо по запросу оператора.

В архиве Системы сохраняется вся информация об изменениях технологических параметров. Развернутость и подробность данной информации определяется заранее.

Данные заносятся в базу посредством модуля истории RSView32 и хранятся не более трех месяцев.

Чтобы структурировать информацию в базе данных, используются поля записи и таблицы. В таблице 3.2 представлен пример полей записи канала температуры.

Таблица 3.2 – Поля записей канала температуры

Имя поля	Значение	Комментарий
code	TEM_BFS_OIL	Код канала
description	Primary circuit temperature oil	Описание (первичная цепь, температура нефти)
type	AI	Аналоговый сигнал
address	1 TEM_BFS_OIL	Адрес
event code	1	Код технологического события
Alarm code	4	Код аварии
Sample (sec)	10	Интервал выработки
raw value	2028	Необработанное значение
converted value	270.5	Конвертированное значение
alarm state	No	Аварийное состояние
coefficient	0.01	Коэффициент преобразования
units	°C	Единица измерения температуры
min	0	Минимальное значение
max	500	Максимальное значение

3.4 Выбор средств реализации АС

Для проектирования автоматизированной системы дожимной насосной станции необходимо наличие следующего комплекса аппаратно-технических средств: контроллерное оборудование, коммутационная аппаратура, измерительные и исполнительные устройства, а также системы сигнализации и другое вспомогательное оборудование.

Сбор данных технологического процесса происходит при помощи измерительных устройств. Далее, для управляющего воздействия на объект управления, посредством исполнительных устройств, электрический сигнал

преобразуют в механический, или иной, в соответствии с выбранным алгоритмом управления.

Обработка сигналов, полученных с измерительных устройств, осуществляется контроллерным оборудованием. Также оно выполняет вычисление, реализует заданные алгоритмы управления и отправляет управляющие сигналы на исполнительные устройства.

3.4.1 Выбор ПЛК

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

3.4.1.1 Программируемый логический контроллер МКLogic-500

От компании «Нефтеавтоматика» был рассмотрен контроллер серии МКLogic-500 (рисунок 3.1) 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 3.1 – Внешний вид ПЛК МКLogic-500

ПЛК MKLogic-500 может быть применён для управления:

- АГЗУ (Автоматизированная групповая замерная установка);
- БДР (Блок дозирования реагентов);
- КНС (Кустовая насосная станция);
- УПН (Установка подготовки нефти);
- ДНС (Дожимная насосная станция).

Контроллер MKLogic-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.

3.4.1.2 Программируемый логический контроллер АС 800F

От компании «ABB» был рассмотрен контроллер АС 800F (рисунок 3.2), имеющий модульную конструкцию. Центральный процессор выполнен в виде объединительной панели, к которой, согласно задаче, крепятся различные модули: источники питания, модули Ethernet и промышленной сети связи fieldbus.

Все модули АС 800F вставляются в гнезда спереди и крепятся с помощью винтов. Активация модулей производится с помощью блокировочного переключателя, который закрывает верхнее отверстие под винт. Для доступа к верхнему отверстию под винт необходимо открыть блокировочный переключатель.

При смещении крышки с резьбой подается сигнал о намерении удаления модуля из ЦП, и сеть fieldbus автоматически отключается. Благодаря этому остается достаточное время для того, чтобы присвоить установленные безопасные значения выходам устройств удаленного ввода-вывода и полевых

устройств, избегая возникновения неопределенных состояний при извлечении модуля.

В процессе установки все модули вставлены в металлический корпус, обеспечивающий им оптимальную механическую и электрическую защиту.



Рисунок 3.2 – Внешний вид ПЛК AC 800F

В AC 800F можно включить до четырех модулей fieldbus. Связь с другими контроллерами осуществляется с использованием технологии Ethernet.

По дополнительному заказу контроллер AC 800F может поддерживать несколько уровней резервирования:

- резервирование контроллера с двумя контроллерами AC 800F аналогичной конфигурации, что означает полное резервирование в отличие от простого резервирования платы центрального процессора. Возможность установки резервного модуля на расстоянии от другого, например, в пожаробезопасном помещении;
- резервирование кабеля для Profibus DP с помощью использования внешнего оборудования.

ПЛК AC 800F осуществляет поддержку различных типов промышленных сетей связи fieldbus, в том числе и одновременно: PROFIBUS-DP, FOUNDATION Fieldbus H1 (с LD 800HSE), HART, Modbus, CAN (для стойки ввода-вывода Freelance).

3.4.1.3 Программируемый логический контроллер ПЛК110-MS4

Контроллер ПЛК110-MS4 компании ОВЕН (рисунок 3.3) оптимален для создания систем автоматизации среднего уровня. Данный контроллер

поддерживает исполнительную среду MasterSCADA 4D, при этом поддерживаются все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3.



Рисунок 3.3 – Внешний вид ПЛК110-MS4

В контроллере ПЛК110 используется сменная батарея, которая непрерывно работает в течении 5 лет. При отключении питания контроллер сохраняет промежуточные результаты вычислений и выключается.

Преимуществами данного контроллера являются:

- Web-визуализация.
- Специализированные библиотеки.
- Набор библиотечных алгоритмов.
- Элементы визуализации, ранее доступные для отрисовки мнемосхем, теперь доступны для создания web-визуализации контроллера.
- Объемные элементы мнемосхем.
- Графический редактор.
- Редакторы FBD/SFC/LD/ST.
- OPC UA на борту контроллера.
- Поддерживается одновременная работа с несколькими контроллерами и другими устройствами системы в рамках одной среды.
- Программирование, настройка обмена и создание визуализации происходит в одном инструменте.

После проведенного сравнения, для управления технологическим оборудованием и осуществления функций контроля, был выбран контроллер фирмы «Нефтеавтоматика» – ПЛК МКLogic-500, т.к. обладает длительным сроком службы, широким диапазоном рабочей температуры и самое главное – низкой ценой.

3.4.2 Выбор датчиков

3.4.2.1 Датчики 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.

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

Данный датчик имеет следующие характеристики:

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

Внешний вид датчика давления ЭНИ-100 фирмы «Энергия-Источник» представлен на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Внешний вид датчика давления ЭИИ-100

От производителя «ЭЛЕМЕР» был рассмотрен датчик давления ЭЛЕМЕР-100 (рисунок 3.5). 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.

Также, рассматриваемый датчик оборудован многофункциональным пятиразрядным ЖКИ с графической шкалой и подсветкой. Рассматриваемый датчик 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.



Рисунок 3.5 – Внешний вид датчика давления ЭЛЕМЕР-100

И наконец, от производителя «Метран» был рассмотрен датчик Rosemount 3051С (рисунок 3.6). 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:

- все конфигурации сохраняются в энергонезависимой памяти;
- обладает высокой перегрузочной способностью;
- непрерывная самодиагностика;
- на дисплее индикатора сообщения могут быть сформированы как на русском, так и на английском языках, по выбору.



Рисунок 3.6 – Внешний вид датчика давления Rosemount3051C

Основные технические характеристики рассмотренных моделей датчиков приведены в таблице 3.3.

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

Таблица 3.3 – 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, в т.ч. 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	<ul style="list-style-type: none"> • (4 – 20) мА 	<ul style="list-style-type: none"> • (0 – 5) мА, (0 – 20) мА, (4 – 20) мА с HART-протоколом; • Modbus RTU; 	<ul style="list-style-type: none"> • (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°

3.4.2.2 Датчики температуры

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

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».



Рисунок 3.7 – Внешний вид комплекта термопреобразователя сопротивления и измерительного преобразователя ТС-1187

От производителя «Метран» был рассмотрен датчик температуры Метран-280. 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:

- дистанционная настройка диапазона измеряемой температуры;
- самодиагностика;
- защита от случайного изменения установленных параметров;
- работа в режиме активного калибратора;
- межповерочный интервал 2 года;
- автоматическая компенсация изменения термо-ЭДС от изменения температуры, холодных спаев чувствительного элемента первичного преобразователя температуры.



Рисунок 3.8 – Внешний вид датчика температуры Метран-280

Также был рассмотрен датчик Omnigrad S TMT142C от компании «Endress+Hauser». Данный датчик предназначен для тяжелых промышленных применений в условиях повышенных требований к безопасности.

Области применения: нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая отрасли, а также химическая и нефтехимическая промышленность.

Для повышения надежности измерения температуры, термopара по умолчанию укомплектована нормирующим преобразователем с выходным сигналом (4 – 20) мА.



Рисунок 3.9 – Внешний вид датчика температуры Omnigrad S TMT142C

Таблица 3.4 – Технические характеристики датчиков температуры

Технические характеристики	Omnigrad S TMT142C	ТС-1187Exd	Метран-280
	Значение		
Диапазон измеряемых температур	(минус 40 – 1100) °С	(минус 196 – 350) °С	(минус 50 – 1200) °С
Выходные сигналы	(4 – 20) мА/HART;	(4 – 20) мА/HART;	(4 – 20) мА/ HART
Перенастройка диапазона выходного сигнала	НЕТ	НЕТ	ЕСТЬ
Температура окр. среды	(минус 40 – 70) °С	(минус 60 – 70) °С	(минус 50 – 85) °С
Степень защиты	IP67	IP65	IP65

3.4.2.3 Датчики 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 3.10). 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 3.10 – 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.

От производителя «Метран» был рассмотрен волноводный радарный уровнемер Rosemount-5300 (рисунок 3.11). 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 конкретно модель 5302, которая предназначена для одновременного измерения уровня жидкостей и уровня границы раздела двух сред.



Рисунок 3.11 – Внешний вид датчика уровня Rosemount-5300

И последний рассмотренный датчик уровня от компании «К-ТЕК», которая стала частью мирового бренда «АВВ» - радарный волноводный уровнемер МТ5000 (рисунок 3.12).

Данные уровнемеры состоят из электронного блока и волновода. Уровнемеры модификации МТ5000 и могут использоваться только для измерения уровня контролируемой среды.



Рисунок 3.12 – Внешний вид датчика уровня МТ5000

Основные технические характеристики рассматриваемых датчиков приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Технические характеристики датчиков уровня

Технические характеристики	ЭЛЕМЕР-УР-31	Rosemount-5300	МТ5000
	Значение		
Диапазон измерений уровня	от 0,5 до 20м	от 0,1 до 50 м	0,3 до 61,0м
Выходные сигналы	(4 – 20) мА/ HART; Modbus RTU;	(4 – 20) мА/HART, RS- 485/Modbus; Foundation fieldbus	(4 – 20) мА/HART, RS-485 /Modbus; Foundation fieldbus
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений	± 3 мм	± 3мм	±3 мм
Давление процесса	1,6 МПа	(0,1 – 34,5) МПа	(0,3 – 61,0) МПа
Температура процесса	(минус 40 – 90) °С	(минус 196 – 400) °С	(минус 40 – 121) °С

3.4.2.4 Датчики расхода

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

От производителя «Метран» был рассмотрен вихревой расходомер Rosemount 8800D (рисунок 3.13). Данный расходомер обладает цельносварной конструкцией без уплотнительных прокладок, что обеспечивает повышенный уровень безопасности и надежности. Расходомер серии 8800D устойчив к вибрациям и предоставляет возможность заменить пьезоэлектрический сенсор, не останавливая технологический процесс.



Рисунок 3.13 – Внешний вид вихревого расходомера Rosemount 8800D

От производителя «НПО АГАТ» рассмотрен расходомер серии ТИРЭС (рисунок 3.14). Данный расходомер обеспечивает высокую точность измерений объемного расхода в течение длительного времени, обладает длительным сроком службы – межповерочный интервал составляет 4 года. Обеспечивается надежная работа при наличии вибрации трубопровода и возможность монтажа/демонтажа без сброса давления в трубопроводе.

Наличие исполнения со встроенным струевыпрямителем, а также исполнение с выносным электронным блоком (для измерения высокотемпературных сред).

Наличие сдвоенного преобразователя расхода с резервным блоком электроники и измерительным сенсором (использование в системах, где важна функция резервирования).



Рисунок 3.14 – Внешний вид вихревого расходомера ТИРЭС

И наконец, от производителя «ЭМИС» был рассмотрен интеллектуальный вихревой расходомер-счетчик ЭМИС-ВИХРЬ-200 (рисунок 3.15). 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.



Рисунок 3.15 – Внешний вид вихревого расходомера ЭМИС-ВИХРЬ 200

Таблица 3.6 – Технические характеристики расходомеров

Технические характеристики	ЭМИС-ВИХРЬ 200	Rosemount-8800D	ТИРЭС
	Значение		
Измеряемые среды	жидкость, газ, пар	жидкость, газ, пар	жидкость, газ, пар
Диаметр условного прохода	(15 – 300) мм	(15 – 300) мм	(15 – 400) мм
Пределы основной относительной погрешности измерений	± 1 %	± 0,65 %	± 1,5%
Давление процесса	25 МПа	25 МПа	16 МПа
Температура процесса	(минус 60 – 450) °С	(минус 200 – 427) °С	(1 – 350) °С
Выходные сигналы	(4 – 20) мА/ HART, импульсный, Modbus RS-485	(4 – 20) мА/ HART, 30 В импульсный, Foundation Fieldbus	(4 – 20) мА/ HART, числоимпульсный Modbus RS-485

3.4.3 Выбор исполнительного устройства

3.4.3.1 Пневмоклапан Samson 3241 (в комплекте)

Пневматический регулирующий проходной клапан Samson 3421 (рисунок 3.16) предназначен для открытия, закрытия и регулирования потока.



Рисунок 3.16 – Внешний вид пневмоклапана Samson 3421 с пневматическим сервоприводом Samson 3277

Основные технические характеристики клапанов Samson 3421 приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики пневмопривода Samson 3421

Технические характеристики	Значение
Конструкция клапана	односедельный
Условный проход (Ду), мм:	50
Условное давление (P _y), кгс/см ²	40
Материал корпуса	WN 1.6220
Тип корпуса (форма фланцев)	впадина (form F); EN 1092-1
Сальник:	PTFE-самоподтягивающийся графит формы Н (подтягивается вручную)
Материал плунжерной пары	4404/316L
Уплотнение:	мягкое пришлифованное
Класс протечки:	V
Графическая характеристика	равнопроцентная
K _v расчетное:	12,1
K _v S:	25
Ожидаемый уровень шума:	51
Направление потока	на открытие (FTO)
Верхняя часть:	стандарт (std) изолирующая вставка (IT)
ΔP, бар	1
Ход клапана, мм	15
Ручной дублер	сбоку
Положение безопасности:	НО
Время закрытия, с (не более)	120
Привод	3277
Позиционер	3730-3
Ответные фланцы:	2-40-40 (ст. 20)
Рабочая среда:	воздух
P ₁ , маск., бар	16
Температура окружающей среды, °C	от минус 40 до плюс 50

Пневматический сервопривод Samson 3277 предназначен для приведения в движение частей машин и механизмов посредством энергии сжатого воздуха и используется преимущественно для подключения его к регулирующим клапанам серии 240.

Электропневматический позиционер Samson 3730-3 (рисунок 3.17) применяется в качестве устройства управления пневмоприводами.



Рисунок 3.17 – Внешний вид позиционера Samson 3730-3

Технические характеристики позиционера Samson 3730-3 приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики позиционера Samson 3730-3

Технические характеристики	Значение
Степень защиты	IP65
Искробезопасность	2ExiaIICT6
Задающая величина	(4 – 20) мА
Пневматическое присоединение	G 1/4
Кабельный ввод	M20x1,5, металлический

3.4.3.2 Электропривод РэмТЭК-02

Электропривод РэмТЭК-02 (рисунок 3.18) предназначен для управления запорной, запорно-регулирующей арматурой.



Рисунок 3.18 – Электропривод РэмТЭК-02

Основные технические характеристики электропривода РэмТЭК-02 приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Технические характеристики электропривода РэмТЭК-02

Технические характеристики	Значение
Модификация электропривода	с блоком управления ЭРА-10
Исполнение присоединительного звена к арматуре	многооборотное
Тип исполнения электронного блока управления	встроенный реверсивный тиристорный преобразователь, ограничение момента, положения
Блок управления ЭРА-10: – напряжение питания, VDC – встроенный источник питания – интерфейс – кол-во дискретных входов, шт. – дискретные выходы: 1) количество, шт. 2) схема подключения 3) напряжение, VDC 4) ток включения, мА 5) ток выключения, мА	24 да, не более 80 мА RS-485 5 6 д двухпроводная (NAMUR) 8,2 (3,78 – 3,83) (0,65 – 0,7)

3.4.3.3 Электромагнитный клапан ASCO 223

Электромагнитный клапан ASCO серии 223 (рисунок 3.19) предназначен для управления запорной, запорно-регулирующей арматурой.



Рисунок 3.19 – Чертеж электромагнитного клапана ASCO 223

Основные технические характеристики электромагнитного клапана ASCO 223 приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – ТХ электромагнитного клапана ASCO 223

Технические характеристики	Значение
Корпус	нержавеющая сталь
Время отклика	(15 – 60) мс
Тип присоединения	кабель диаметром 6-10 мм
Напряжение питания	24 В
Рабочее давление, Пси	35
Диаметр присоединения	½ дюйма
Управление (открыть/закрыть)	24 В

3.5 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении (ФЮРА.425280.001.ЭС.04).

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.

4 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Алгоритмы управления разрабатываются для выполнения следующих задач:

- повысить в целом надежность управления объектом;
- повысить качество ведения технологического режима;
- повысить уровень достоверности данных о состоянии оборудования;
- повысить оперативность действий персонала;
- улучшить экологическую обстановку на объекте;
- 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:

- значения сигналов, поступающих с датчиков и преобразователей на модули ПЛК;
- конфигурации ПЛК;
- данные, которые поступают по интерфейсу;
- данные, которые формируются в ходе управления с АРМ оператора.

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

- существуют локальные АС контроля и управления;
- система управления является иерархической и представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления;
- функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;
- информационная сеть является распределенной;

– система будет реализована программными средствами стандартной SCADA-системы и стандартных программных средств обработки данных с применением языков высокого уровня.

Принятая модель построения АСУ ТП соответствует реальному процессу и обеспечивает последовательную работу ее частей (исполнительных механизмов) в следующих режимах:

- автономное включение, настройка и проверка сети контроллеров;
- включение, настройка, проверка и запуск системы контроля и управления;
- текущая работа системы в режимах: местном (ручном), дистанционном, автоматическом, режиме настройки;
- восстановление работы системы.

4.1 Алгоритм пуска/останова системы

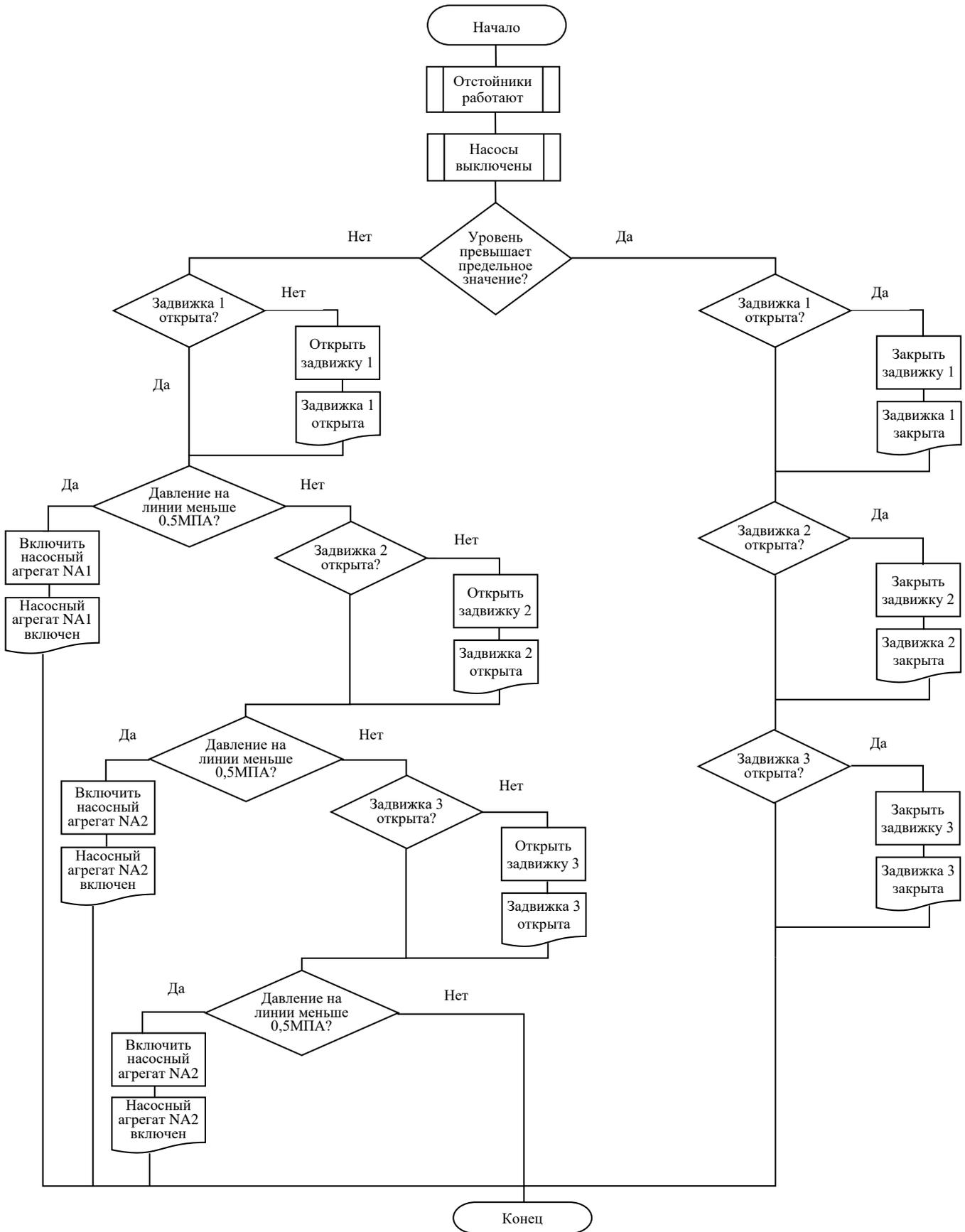


Рисунок 4.1 – Схема алгоритма пуска/останова

4.3 Алгоритм автоматического регулирования технологическим процессом

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

Требуется определить закон регулирования задвижки. 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).

$$W(s) = \frac{1}{Tp + 1} e^{-\tau_0 s} \quad (1)$$

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

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

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

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:

$$c = \frac{0,028}{0,00785} \sqrt{\frac{850}{2 \cdot 10^6 \cdot 10}} = 0,023 \text{ с},$$

$$\tau_0 = \frac{20 \cdot 0,00785}{0,028} = 7,0 \text{ с};$$

$$T = \frac{2 \cdot 20 \cdot 0,00785 \cdot 0,023^2}{0,0028} = 0,05 \text{ с}.$$

В результате математическая модель ОУ принимает следующий вид:

$$\Delta(s) = \frac{1}{0,05s + 1} e^{-2,8s}$$

Определим отношение величины времени запаздывания к постоянной времени (5):

$$\frac{\tau}{T} = \frac{7.009}{0.05} > 1 \quad (5)$$

Это отношение значительно больше единицы, следовательно, объект характеризуется большим транспортным запаздыванием и очень трудно регулируемым.

Для системы необходимо обеспечить время переходного процесса не более 15 с, перерегулирование по задающему воздействию должно быть не более 10 %, перерегулирование по возмущающему воздействию не более 18 %.

Построим исходную систему (рисунок 4.3):

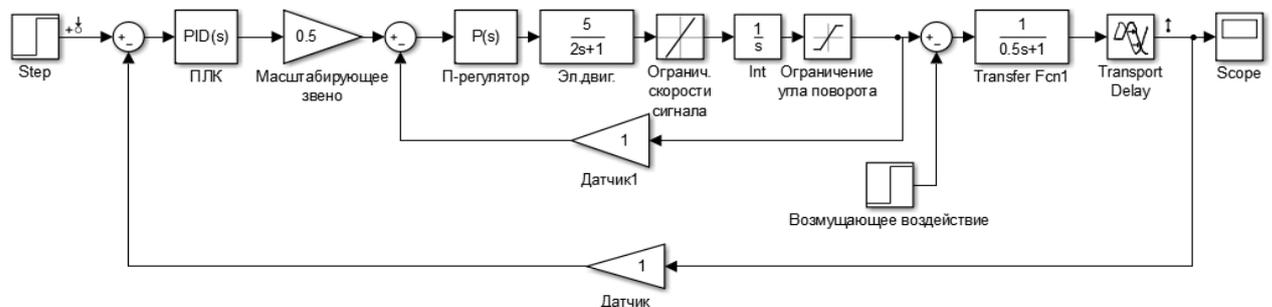


Рисунок 4.3 – Схема модели в Simulink

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

Система имеет два контура – замкнутый контур электропривода и непосредственно внешний контур регулирования.

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 4.4).

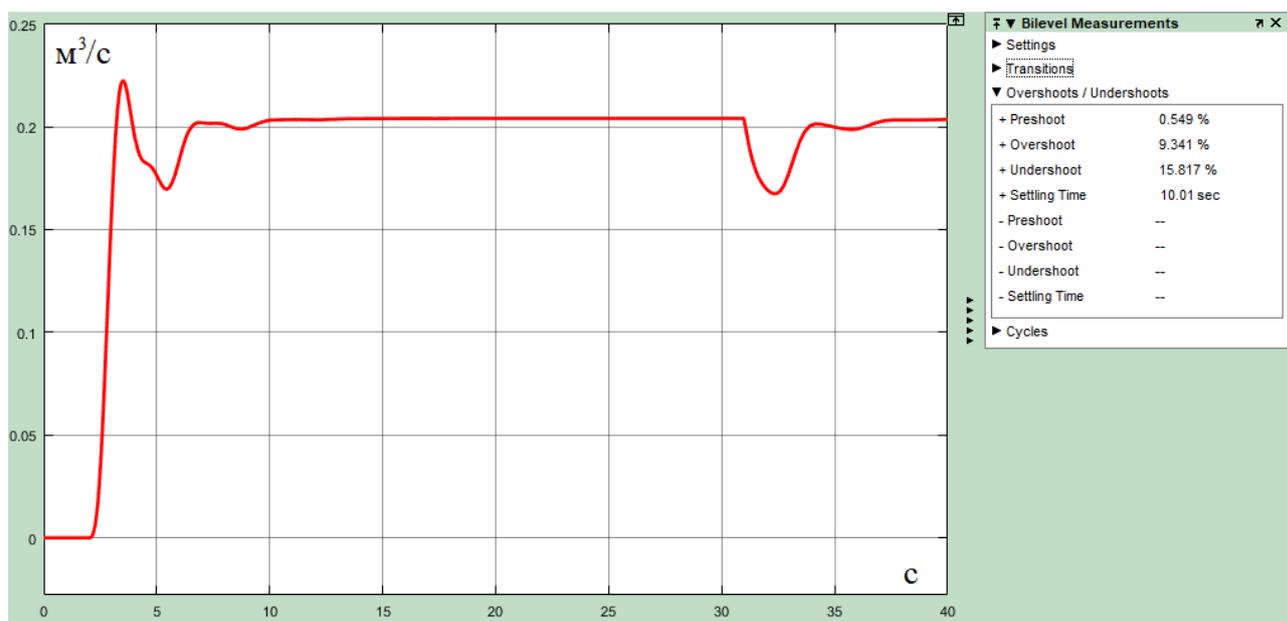


Рисунок 4.4 – График переходного процесса

В результате проведения вычислений получили систему, удовлетворяющую всем характеристикам.

5 ЭКРАННЫЕ ФОРМЫ АСУ ТП

Управление в АСУ ТП дожимной насосной станции реализовано с использованием SCADA-системы Tia Portal. Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система Tia Portal обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

5.1 Разработка мнемосхем SCADA-системы

Приведенные в данном пункте мнемосхемы SCADA-системы демонстрируют функциональные возможности операторов в задачах управления технологическими процессами нефтеперерабатывающего завода.

Разработанная SCADA система позволяет оператору осуществлять переключение между экранными формами. Интерфейс АРМ оператора поддерживает все функции дистанционного контроля и управления технологическим процессом, доступные оператору на реальном АРМ.

Оператор АРМ имеет доступ к управлению запорно-регулирующей арматурой, как в автоматическом режиме, так и в ручном режиме.

На каждой экранной форме (рисунок 5.1) оператор имеет возможность видеть показания датчиков, состояние исполнительных механизмов и осуществлять управление ими. При этом отслеживая тренды и просматривая оперативные сообщения. Графический интерфейс АРМ позволяет управлять 81 технологическими режимами установки в целом, а также отдельными характеристиками сырья и продукта нефтеперерабатывающего завода.

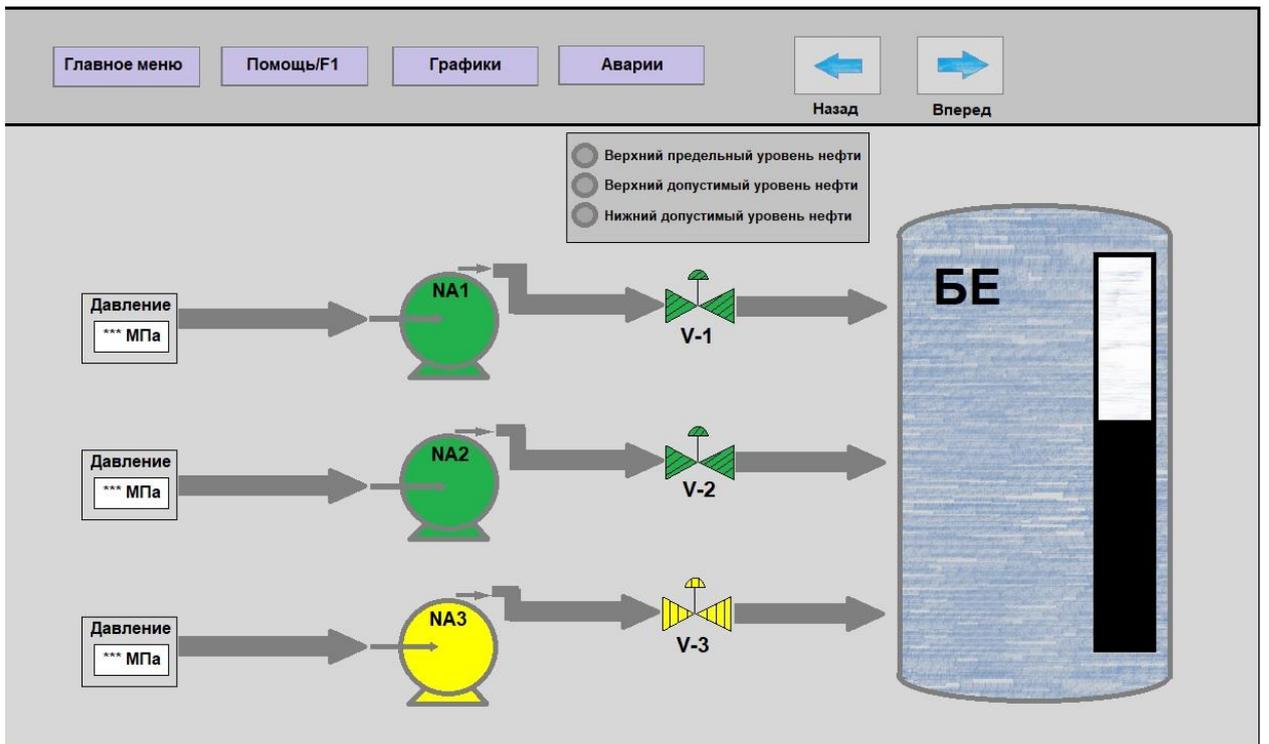


Рисунок 5.1 – Эскиз мнемосхемы

6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Задачи, поставленные в разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» это, прежде всего – анализ потенциальных денежных затрат и оценка рисков проекта. Необходимо произвести оценку коммерческого и инновационного потенциала проекта, обосновать требуемые инвестиции и получить приближенную оценку результатов внедрения данного инженерного решения.

6.1 Организация и планирование работ

Для того чтобы построить линейный график, всю планируемую работу следует разделить на этапы. Содержание и количество таких этапов определяется спецификой рассматриваемой темы.

Всего можно выделить три основных этапа разработки: подготовительный этап, основной этап и заключительный этап. Перечень этапов выполненной работы, и их исполнители приведены в таблице 6.1. Исполнителями работ являются научный руководитель НР, и инженер-проектировщик И.

Таблица 6.1 – Перечень основных этапов

Этап работы	Вид работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Подготовительный	Постановка цели и задач исследования	НР	100 %
		И	10 %
	Составление и утверждение ТЗ	НР	100 %
		И	10 %
	Обзор и изучение технической литературы и нормативной документации	И	100 %
Основной	Расчеты и аналитика (анализ технологического процесса; разработка схем, алгоритмов управления и экранных форм)	И	100 %
	Анализ экологичности проекта и экономичности проведенных работ	И	100 %
Заключительный	Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	НР	30 %
		И	100 %
	Написание пояснительной записки и оформление презентационного материала	И	100 %

6.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчёт продолжительности работ определяется как сумма продолжительности этапов, которые оцениваются экспериментальным путём. Продолжительность работ $t_{ож}$ зависит от разных трудноучитываемых факторов, поэтому определяет лишь вероятные (ожидаемые) значения. Рассчитывается по формуле:

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6}, \quad (6)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая продолжительность работы, дни;

t_{min} – минимальная продолжительность работы, дни;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дни;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дни.

Для того, чтобы построить линейный график, необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, и перевести в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) рассчитывают по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (7)$$

где $K_{ВН}$ – коэффициент выполнения нормы, $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, который учитывает дополнительное время на непредвиденные задержки, консультации и согласование работ ($K_{Д} = 1,2$).

Расчет длительности этапа в календарных днях $T_{КД}$ производят по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{К}, \quad (8)$$

где $K_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности $K_{К}$ рассчитывают по формуле:

$$K_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205 \quad (9)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

Результаты расчетов представлены в таблице 6.2. На основе данных результатов был построен линейный график, таблица 6.3.

Таблица 6.2 – Трудозатраты на выполнение работы

Содержание этапа	Продолжительность работ, дни				Длительность работ, дни			
	t_{min}	t_{prob}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					НР	И	НР	И
Подготовительный этап								
Постановка цели и задач исследования	1	2	3	2	2,4	0,2	2,8	0,23
Составление и утверждение ТЗ	2	3	4	3	3,6	0,4	4,2	0,5
Обзор и изучение технической литературы и нормативной документации	8	14	20	14	-	16,8	-	19,7
Основной этап								
Расчеты и аналитика (анализ технологического процесса; разработка схем, алгоритмов управления и экранных форм)	30	40	45	39	-	47	-	55
Анализ экологичности проекта и экономичности проведенных работ	8	10	15	10,5	-	12,6	-	14,7
Заключительный этап								
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	2	4	6	4	1,4	4,8	1,7	5,6
Написание пояснительной записки и оформление презентационного материала	7	10	14	10,2	-	12,2	-	14,2
Итого:				82,8	7,4	94	8,7	109,9

Таблица 6.3 – Линейный график

Этапы работы	Исполнители	Ткд, дни	Продолжительность выполнения работ														
			02.19			03.19			04.19			05.19			06.19		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Постановка цели и задач исследования	НР И	2,8 0,23	■	■													
Составление и утверждение ТЗ	НР И	4,2 0,5	■	■													
Обзор и изучение технической литературы и нормативной документации	И	19,7		■	■	■											
Расчеты и аналитика (анализ технологического процесса; разработка схем, алгоритмов управления и экранных форм)	И	55				■	■	■	■	■	■						
Анализ экологичности проекта и экономичности проведенных работ	И	14,7										■	■				
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	НР И	1,7 5,6										■	■	■			
Написание пояснительной записки и оформление презентационного материала	И	14,2												■	■	■	

■ – научный руководитель;

■ – исполнитель

6.1.2 Расчет накопления готовности проекта

Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i -го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом. Степень готовности определяется по формуле:

$$СГ_i = \frac{ТР_i^H}{ТР_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i ТР_k}{ТР_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{km}}{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{km}}, \quad (10)$$

где $ТР_{общ}$ – общая трудоемкость работы;

$ТР_i$ ($ТР_k$) – трудоемкость i -го(k -го) этапа работы, $i = \overline{1, I}$;

$ТР_{ij}$ ($ТР_{kj}$) – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на i -м этапе, $j = \overline{1, m}$.

Результаты расчетов представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого ее этапа

Этапы работы	$ТР_i, \%$	$СГ_i, \%$
Постановка цели и задач исследования	2,56	2,56
Составление и утверждения технического задания	3,95	6,51
Обзор литературы	16,57	23,08
Расчеты и аналитика (экспериментальная часть)	46,35	69,43
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	6,11	75,54
Анализ экологичности и экономичности проведенных работ	12,43	87,97
Оформление пояснительной записки и презентационного материала	12,03	100,00

6.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Смета составляется по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

6.2.1 Расчёт затрат на материалы

В эту статью расходов включают:

- стоимость материалов, покупных изделий и др.;
- приобретенное оборудование, инструменты и др., относящиеся к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб.;
- транспортно-заготовительные расходы (ТЗР).

Таблица 6.5 – Расчет затрат на материалы

Наименование	Кол-во, ед.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага для принтера формат А4 (упаковка)	1	268	268
Бумага для принтера формат А3 (упаковка)	1	602,35	602,35
Картридж для принтера (ч/б) HP black 90ml	1	675	675
Шариковая ручка	3	30	90
Блокнот для записей	2	40	80
Лицензия ПО «Компас» (электронная)	1	1490	1490
Лицензия ПО «Matlab & Simulink» (годовая)	1	61430,65	61430,65
Всего за материалы		64636	
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)		2585,44	
Итого по статье		67221,44	

6.2.2 Расчёт заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 25,083, \quad (11)$$

где МО – месячный оклад для сотрудников ТПУ, руб.;

25,083 – среднее количество рабочих дней в месяце (при шестидневной рабочей неделе).

Для учета в составе полной заработной платы премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,62$.

Результаты расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб/мес.	ЗП _{дн-т} , руб/раб.день	T _{рд} , дни	K _и	Фонд ЗП, руб.
НР	24960	995,09	8	1,62	12 896,36
И	9489	378,3	94	1,62	57 607,52
Итого:					70 503,88

6.2.3 Расчёт затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц}} = 0,3 \cdot C_{\text{ЗП}} \quad (12)$$

Тогда

$$C_{\text{соц}} = 0,3 \cdot 70 503,88 = 21 151,16$$

6.2.4 Расчёт затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{Э}}, \quad (13)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час;

$Ц_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт·час, руб. (для ТПУ – 5,748 руб/кВт·час).

Результаты расчета затрат на электроэнергию приведены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на электроэнергию

Оборудование	$t_{\text{об}}$, час	$P_{\text{об}}$, кВт	$C_{\text{эл.об.}}$, руб.
ПК	676,8 (752·0,9)	0,3	1 167,1
Принтер (ч/б)	20	0,1	11,5
Итого:			1178,6

6.2.5 Расчёт амортизационных расходов

Амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта определяется по формуле:

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_{\text{А}} \cdot Ц_{\text{ОБ}} \cdot t_{\text{рф}} \cdot n}{F_{\text{Д}}}, \quad (14)$$

где $N_{\text{А}}$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР, руб.;

$F_{\text{Д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, час;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения работы, час;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Норма амортизация ПК определяется следующим образом:

$$N_{\text{А}}(\text{ПК}) = 1/CA = 1/2,5 = 0,4 \quad (15)$$

где CA – срок амортизации ПК (2-3 года).

Норма амортизации принтера ч/б (15):

$$H_A(\text{пр ч/б}) = 1/C_A = 1/2 = 0,5$$

Тогда

$$C_{AM}(\text{ПК}) = \frac{0,4 \cdot 34485 \cdot 676,8 \cdot 1}{2384} = 3916,01 \text{ руб.}$$

$$C_{AM}(\text{пр ч/б}) = \frac{0,5 \cdot 9430 \cdot 20 \cdot 1}{500} = 188,6 \text{ руб.}$$

Общие амортизационные отчисления составят:

$$C_{AM\text{общ}} = 3916,01 + 188,6 = 4104,61 \text{ руб.}$$

6.2.6 Расчёт прочих расходов

В данной статье отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$\begin{aligned} C_{\text{пр}} &= 0,1 \cdot (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \\ &= 0,1 \cdot (67\,221,44 + 70\,503,88 + 21\,151,16 + 1\,178,6 + 4\,104,61) \\ &= 16\,415,96 \text{ руб.} \end{aligned} \tag{16}$$

6.2.7 Расчёт общей себестоимости разработки

Результаты расчетов по всем статьям затрат (работы) себестоимость приведены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Смета затрат на разработку проекта

Статьи затрат	Сумма, руб
Затраты на материалы и покупные изделия $C_{\text{мат}}$	67 221,44
Затраты на заработную плату $C_{\text{зп}}$	70 503,88
Затраты на отчисления в социальные фонды $C_{\text{соц}}$	21 151,16
Затраты на электроэнергию $C_{\text{эл.об.}}$	1 178,6
Затраты на амортизационные расходы $C_{\text{ам}}$	4 104,61
Затраты на прочие расходы $C_{\text{пр}}$	16 415,96
Итого:	180 575,65

6.2.8 Расчёт прибыли

Прибыль от реализации проекта следует принять в размере 5-20 % от полной себестоимости работы и составит 27 086,34 руб. (15 %).

6.2.9 Расчёт НДС

С 2019 года НДС составляет 20 % от суммы затрат на разработку и прибыли.

Тогда

$$\text{НДС} = 0,2 \cdot (180\,575,65 + 27\,086,34) = 41\,532,39 \text{ руб.} \quad (17)$$

6.2.10 Цена разработки НИР

Цена разработки определяется следующим образом:

$$C_{\text{НИР}} = 180\,575,65 + 27\,086,34 + 41\,532,39 = 249\,194,4 \text{ руб.} \quad (18)$$

6.3 Оценка экономической эффективности проекта

После анализа результатов проектирования данной АСУТП может быть сделан вывод, что источником экономического эффекта проекта, является снижение эксплуатационных расходов, в частности – сокращение затрат на потребляемую электроэнергию и содержание технического персонала. После введения системы в эксплуатацию сократится потребность в рабочей силе за счет автоматизации процесса дожимной насосной станции.

7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Цель работы ВКР заключается в проектировании автоматизированной системы управления дожимной насосной станцией. Данный проект может быть применен при внедрении или модернизации систем автоматизации для дожимной насосной станции.

Рабочее место при эксплуатации автоматизированной системы дожимной насосной станции (ДНС) является здание операторной и непосредственно сама площадка станции.

Безопасность жизнедеятельности человека зависит от следующих причин: характер труда и его организация, взаимоотношение с трудовым коллективом, организация рабочего места, наличие опасных и вредных факторов на рабочем месте.

Изучение и выявление возможных причин производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин позволяют создать безопасные и благоприятные условия для труда человека.

В данном разделе дипломного проекта рассматриваются вопросы выявления и анализа вредных и опасных факторов труда, оценки условий труда и разработки мер защиты от них для рабочего места инженера АСУ ТП в соответствии с требованиями производственной санитарии, техники безопасности и пожарной безопасности, а также даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

7.1 Производственная безопасность

Проанализируем основные вредные и опасные производственные факторы рабочей зоны на предмет выявления их вредных проявлений (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ	Нормативные документы
	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
2. Наличие ЭМП	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
3. Недостаток естественного освещения	+	СП 52.13330-2016. Естественное и искусственное освещение.
4. Недостаток искусственного освещения	+	
5. Повышенный уровень шума	+	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
6. Повышенное значение напряжения в электрической цепи	+	ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

7.1.1 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны (операторная дожимной насосной станции)

Микроклиматические условия

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда инженера АСУ ТП в помещении является обеспечение нормальных микроклиматических условий, являющихся важной характеристикой санитарно-гигиенических условий труда.

Работа инженера АСУ ТП по интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) относится к категории Ib, а именно к работе, производимой сидя,

стоя или связанная с ходьбой и сопровождающаяся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч. В таблице 7.2 делаются выводы о допустимости параметров микроклимата на рабочем месте.

Таблица 7.2 – Оптимальные нормы микроклимата для помещений

Период года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура воздуха, С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		факт. значение	доп. значение		факт. значение	доп. знач.
Холодный	Іб	24...27	26,1...27	40	0,1	0,1
Теплый	Іб	22...25	24,1...28	50	0,14	0,18

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха:

- 30 м³ на человека в помещении с естественным проветриванием;
- 60 м³ на человека без естественного проветривания.

Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более двух часов непрерывно. Все данные приведены в соответствии со СН 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Объем рабочего помещения кабинета (рисунок 7.1), где находится рабочее место инженера АСУ ТП, составляет 40,5 м³, при ширине равной 4,5 м и длине 3 м, площадь, соответственно, равна 13,5 м². Высота кабинета составляет 3 м.

В данном кабинете постоянно работает только инженер АСУ ТП – один человек. Поэтому, можно считать, что на одного рабочего приходится 30 м³ объема помещения (с естественным проветриванием в кабинете) и больше 6 м² площади, что в результате удовлетворяет требованиям санитарных правил и норм (СанПиН 2.2.4.548-96, СН 60.13330.2016, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

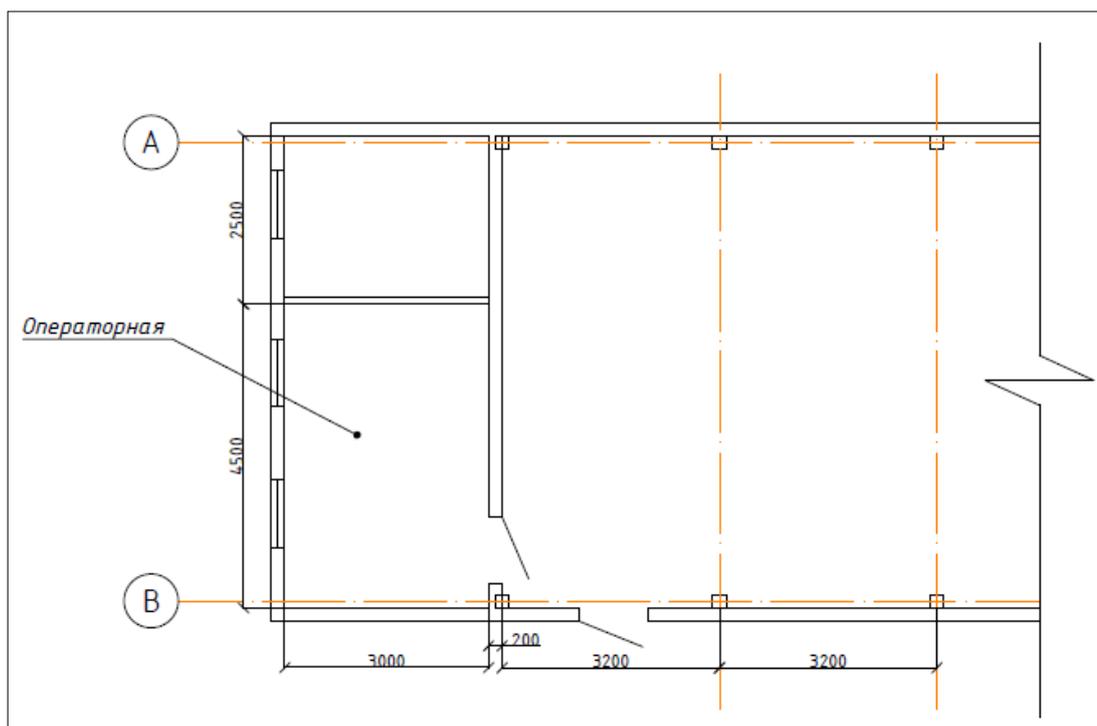


Рисунок 7.1 – Рабочее помещение инженера АСУ ТП (операторная)

В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. В рассматриваемом кабинете используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками.

Электромагнитное излучение

Видеотерминалы (ВДТ) и системные блоки производят электромагнитное излучение. Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений приведены в СанПиН 2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Напряженность электромагнитного поля в 50 см вокруг дисплея по электрической составляющей составляет не более 25 В/м в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц, и не более 2,5 В/м в диапазоне частот от (2 – 400) кГц. Плотность магнитного потока в 50 см вокруг дисплея составляет не более 250 нТл в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц, и не более 25 нТл в диапазоне частот (2 – 400) кГц; поверхностный электростатический потенциал не

превышает 500 В. Время работы за дисплеем не должно превышать 4-х часов в сутки.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены устанавливаются регламентированные перерывы (при 8 часовом рабочем дне - 15 минут каждый час работы).

Для защиты от электромагнитного излучения компьютера используются жидкокристаллические мониторы, поскольку его излучение значительно меньше. Дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее (60 – 70) см. В рабочем помещении все мониторы расположены на отдельных столах.

Расчет искусственного освещения

К современному производственному освещению, в том числе освещению помещения, предъявляются высокие требования как гигиенического, так и технико-экономического характера.

К системам производственного освещения предъявляются следующие требования:

- соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой работы, достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве, отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (блескость – повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая ослепленность);

- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;

- площадь оконных проемов должна составлять не менее 25 % площади помещения.

При работе на ЭВМ пользователь выполняет работу высокой точности, при минимальном размере объекта различения (0,3 – 0,5) мм (толщина символа на экране), разряда работы III, подразряда Г (экран – фон светлый, символ – объект различения – темный или наоборот).

Согласно СП 52.13330-2016 «Естественное и искусственное освещение» освещенность рабочего места при комбинированном освещении должна составлять не менее 300 Лк.

В помещении рекомендуется комбинированная система освещения с использованием светодиодных ламп. Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами:

- высота помещения $H = 3$ м;
- высота рабочей поверхности $h_p = 0,75$ м;
- расчетная высота светильника над рабочей поверхностью

$$h = H - h_p = 2,25 \text{ м} \quad (19)$$

Расчет освещения производим по формуле (20), определяя количество необходимых светильников:

$$N = \frac{S \cdot k \cdot E_n}{\Phi \cdot U \cdot n} \quad (20)$$

где Φ – световой поток, лм;

E_n – нормируемая минимальная освещенность, лк;

k – коэффициент запаса, учитывающий запыленность светильников и их износ. Примем $k = 1,4$, с учетом того, что офис является помещением с малым выделением пыли;

S – площадь рабочего помещения, м²;

n – количество ламп;

U – коэффициент использования (в таблицах приведен к 100).

Данный коэффициент характеризует эффективность использования светового прибора в помещении. Для его определения необходимо знать индекс помещения и коэффициенты отражения стен, пола и потолка.

Индекс помещения определяется по формуле (21):

$$i = \frac{S}{h \cdot (a + b)} \quad (21)$$

где h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью (м);

a, b – длина и ширина помещения (м);

S – площадь рабочего помещения (м).

$$i = \frac{13,5}{2,25 \cdot (4,5 + 3)} = 0,8$$

Из таблицы «Значения коэффициентов отражения потолка и стен»:

$\rho_{ст} = 50 \%$, $\rho_{п} = 70 \%$, $\rho_{пол} = 20 \%$ что соответствует свежепобеленным поверхностям стен без штор и свежепобеленному потолку офиса.

Тогда из таблицы «Коэффициент использования светового потока светильников с люминесцентными лампами» следует, что коэффициент использования светового потока равен 0,56.

Для освещения были выбраны потолочные светодиодные светильники фирмы «Световые технологии» серии ALS с опаловым рассеивателем и степенью защиты IP54.

Данный светильник предназначен для установки в помещениях с высотой потолков от 2,5 до 4 метров; может изготавливаться с аварийным блоком питания и встроенным датчиком движения.

Потребляемая мощность составляет 17 Вт, что значительно позволяет снизить расходы на электроэнергию. Световой поток $\Phi = 1800$ лм.

Исходя из указанных выше данных, для того чтобы осветить помещение операторской, необходимо следующее количество светильников (20):

$$N = \frac{13,5 \cdot 1,4 \cdot 300}{1800 \cdot 0,56} = 5,625 \approx 6 \text{ шт}$$

Для подтверждения расчетов воспользуемся программой DIALux, предназначенной для светотехнических расчетов и моделирования. Построим сцену освещения в 3D, используя светильники выбранной марки (рисунок 7.2).

Как хорошо видно, выбранные светильники обеспечивают необходимый уровень освещенности в 300 Лк.

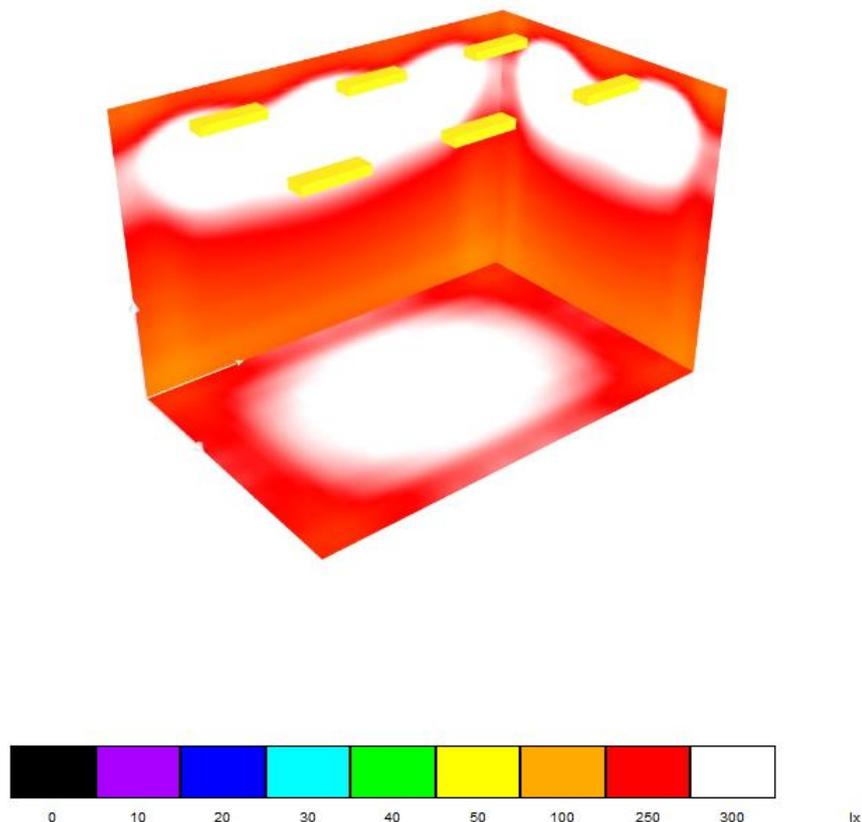


Рисунок 7.2 – Сцена освещения помещения операторной

Шум

Требования к уровню шума регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки». Уровень шума для помещения, в котором работает инженер АСУ ТП, должен не превышать 50 дБА.

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. При повышенном действии шума и вибрации ухудшаются условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека.

Действие шума различно: он затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему.

Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется (35 – 40) дБА. По СН 2.2.4/2.1.8.562-96 при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

Следовательно, можно считать, что операторная соответствует вышеуказанным нормам.

Электробезопасность

Инженер АСУ ТП работает со следующими электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок, манипулятор «мышь» и клавиатура) и принтером. В данном случае существует опасность электропоражения:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Помещение кабинета сухое, непыльное, с нормальной температурой воздуха и поэтому относится к классу помещений без повышенной опасности. Переключатели, кнопки и разъемы, клавиатура изолированы, пол покрыт электроизоляционным покрытием. Корпус ЭВМ изготовлен из металлического листа, обладает высокой механической прочностью и высокими экранирующими свойствами, покрыт токонепроводящими полимерными пластмассами. ЭВМ подключена к заземляющему контуру. К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся:

- изоляция (надежная изоляция проводов от земли и корпусов электроустановок создает безопасные условия для персонала);

- ограждение (кожухи, крышки, шкафы, закрытые панели и т.п.);
- блокировка (автоматически снимается напряжения с токоведущих частей электроустановок при прикосновении с ним);
- пониженные напряжения (42, 36 и 12 В);
- электрозащитные средства (изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические перчатки и боты, калоши, коврики, указатели напряжения);
- сигнализация (звуковая и световая);
- плакаты и знаки безопасности.

Повышение электробезопасности в установках достигается применением систем защитного заземления, защитного зануления и защитного отключения.

Пожарная безопасность

Непосредственной организацией пожарной профилактики в России занимаются органы Государственного пожарного надзора, которые существуют во всех районах, городах, областях, краях и республиках. Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Согласно статьи 32 пункта 5 Федерального закона от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» данное помещение инженера АСУ ТП относится к классу Ф5 – здания производственного или складского назначения, а именно, Ф5.1 – производственные здания, сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. У каждого сотрудника должна быть памятка «Инструкция по пожарной безопасности». Более того, во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре»

(рисунок 7.3), регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

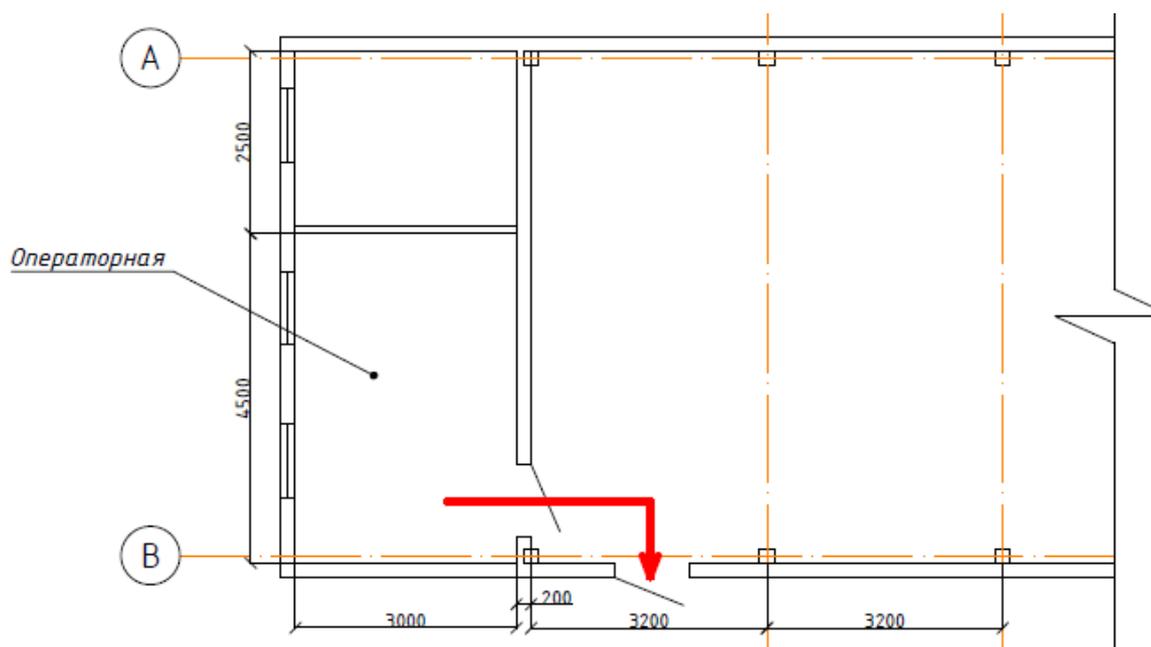


Рисунок 7.3 – План эвакуации людей при пожаре.

В кабинете, а также в коридоре имеется порошковый огнетушитель ОП-10. По периметру на стенах установлены извещатели пожарные ручные. Кроме того, в коридоре, а также в каждом кабинете установлены дымовые извещатели.

Средства защиты

Для предотвращения несчастных случаев, заболеваний и отравлений, связанных с производством, весь обслуживающий персонал имеет следующие средства индивидуальной защиты (СИЗ):

- защитная рабочая одежда и обувь;
- каска;
- защитные очки и маски;
- диэлектрические перчатки и электроизмерительные клещи;
- средства защиты органов слуха.

Кроме того, на установке есть шланговые противогазы с комплектом масок, спасательными поясами и веревкой, медицинской аптечкой с необходимым набором медикаментов для оказания первой помощи.

В целях коллективной защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов на установке имеется комплексная автоматизация процесса с выносом на щит всех параметров, характеризующих безопасную работу оборудования. Все объекты предприятия оснащаются автоматической системой звукового оповещения в случае возникновения внештатных ситуаций.

Также на предприятии, кроме охраны жизни и здоровья персонала, проводятся мероприятия по охране окружающей среды. Так, например, на каждом объекте проводится контроль содержания в воздухе паров вредных веществ и их соответствия ГН 2.2.5.3532-2018 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

7.2 Экологическая безопасность

Воздействие на окружающую среду в современном обществе неизменно растет, в связи с этим возрастает и необходимость в развитии современных методов защиты окружающей среды.

В ходе производства возникает необходимость отводить сточные воды. Они должны передаваться организации, занимающейся очисткой сточных вод, либо на специальную станцию очистки сточных вод в пределах предприятия.

Для снижения влияния на земли и почвы необходимо стремиться максимально уменьшать количество используемых территорий. Для этого применяется целый комплекс мероприятий: использование технологий блочно-модульного строительства промышленных сооружений из готовых элементов, кустовое расположение скважин на промыслах, прокладка систем многониточных газопроводов в едином техническом коридоре, а также внедрение методов горизонтального и наклонного бурения.

Перевод транспорта на газомоторное топливо также вносит огромный вклад в защиту окружающей среды. При использовании газомоторного топлива выброс токсичных газов в атмосферу сокращается более чем на 25 %. Вредность отработавших газов при работе метановых двигателей для здоровья человека

ниже на 60 %, чем при работе двигателей, работающих на нефтяном топливе. Таким образом использование транспорта, работающего на газомоторном топливе, положительно отразится на состоянии окружающей среды.

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одним из важнейших факторов в безопасности жизнедеятельности людей является подготовленность к чрезвычайным ситуациям. Чрезвычайная ситуация – это совокупность таких обстоятельств, которые сопровождаются разрушениями зданий, сооружений, материальных ценностей, поражения и гибелью людей. К основным чрезвычайным ситуациям, возникающим на производстве, относятся производственные аварии.

Причины возникновения ЧС и сопутствующие им условия подразделяют на внутренние и внешние.

Внутренние причины: сложность технологий, недостаточная квалификация и некомпетентность обслуживающего персонала, проектно-конструкторские недоработки в механизмах и оборудовании.

Внешние причины: стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии или газа, терроризм, войны.

Гражданская защита – комплекс мероприятий направленных на защиту людей от поражающих воздействий аварий, катастроф, стихийных бедствий и их последствий, обеспечение смягчения этих воздействий, оказание людям помощи в условиях чрезвычайных ситуаций включает:

- оповещение населения;
- эвакуационные мероприятия;
- меры по инженерной защите населения.

Меры по защите населения от чрезвычайных ситуаций осуществляются силами и средствами предприятия.

Производственная авария

Под производственной аварией понимают внезапную остановку работы или нарушение процесса производства, приводящую к повреждению или уничтожению материальных ценностей. Аварии возникают в результате стихийного бедствия, а также нарушения технологического регламента, правил эксплуатации машин, оборудования и установленных мер безопасности. На станции процесс ведется в аппаратах, работающих под давлением, и в случае наличия малейшей коррозии оборудования и трубопроводов, может привести к их разгерметизации.

Разгерметизация оборудования также происходит из-за неправильного ведения процесса, человеческого фактора, скопления газов и т.д. Поражающими факторами такого производства могут быть как физические (ударная волна, тепловое излучение и др.), так и химические факторы (токсическое воздействие вредных веществ).

Последствия таких техногенных аварий, как правило, оцениваются различными методами, заключающимися в определении размеров зоны поражения, степени поражения людей или нанесенного ущерба.

При взрыве или разгерметизации оборудования происходит утечка жидких промежуточных или конечных продуктов установки с возможностью их попадания в атмосферу или гидросферу. Это приводит к распространению токсичных веществ по воздуху в близлежащие населенные пункты и становится причиной распространения респираторных и других заболеваний.

Оперативная часть плана ликвидации возможных аварий предусматривает способы оповещения об аварии, выхода людей из опасных зон, включение систем пожаротушения. В соответствии с требованиями пожарной безопасности и охраны труда, проводится регулярный инструктаж и проверка знаний по технике безопасности на рабочем месте.

На станции имеются первичные и стационарные средства пожаротушения, а также пожарная сигнализация.

7.4 Правовые вопросы обеспечения безопасности

При выполнении научно-исследовательской работы необходимо следовать требованиям трудового кодекса РФ. Трудовой кодекс РФ предусматривает обеспечение права каждого работника на справедливые условия труда, в том числе на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, права на отдых, включая ограничение рабочего времени, предоставление ежедневного отдыха, выходных и нерабочих праздничных дней, оплачиваемого ежегодного отпуска.

Согласно приказа Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 г. N 302н (ред. от 06.02.2018), проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (обследования) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

На предприятии используются средства индивидуальной защиты. Во избежание несчастных случаев, проводится обучение, инструктаж и проверяются знания работников.

7.5 Выводы и рекомендации 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. Все схемы выполнены в соответствии с ГОСТ21.208-13 и ГОСТ 21.408-13 и другими стандартами.

Так же разработаны алгоритмы управления автоматического регулирования технологическим процессом с анализом в пакете Matlab Simulink.

Выполнено технико-экономическое обоснование проекта, рассмотрены вопросы безопасности труда и производственной санитарии.

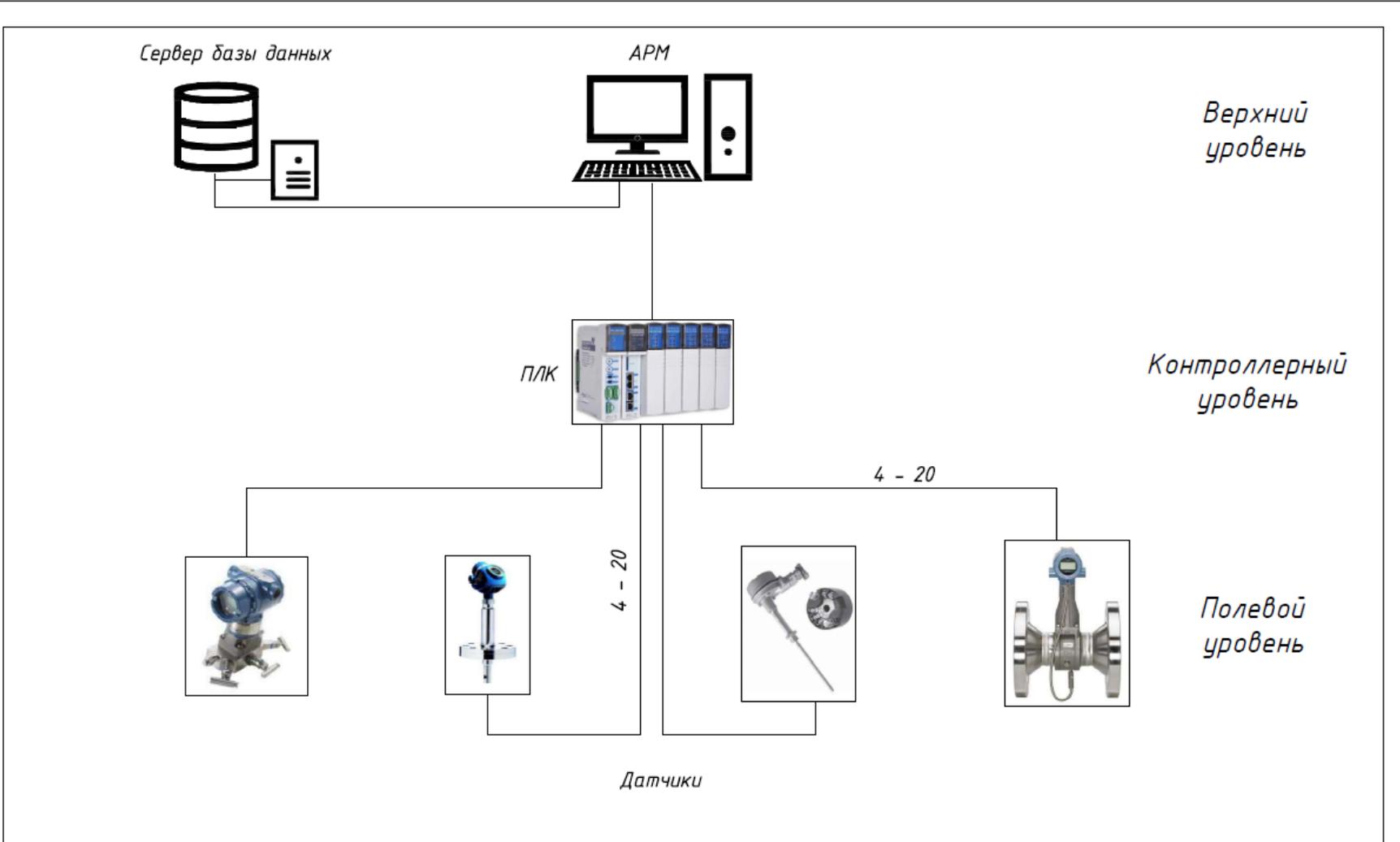
Таким образом, в результате выполнения курсового проекта был обеспечен автоматический контроль технологических параметров технологического процесса дожимной насосной станции и дистанционное автоматизированное управление со SCADA-системы.

Список используемых источников

1. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева. Социальная ответственность Учеб.-метод. пособие, - Томск: изд-во ТПУ, 2019.
2. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
3. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
4. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-2003. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
6. СанПиН 2.2.4.1294-2003. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений.
7. СНиП 52.13330-2016. Естественное и искусственное освещение.
8. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
9. ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГН 2.2.5.3532-2018. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
11. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.
12. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
13. Приказ МЧС РФ от 18 июня 2003 г. "Об утверждении норм пожарной безопасности "Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией".

14. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).
15. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 г. N 302н (ред. от 06.02.2018) «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительный и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».
16. Федерального закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Приложение А
(обязательное)
Трехуровневая структурная схема



Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разраб.		Бреслова А.Н.		
Пров.		Воронин А.В.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

ФЮРА.425280.001.ЭП.01

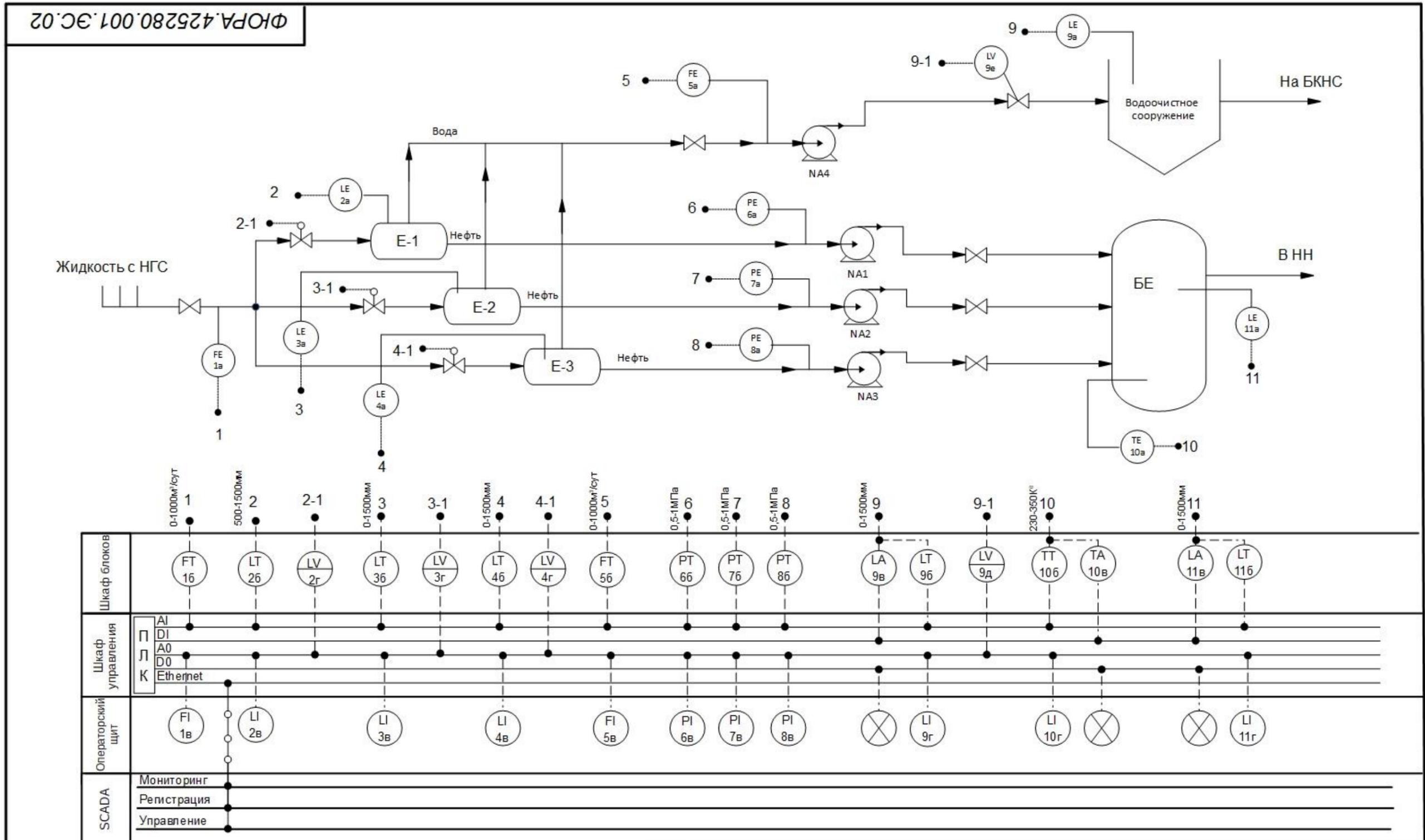
Функциональная схема
автоматизации по
ГОСТ 21.408-13

Лит	Масса	Масштаб
у		
ТПУ ИШИТР Группа Э-8Т41		

Приложение Б

(обязательное)

Функциональная схема автоматизации



Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разраб.	А.Н. Бреслова			
Пров.	А.В. Воронин			
Т.контр				
Н.контр				
Утв.				

ФЮРА.425280.001.ЭС.02

Функциональная схема
автоматизации по ГОСТ 21.408-
2013

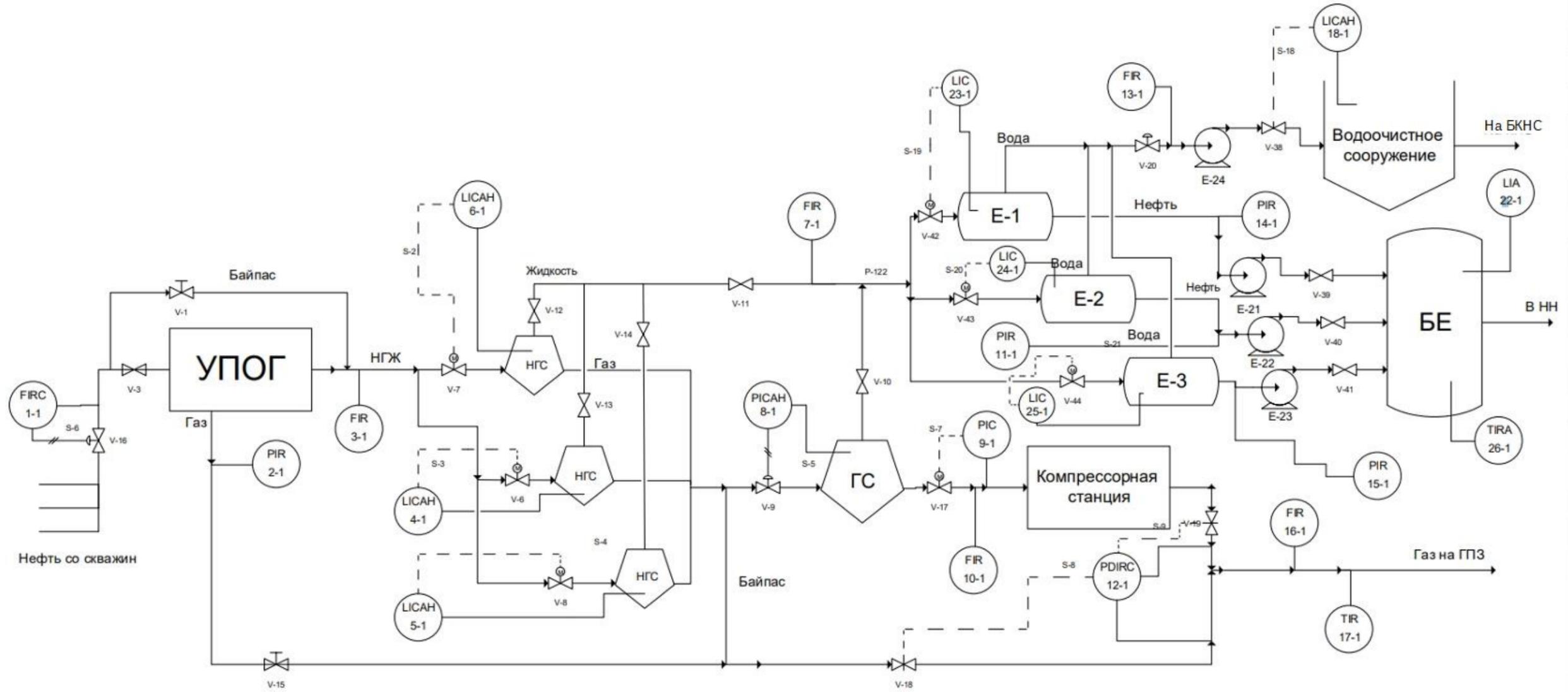
	Лит.	Масса	Масштаб
у			
ТПУ ИШИТР Группа 3-8Т41			

Приложение В

(обязательное)

Принципиальная технологическая схема

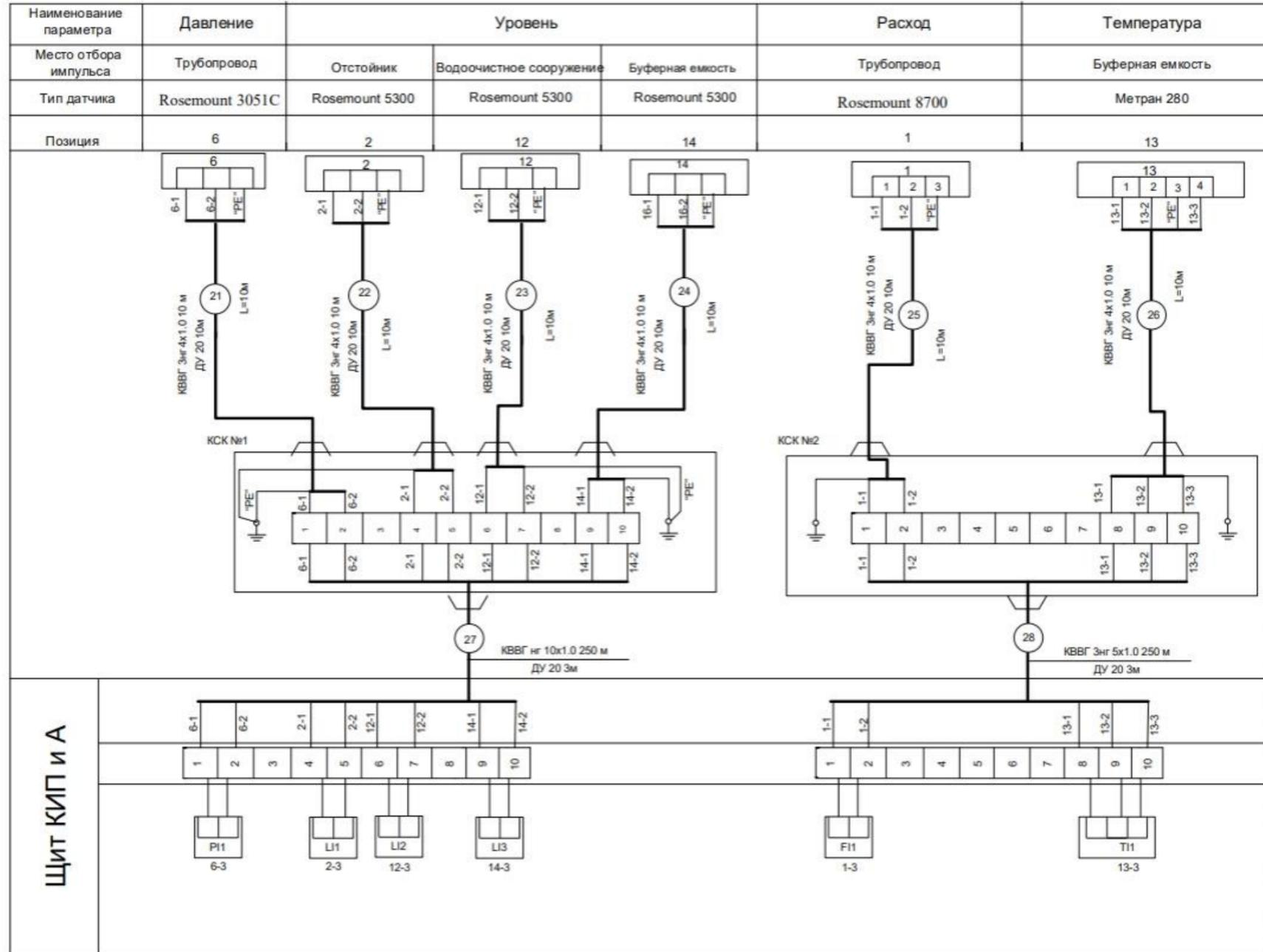
ФЮРА.425280.001.ЭС.03



				ФЮРА.425280.001.ЭС.03			
	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разраб.		А.Н. Бреслова					
Пров.		А.В. Воронин					
Т.контр							
Н.контр							
Утв.							
Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA S 5.1					Лит.	Масса	Масштаб
					у		
ТПУ ИШИТР Группа 3-8Т41							

Приложение Г
(обязательное)
Схема внешних проводов

ФЮРА.425280.001.ЭС.03



Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	А.Н. Бреслова		
Пров.	А.В. Воронин		
Т.контр			
Н.контр			
Уте.			

ФЮРА.425280.001.ЭС.04

Схема внешних проводов

Лит.	Масса	Масштаб
у		
ТПУ ИШИТР Группа 3-8Т41		

Приложение Д

(обязательное)

Вход-выходные характеристики сигналов

ФЮРА.425280.001.ЭС.05

№	Наименование сигнала	Идентификатор	Тип прибора	Предельные параметры	Класс точности	Тип сигнала	Единицы измерения
1	Расход жидкости на входе УПСВ	FWL_FL	Rosemount 8700	0..2000	0,5	4-20мА	м ³ /сут
2	Уровень жидкости в отстойнике Е-1	URV_TAN1_FL	Rosemount 5300	0..2000	0,5	4-20мА	мм
3	Уровень жидкости в отстойнике Е-2	URV_TAN2_FL	Rosemount 5300	0..2000	0,5	4-20мА	мм
4	Уровень жидкости в отстойнике Е-3	URV_TAN3_FL	Rosemount 5300	0..2000	0,5	4-20мА	мм
5	Расход воды на входе насоса NA4	FWL_PMP4_WTR	Rosemount 8700	0..2000	0,5	4-20мА	м ³ /сут
6	Давление на входе насоса NA1	DAV_PMP1	Rosemount 3051C	0..2000	0,5	4-20мА	МПа
7	Давление на входе насоса NA2	DAV_PMP2	Rosemount 3051C	0..2000	0,5	4-20мА	МПа
8	Давление на входе насоса NA2	DAV_PMP3	Rosemount 3051C	0..2000	0,5	4-20мА	МПа
9	Уровень воды в очистном сооружении	URV_VS_WTR	Rosemount 5300	0..3000	0,5	4-20мА	мм
10	Температура нефти в БЕ	TEM_BFC_OIL	Метран-280	230 - 350	0,5	4-20мА	°С
11	Уровень нефти в БЕ	URV_BFC_OIL	Rosemount 5300	0..3000	0,5	4-20мА	мм

					ФЮРА.425280.001.ЭС.05			
	Лист	№ док.	Подп	Дата				
	Разраб.	А.Н. Бреслова			Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA S 5.1	Лит.	Масса	Масштаб
	Пров.	А.В. Воронин				у		
	Т.контр							
	Н.контр							
	Уте.							
						ТПУ ИШИТР Группа 3-8Т41		