

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе

УДК 004.896:681.26:622.276.8-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6А	Корпусова Нина Сергеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	К.Т.Н.		

Консультант

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Белоенко Елена Владимировна	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Громаков Евгений Иванович	К.Т.Н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять 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.
P2	Применять передовой отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств при решении производственных задач.
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с проектированием и созданием современных систем автоматизации технологических процессов и производств.
P4	Разрабатывать системы автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, проектировать устройства автоматизации и обосновывать экономическую целесообразность решений
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных систем автоматизации.
P6	Внедрять и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты при решении задач автоматизации технологических процессов и производств, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
P7	Применять высоко технологичное программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
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	Самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности, поддерживать должный уровень физической подготовленности
P12	Решать задачи производственного анализа, связанные с проектированием и созданием современных систем автоматизации технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____13.04.20 Громаков Е.И.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6А	Корпусовой Нине Сергеевне

Тема работы:

Автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ № 134-30 с от 13.05.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: установка дозирования химреагента (УДХ).</p> <p>Цель работы: повышение операционной готовности автоматизированной системы диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе. Режим работы: непрерывный.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Описание технологического процесса; Разработка структурной схемы автоматизированной системы; Разработка функциональной схемы по автоматизации; Разработка схемы информационных потоков автоматизированной системы; Разработка алгоритмов управления автоматизированной системы; Выбор средств реализации автоматизированной системы; Разработка схемы соединения внешних проводов; Разработка алгоритмов управления автоматизированной системой; Разработка модели системы автоматического регулирования; Моделирование функциональной схемы на персональном компьютере; Разработка экранной формы автоматизированной системы.</p>
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Принципиальная схема УДХ; Структурная схема; Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013; Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA-S 5.1–2009; Перечень входных и выходных сигналов; Схема соединения внешних проводов; Дерево экранных форм; Перечень входных и выходных сигналов.</p>
--	---

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

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>13.04.2020</p>
--	-------------------

Задание выдал:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	К.Т.Н.		

Консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6А	Корпусова Нина Сергеевна		13.04.2020

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – весенний семестр 2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы :	04.06.2020
---	------------

Дата контроля	Название раздела(модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
02.06.2020	Основная часть	75
25.05.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
20.05.2020	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	К.Т.Н.		

Консультант

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6А	Корпусовой Нине Сергеевне

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

Тема ВКР:

Автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Создание проекта по автоматизации установки дозирования химреагента. Разработка алгоритмов управления и мнемосхемы для мониторинга технологических параметров и дистанционного управления насосом заправки и дозирующими насосами.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <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. 	ГОСТ 21889-76; ГОСТ 12.1.005-88; Трудовой кодекс РФ; ГОСТ 12.0.003-2015; СП 51.13330.2011; СП 52.13330.2011.
3.3 Производственная безопасность: 3.3.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов 3.3.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – Повышенный уровень шума; – повышенный уровень электромагнитного поля; – повышенный уровень вибрации; – поражение электрическим током; – недостаточная освещенность рабочей зоны.
3.4 Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – Воздействие на гидросферу незначительное; – воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом; – воздействие на литосферу происходит в результате производства, обслуживания и утилизации оборудования.
3.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на объекте: разлив нефти, возгорание, взрыв.

	Наиболее распространённым типом ЧС является пожар.
--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Белоенко Елена Владимировна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6А	Корпусова Нина Сергеевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6А	Корпусовой Нине Сергеевне

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 23000 руб. Оклад инженера - 13000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности НТИ
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Доцент, к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6А	Корпусова Нина Сергеевна		

Реферат

Пояснительная записка содержит 122 страницы машинного текста, 25 рисунков, 33 таблицы, список использованных источников из 27 наименований, 9 приложений.

Ключевые слова: ДОЗИРОВАНИЕ ХИМРЕАГЕНТА, УСТАНОВКА ДОЗИРОВАНИЯ ХИМРЕАГЕНТА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ, ДАТЧИК, АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ОПЕРАТОРА.

Объектом исследования является установка дозирования химического реагента установки комплексной подготовки нефти.

В настоящей работе приведены решения по автоматизированной системе диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе, а также по импортозамещению оборудования на УДХ (установка дозирования химреагента), выбору датчиков, контроллерного оборудования, разработке алгоритма сбора данных, экранных форм УДХ, а также разработке схем: автоматизации, соединения внешних проводок, структурной.

Цель – повысить операционную готовность автоматизированной системы диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе.

Для выполнения работы использовались программные продукты: Matlab R2016a, Microsoft Visio 2016, Simp light, Benley MicroStation V8i. Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016.

Оглавление

Определения, сокращения, обозначения	14
Введение.....	16
1 Требования к разрабатываемой системе	17
1.1 Назначение и цели создания системы	17
1.2 Требования к автоматике	18
1.3 Требования к системе	18
1.3.1 Требования к системе в целом	18
1.3.2 Требования к числу уровней иерархии	19
1.3.4 Требования к видам обеспечения	19
1.3.4.1 Требования к техническому обеспечению	19
1.3.4.2 Требования к программному обеспечению	20
1.3.4.3 Требования к математическому обеспечению	21
1.3.4.4 Требования к информационному обеспечению	21
1.3.4.5 Требования к метрологическому обеспечению	22
2 Разработка автоматизированной системы управления дозированием химреагента в сепараторе	23
2.1 Описание технологического процесса	23
2.2 Разработка структурной схемы автоматизированной системы ...	24
2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации	25
2.4 Разработка схемы информационных потоков автоматизированной системы	26
2.5 Разработка алгоритмов управления	27
2.6 Комплекс аппаратно – технических средств	30
2.6.1 Выбор средств реализации автоматизированной системы	30
2.6.2 Выбор датчиков давления	30
2.6.3 Выбор уровнемера	33
2.6.4 Выбор сигнализатора уровня	36
2.6.5 Выбор расходомера	39

2.6.6 Выбор датчиков температуры.....	41
2.7 Выбор контроллерного оборудования.....	44
2.8 Выбор исполнительного оборудования	45
2.8.1 Выбор насоса	45
2.8.2 Выбор частотных преобразователей.....	47
2.9 Разработка схемы соединения внешних проводок	48
2.9.1 Разработка алгоритмов управления	50
2.10 Алгоритм автоматического регулирования расхода реагента ...	50
2.11 Разработка модели системы автоматического регулирования на персональном компьютере.....	52
2.11.1 Моделирование функциональной схемы в программной среде Matlab	52
2.11.2 Разработка экранной формы автоматизированной системы управления технологическим процессом	58
2.11.3 Область видеокadra	59
2.11.4 Мнемознаки.....	60
3 Социальная ответственность	62
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
3.2 Производственная безопасность.....	64
3.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	65
3.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего	70
3.3 Экологическая безопасность.....	71
3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	72
Заключение по разделу	73
4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	74
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	74

4.2 Технология QuaD.....	77
4.3 SWOT-анализ	78
4.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	80
4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	80
4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ	82
4.5 Бюджет научно-технического исследования	87
4.5.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	87
4.5.2. Расчёт амортизационных отчислений	88
4.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	89
4.5.4 Дополнительная заработная плата.....	91
4.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	91
4.5.6 Накладные расходы	92
4.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	93
4.5.8 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования	93
Заключение по разделу	97
Заключение	99
Список используемых источников.....	101
Приложение А	105
Приложение Б	106
Приложение В.....	107
Приложение Г	108
Приложение Д	109
Приложение Е.....	110
Приложение Ж.....	111
Приложение З	112
Приложение И	113

Определения, сокращения, обозначения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

425280: Код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85 (код означает проектирование распределенного автоматизированного управления технологическим объектом);

автоматизированное рабочее место; АРМ: Программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием, как правило, используют SCADA-системы;

автоматизированная система; АС: Комплекс аппаратных и программных средств, предназначенных для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций;

интерфейс: Совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил взаимодействия (управления, контроля и т.д.) между элементами системы;

протокол (CAN, ProfiBus, ModBus, HART, ModBus RTU): Набор правил и действий, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включенными в сеть устройствами;

тег: Метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры;

Ethernet: Технология, которая соединяет проводные локальные сети и позволяет устройству взаимодействовать друг с другом по протоколу, являющемуся общим сетевым языком;

GSM-modem: Приёмопередатчик, использующий сети операторов мобильной связи для передачи и приёма информации;

SCADA: Инструментальная программа, предназначенная для проектирования ПО АСУ;

SQL: Язык программирования, применяемый для создания, модификации и управления данными в реляционной базе данных, управляемой соответствующей системой управления базами данных;

технологический процесс; ТП: Последовательные технологические операции, которые необходимы, чтобы выполнить определённый вид работ;

АСУ: Автоматизированная система управления;

АСУ ТП: Автоматизированная система управления технологическим процессом;

КИПиА: Контрольно-измерительные приборы и автоматика;

НИР: Научно-исследовательская работа;

НТИ: Научно-техническое исследование;

ОС: Обратная связь;

ПВХ: Поливинилхлоридный пластикат;

ПЛК: Программируемый логический контроллер;

ПО: Программное обеспечение;

ПК: Персональный компьютер;

ПЧ: Преобразователь частоты;

ПФ: Передаточная функция;

САУ: Система автоматического управления;

УДХ: Установка дозирования химреагента;

УДПХ: Установка дозированной подачи химического реагента;

УКП: Установка комплексной подготовки;

УКПН: Установка комплексной подготовки нефти;

ФЮРА: Код организации разработчика проекта (ТПУ).

Введение

Промысловая подготовка нефти играет ключевую роль в нефтяной промышленности. Добытую нефть необходимо транспортировать. Это создаёт ряд проблем. Дело в том, что пластовая нефть, попадая в скважину, состоит из огромного числа примесей. Это могут быть частицы пластовых вод, глины и песка, газы, микроорганизмы, минеральные соли. Для транспортировки такая нефть не годится – примеси увеличивают ее объем и снижают качество, негативно влияют на работу оборудования и трубопроводов, а также приводят к потерям легких фракций нефтепродуктов.

Чтобы максимально снизить затраты на транспорт нефти и минимизировать перечисленные выше факторы, используется УКПН, чтобы изъять из нефти все примеси, очистить ее, отделить все легкие фракции и подготовить к транспортировке по магистральным нефтепроводам.

Современные технологии позволяют автоматизировать процессы, протекающие на УКПН. Хотя это и приводит к дополнительным затратам на этапе проектирования и установки, но, в конечном счёте, приводит к повышению качества подготовленной нефти.

В данной ВКР предложена автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе, которая может найти своё применение на кустовых площадках, площадках УКП нефти, газа и воды. Целью является повышение операционной готовности автоматизированной системы диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе путем замены оборудования на оборудование российского производства, что позволит сократить время поставки оборудования, а также сократить время простоя производства. За основу взята установка дозирования химреагента ПАО "НК "Роснефть" [1]. Принципиальная схема данной установки представлена в приложении А.

1 Требования к разрабатываемой системе

1.1 Назначение и цели создания системы

Автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе предназначена для химической обработки продукции нефтяных и газовых скважин в системах сбора, транспорта и подготовки нефти и газа.

Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации является установка дозирования химического реагента УКПН, целью работы которой является борьба с запарафиниванием трубопровода химическим методом, а также предотвращение отложений на его стенках иных веществ, препятствующих режимной работе УКПН и сокращающих срок службы трубопровода.

В состав технологического оборудования УДХ входят:

- агрегаты электронасосные дозирочные, плунжерные или мембранные;
- насос шестеренный;
- емкость технологическая безнапорная сварная, прямоугольного сечения;
- сепаратор.

Система создается с целью:

- обеспечения высоких технико – экономических показателей работы УДХ за счет автоматизированного поддержания наиболее рационального режима работы технологического оборудования в рамках заданных плановых и технических ограничений;
- обеспечения высокого уровня безопасности технологических процессов УДХ;
- сокращения материальных и энергетических затрат;
- улучшения достоверности измерений в ходе ТП.

АСУ ТП должна решать следующие задачи:

- сбор и фиксация данных о ходе технологического процесса;

- воздействие на ТП для управления им в соответствии с заданиями, которые устанавливают операторы АСУ;
- выявление сбоев и отказов в работе оборудования;
- сигнализация об аварийных случаях на контролируемых объектах;
- оповещение оператора о выходе за допустимые пределы контролируемых параметров [2].

1.2 Требования к автоматике

Система автоматизации АСУ ТП должна обеспечить следующее:

1. Измерение:

- температуры химического реагента в емкости;
- уровня химического реагента в емкости;
- температуры воздуха в помещении;
- расхода химического реагента;
- давления химического реагента.

2. Управление:

- насосом закачки;
- дозирующими насосами.

3. Индикацию измеряемых параметров на дисплее АРМ.

4. Сигнализацию:

- превышения предельно верхнего уровня реагента в емкости;
- достижение предельно нижнего уровня реагента в емкости;
- при невыполнении функции открытие/закрытие крана;
- при падении/росте давления на приеме или выкиде насоса [3].

1.3 Требования к системе

1.3.1 Требования к системе в целом

Разрабатываемая автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химреагента в сепараторе должна соответствовать

требованиям ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированная система управления. Общие требования» с учётом ниже изложенного в данном разделе [4].

1.3.2 Требования к числу уровней иерархии

Структура системы должна быть трехуровневой:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно – измерительных приборов и автоматики (КИПиА);
- средний уровень – уровень, на котором происходит сбор информации, поступившей с нижнего уровня, выдачи воздействий на устройства приема/передачи данных на верхний уровень, включает в себя локальный контроллер;
- верхний уровень – уровень, представляющий собой автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора.

1.3.4 Требования к видам обеспечения

1.3.4.1 Требования к техническому обеспечению

Автоматизированная система диспетчерского управления технологическим процессом обязана поддерживать установленные режимы технологического процесса за счет контроля, выдачи команд на исполнительные механизмы и визуального отображения данных о производственном процессе и состоянии технологического оборудования.

Комплекс технических средств совместно с ПО должен обеспечивать реализацию всех функций, оговоренных в данных требованиях к разрабатываемой системе.

В состав комплекса технических средств должны входить:

- датчики;
- контроллеры;
- исполнительные механизмы;

- средства программно – технической обработки, дистанционного управления, передачи и хранения информации;
- средства отображения.

Средства измерений должны иметь стандартный унифицированный токовый сигнал диапазона (4-20) мА, вдобавок они должны отвечать требованиям взрывобезопасности и должны быть изготовлены из материалов, которые устойчивы к коррозии. Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, с помощью которой осуществляется свободная компоновка каналов.

1.3.4.2 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение – совокупность программ, процедур, правил, предназначенных для реализации целей и задач информационной системы, а также для отладки, функционирования и проверки работоспособности АС. Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические языки программирования и соответствующие средства разработки. Они должны соответствовать международному стандарту IEC 61131-3 для программирования промышленных логических контроллеров.

Программное обеспечение терминала УДХ должно быть совместимым с существующим на УКПН программным обеспечением. Системное ПО должно выполнять все функции информационно – управляющей системы. На нижнем уровне должна быть установлена операционная система реального времени.

На среднем и верхнем уровнях должна быть установлена сетевая операционная система с средствами поддержки баз данных. Объем памяти для хранения баз данных должен быть достаточным для размещения на нем информации, собранной за 3-х летний период. На ПК оператора АРМ должно обеспечиваться хранение архивов информации в следующих временных диапазонах:

- протоколы событий – один месяц;
- отчеты за смену/сутки – три месяца;
- месячные отчеты – один год.

ПК оператора АРМ необходимо обеспечить источником бесперебойного питания, поддерживающим его работоспособность в течение двух часов с момента отключения основной питающей сети.

1.3.4.3 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение включает математические модели, а также алгоритмы обработки информации, которые используются при создании и эксплуатации автоматизированной системы диспетчерского управления, и позволяет реализовывать различные компоненты данной АС средствами единого математического аппарата.

Разработка математического обеспечения должна производиться с учетом требований, которые предъявляют системам, работающим в реальном времени.

1.3.4.4 Требования к информационному обеспечению

В состав информационного обеспечения должны входить средства ведения и управления базами данных, а также система электронных документов, выраженная в виде статической отчетности. Одной из основных задач при разработке информационного обеспечения является организация человека – машинного интерфейса.

По результатам модернизации системы должны быть представлены:

- структура процесса сбора, обработки и передачи информации в системе;
- состав, структура и способы организации данных в системе;
- информация по визуальному представлению.

1.3.4.5 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение должно охватывать все этапы модернизации автоматизированной системы данного технологического процесса. На этапе введения АС в эксплуатацию должна быть произведена метрологическая аттестация измерительных каналов системы в соответствии с ГОСТ 8.009-84 [5]. В процессе эксплуатации установки дозирования химического реагента должна производиться периодическая поверка всех средств измерения установки дозирования химреагента.

2 Разработка автоматизированной системы управления дозированием химреагента в сепараторе

2.1 Описание технологического процесса

Установка дозированной подачи химического реагента (УДПХ) подразумевает установку на кустовой площадке и предназначена для подачи жидких ингибиторов и деэмульгаторов в нефтепровод для защиты стенок трубопровода от парафиноотложений, солеотложений и других веществ, которые создают сложности режимной работе УКПН и приводят к сокращению её срока эксплуатации.

В блоке УДХ установлена технологическая емкость. Она предназначена для хранения запасов химического реагента. С помощью насоса происходит закачивание химического реагента в емкость. Чтобы измерить действительный уровень химического реагента в емкости, используется датчик уровня LE-01. Контроль предельного верхнего уровня реагента в технологической емкости происходит с использованием датчика уровня LE-02, а контроль предельного нижнего уровня – LE-03.

Насосами НД-1 и НД-2 производится подача реагента в нефтепровод по двум линиям, причем насосы могут работать и по отдельности. От постановки задачи будет увеличена или уменьшена пропускная способность УДХ.

Чтобы измерить действительный расхода реагента на линии насоса НД-1 и НД-2, требуются соответственно датчики-расходомеры FE-07 и FE-08.

Далее производится измерение текущего значения расхода и сопоставление его с требуемым значением. В SCADA-системе задается требуемое значение расхода реагента. В зависимости от полученного результата сравнения с программируемого логического контроллера подаётся соответствующее управляющее воздействие на преобразователи частоты (ПЧ).

В случае равенства заданного и текущего значений расхода химреагента, подаётся управляющее воздействие на прекращение

регулирования расхода и работа насоса прекращается. Если же значение расхода превышает заданное, то ПЧ уменьшает частоту питающего напряжения на насосе, что влечет за собой уменьшение скорости вращения ротора двигателя и, как следствие, общей производительности насоса. В противном случае – ПЧ увеличивает частоту питающего напряжения на насосе, что приводит к повышению общей производительности насоса.

2.2 Разработка структурной схемы автоматизированной системы

Объектом управления является установка дозирования химического реагента УКПН. В соответствии с требованиями к разрабатываемой системе разработаем систему автоматизированного диспетчерского управления дозированием химреагента в сепараторе. Структурная схема приведена в приложении Б.

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных средств автоматизации:

- датчики давления (2 шт.);
- уровнемер;
- сигнализаторы уровня (2 шт.);
- расходомеры (2 шт.);
- датчики температуры (2 шт.);
- преобразователи частоты (2 шт.).

Информация от датчиков нижнего уровня переходит на контроллерный (средний) уровень, содержащий ПЛК.

Данный уровень выполняет следующие задачи:

- сбор, первичная обработка и хранения информации;
- обмен информацией с пунктами управления;
- автоматизированное управление ТП;
- обработка данных и масштабирование.

Информация с локального контроллера передается на верхний уровень (информационно – вычислительный), содержащий автоматизированное рабочее место оператора, при этом в состав АРМ оператора входят:

- персональный компьютер;
- источник бесперебойного питания;
- лицензионное программное обеспечение.

Информационно – вычислительный уровень выполняет функции:

- обмен информацией со средним уровнем;
- формирование и оперативное отображение информации о состоянии технологического процесса в реальном масштабе времени в виде мнемосхем с динамическими элементами [6].

2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации

Основным техническим документом, который определяет функционально – блочную структуру контуров управления технологическим процессом и уровень автоматизации технологического процесса АС, является функциональная схема автоматизации. Она представляет из себя чертеж, на котором показывают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления, приборы и средства автоматизации, средства вычислительной техники с указанием связей между ними, а также таблицы условных обозначений и пояснения к схеме. В ходе разработки функциональной схемы автоматизации ТП решены следующие задачи:

- получение первичной информации о состоянии ТП и оборудования;
- контроль и регистрации технологических параметров;
- контроль и регистрации состояния технологического оборудования.

В ходе выполнения выпускной работы была разработана функциональная схема автоматизации в соответствии с требованиями ГОСТ

21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов», которая приведена в приложениях В и Г. В приложении Д приведена функциональная схема автоматизации системы дозирования химреагента, разработанная по ANSI/ISA5.1-2009.

2.4 Разработка схемы информационных потоков автоматизированной системы

ПЛК на среднем уровне распределяет преобразованные информационные потоки между сервером базы данных и автоматизированным рабочим местом оператора. АРМ оператора принимает и отображает полученные данные, отправляет команды управления, передаваемые на средний уровень. Каждое действие оператора отображается на АРМ в виде журнала событий. В сервере базы данных вся информация структурируется, затем обращение к ней возможно с помощью запросов с автоматизированного рабочего места диспетчера и производственно – диспетчерской службы.

Схема информационных потоков приведена на рисунке 1.

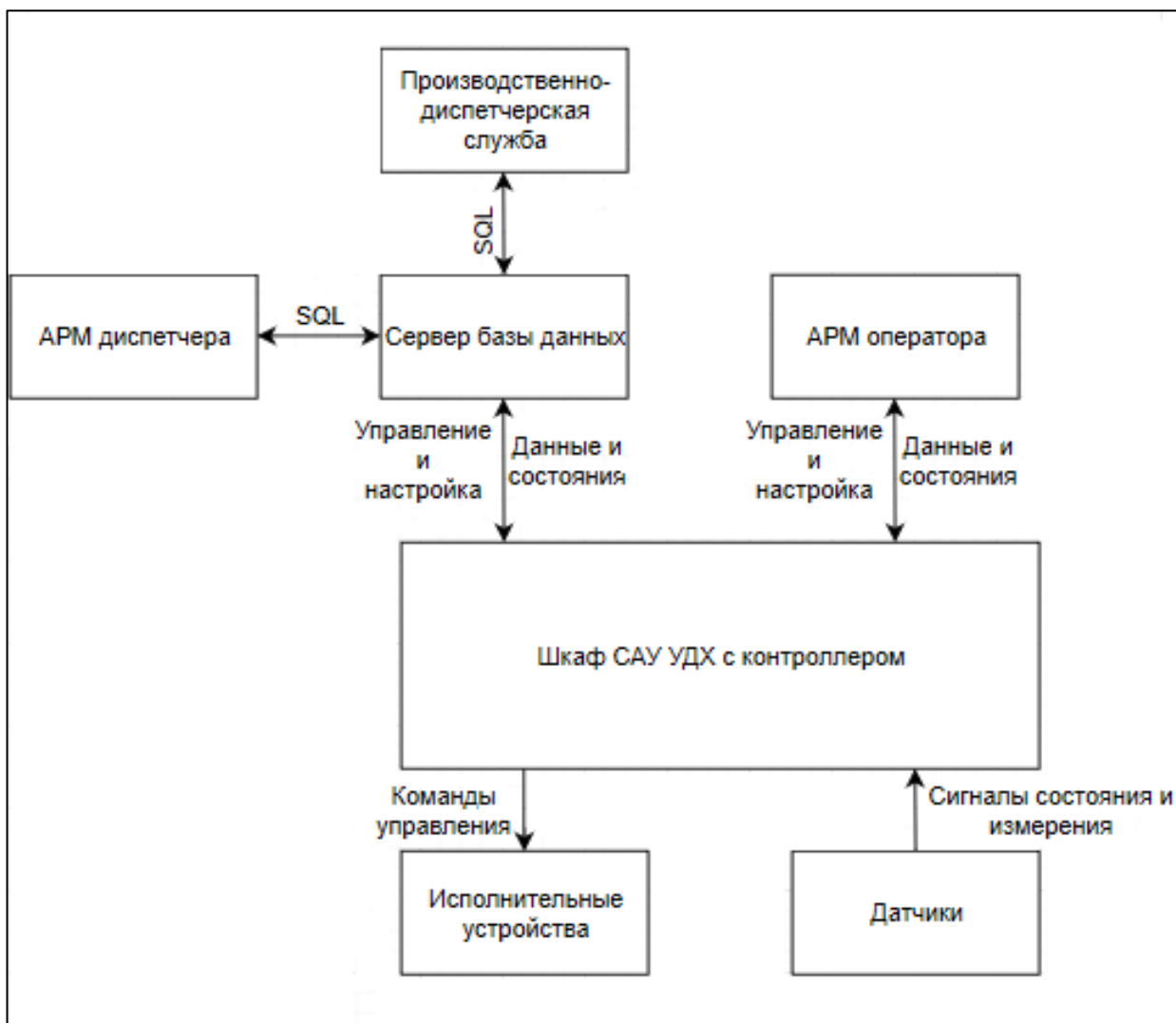


Рисунок 1 – Схема информационных потоков

2.5 Разработка алгоритмов управления

В текущей ВКР алгоритмы описывают логику управления насосами со SCADA-системы. Все алгоритмы представляют собой взаимосвязанные модули, изображаемые определенными символами в соответствии с ГОСТ 19.701-90 [7]. Общий цикл внутри алгоритма отсутствует, так как алгоритм цикличен. Все элементы контроля и управления должны иметь свой идентификатор (ТЕГ).

Структура шифра выглядит следующим образом: AAAA_BBB_CCC, где

AAAA – определитель сигнала (4 символа):

DAVL – давление;

TEMP – температура;

UROV – уровень;

RASH – расход;

NORM – состояние включенного оборудования;

PUSK – запуск;

STOP – остановка;

FREQ – частота.

BBB – уточнение определителя сигнала (3 символа):

MAX – максимум;

MIN – минимум;

XIM – химический реагент;

VOZ – воздух;

RAB – работа;

REG – регулирование;

BOL – больше;

MEN – меньше.

CCC – код технологического аппарата (3 символа):

EMK – технологическая емкость;

HOL – технологическое помещение;

NZ1 – насос закачки;

ND1 – насос дозирования 1;

ND2 – насос дозирования 2.

В таблице 1 представлена кодировка всех сигналов в SCADA-системе.

Знак «_» предназначен для отделения частей идентификатора между собой.

Таблица 1 – Кодировка всех сигналов в SCADA-системе

Сигнал	Кодировка
Верхний уровень в емкости	UROV_MAX_EMK
Нижний уровень в емкости	UROV_MIN_EMK

Продолжение таблицы 1

Сигнал	Кодировка
Температура реагента в емкости	TEMP_XIM_EMK
Уровень реагента в емкости	UROV_XIM_EMK
Температура воздуха в помещении УДХ	TEMP_VOZ_HOL
Расход реагента по линии НД-1	RASH_XIM_ND1
Расход реагента по линии НД-2	RASH_XIM_ND2
Давление реагента на выкиде НД-1	DAVL_XIM_ND1
Давление реагента на выкиде НД-2	DAVL_XIM_ND2
Запуск насоса закачки	PUSK_RAB_NZ1
Останов насоса закачки	STOP_RAB_NZ1
Запуск НД-1	PUSK_RAB_ND1
Останов НД-1	STOP_RAB_ND1
Запуск НД-2	PUSK_RAB_ND2
Останов НД-2	STOP_RAB_ND2
Насос закачки запущен	NORM_RAB_NZ1
НД-1 запущен	NORM_RAB_ND1
НД-2 запущен	NORM_RAB_ND2
Пуск регулирования НД-1	PUSK_REG_ND1
Стоп регулирования НД-1	STOP_REG_ND1
Частота больше НД-1	FREQ_BOL_ND1
Частота меньше НД-1	FREQ_MEN_ND1
Пуск регулирования НД-2	PUSK_REG_ND2

Продолжение таблицы 1

Сигнал	Кодировка
Стоп регулирования НД-2	STOP_REG_ND2
Частота больше НД-2	FREQ_BOL_ND2
Частота меньше НД-2	FREQ_MEN_ND2

Перечень входных и выходных сигналов приведен в приложении Е.

2.6 Комплекс аппаратно – технических средств

Комплекс аппаратно – технических средств АСУ установкой дозирования химреагента имеет в своем составе устройства измерения и индикации, а также интерфейсные линии связи [8].

2.6.1 Выбор средств реализации автоматизированной системы

В соответствии с требованиями к разрабатываемой системе выбираемые устройства измерения должны быть предназначены для работы в условиях агрессивных сред. Также они должны быть российского производства.

2.6.2 Выбор датчиков давления

Когда происходит подача реагента в технологический нефтепровод, следует осуществлять контроль давления на выкиде насосов дозирования, чтобы предотвратить возникновение аварийных ситуаций, связанных с превышением расчетного давления трубопровода.

Выбор датчика давления проводился с учётом таких критерий: тип измеряемого давления, диапазон измерения, допускаемая погрешность, выходной сигнал, вариант исполнения, условия окружающей среды и стоимости.

В таблице 2 представлены характеристики датчиков, среди которых происходил выбор подходящего. При выборе датчиков было рассмотрено три варианта: Метран-55, Элемер-100 и МИДА-13.

Таблица 2 – Характеристики датчиков

Наименование датчика	Метран-55	Элемер-100	МИДА-13
Тип измеряемого давления	Избыточное	Избыточное, абсолютное	Избыточное, абсолютное, разрежения
Диапазон измерений	0,04 кПа – 16 МПа	2 кПа – 16 МПа	0,15 кПа – 2 МПа
Выходной сигнал	(4-20) мА, (0-5) мА	(4-20) мА; HART	(4-20) мА, (0-5) мА
Погрешность	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,075 \%$	$\pm 0,1 \%$
Варианты исполнения	Общепро – мышленное, кислородное, искробезопасная электрическая цепь, взрыво – непроницаемая оболочка	Общепромыш – ленное, взрывонепро – ницаемая оболочка, искробезопасная цепь, кислородное	общепромыш – ленное, взрывонепро – ницаемая оболочка
Условия окружающей среды	от минус 45 до 70 °С	от минус 55 до 70 °С	от минус 45 до 80 °С
Стоимость	от 9000 рублей	От 70000 рублей	от 11500 рублей

Как видно из таблицы 2, самую маленькую погрешность из рассматриваемых датчиков имеет Элемер-100, а самую большую – Метран-55

и МИДА-13. Все датчики способны измерять избыточный тип давления. По диапазону измерения подходят только первые два датчика, так как на установке дозирования химического реагента давление не поднимается выше 10 Мпа. Кроме того, все датчики имеют выходной сигнал (4-20) мА и имеют взрывонепроницаемую оболочку. В итоге выбор был сделан в пользу датчика Метран-55, так как диапазон цен на данный датчик относительно не велик по сравнению с датчиком Элемер-100. Датчик давления Метран-55 изображен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Датчик давления Метран-55

Принцип работы Метран-55 основан на изменении электрического сопротивления тензоэлементом при воздействии на него давления. Чувствительный элемент первичного преобразователя, а также встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемое давление в унифицированный выходной сигнал постоянного тока. На рисунке 3 представлена закладная на датчик давления Метран-55.

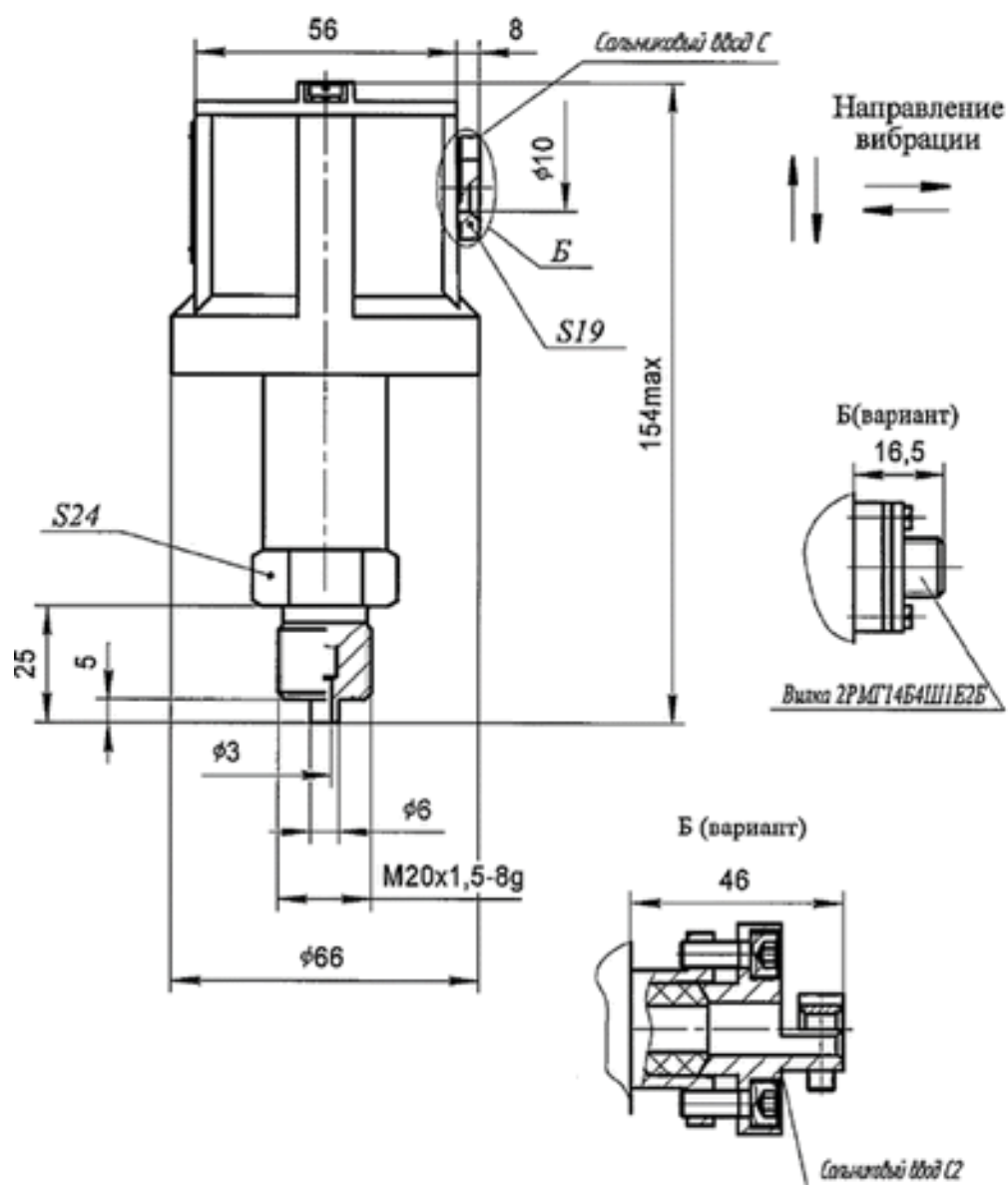


Рисунок 3 – Закладная на датчик давления Метран-55

2.6.3 Выбор уровнемера

Для измерения уровня химического реагента в емкости требуется уровнемер.

Выбор датчика уровня проводился с учётом таких критерий: измеряемая среда, диапазон измерения, предел допускаемой погрешности, выходной сигнал, условия окружающей среды, степень защиты и стоимости.

В таблице 3 представлены характеристики датчиков, среди которых происходил выбор подходящего.

Таблица 3 – Характеристики уровнемеров

Наименование датчика	УДУ-10-121	УТР1	ПМП-062
Измеряемая среда	нейтральные и агрессивные среды	нейтральные и агрессивные среды	нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измерений	от 0,1 до 20 м	от 0,1 до 23.5 м	от 0,1 до 20 м
Предел допускаемой погрешности	0,1 %	0,1 %	0,03 %
Выходной сигнал	(4-20) мА	(4-20) мА; HART	(4-20) мА
Условия окружающей среды	от минус 50 до 50 °С	от минус 40 до 85 °С	от минус 50 до 60 °С
Степень защиты	IP65	IP 68	IP 66
Стоимость	70000	53000	18000

Исходя из таблицы 3, прибор с самой маленькой погрешностью – ПМП-062. Все датчики имеют допустимый диапазон измерений и выходной сигнал (4-20) мА. Также все уровнемеры удовлетворяют условиям окружающей среды.

Для измерения уровня химического реагента в емкости выберем уровнемер ПМП-062, представленный на рисунке 4, который выигрывает в ценовой категории и точности измерений. Он используется для измерения уровня жидкости в резервуарах и преобразования уровня в унифицированный токовый сигнал (4-20) мА.



Рисунок 4 – Уровнемер ПМП-062

Измерение уровня жидкости происходит за счёт поплавка со встроенным магнитом, который магнитным полем воздействует на чувствительные элементы (герконы). Благодаря установки герконов в ряд с определенным интервалом и соединением их через резисторы по схеме резистивного делителя напряжения достигается непрерывное измерение с шагом 5 мм.

В корпусе уровнемера ПМП-062 находится электронная плата преобразования уровня в токовый сигнал.

На рисунке 5 изображена закладная на датчик уровня ПМП-062.

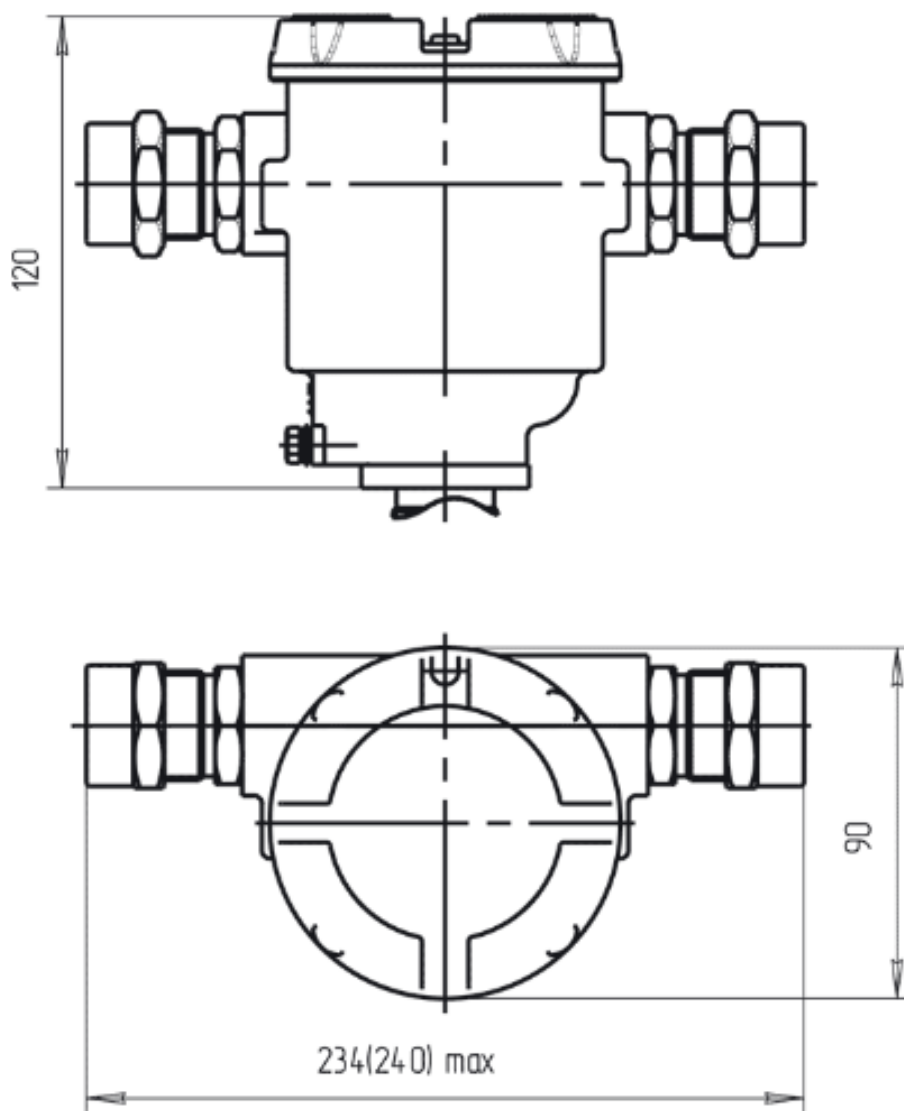


Рисунок 5 – Закладная на датчик уровня ПМП-062

2.6.4 Выбор сигнализатора уровня

Чтобы осуществлять контроль уровня химреагента, который находится в ёмкости, требуется произвести установку сигнализаторов верхнего и нижнего уровней, при достижении которых будет производиться автоматическое отключение/включение насоса закачки и дозирующих насосов.

Выбор сигнализатора уровня проводился с учётом таких критерий: параметры контролируемой жидкости, предел допускаемой погрешности,

схема подключения, условия окружающей среды, степень защиты и стоимости.

В таблице 4 представлены характеристики датчиков, среди которых происходил выбор подходящего.

Таблица 4 – Характеристики сигнализаторов

Наименование датчика	СУГ-М	ПМП-053	РОС-101
Параметры контролируемой жидкости	от минус 60 до 85 °С;	от минус 50 до 65 °С;	от минус 50 до 70 °С;
Предел допускаемой погрешности	± 0,2 %	± 0,075 %	± 0,1 %
Схема подключения	двухпроводная	двухпроводная	двухпроводная
Условия окружающей среды	от минус 40 до 60 °С	от минус 50 до 60 °С	от минус 45 до 60 °С
Степень защиты	IP54	IP66	IP54
Стоимость	30000	17000	24000

Исходя из таблицы 4, прибор с самой маленькой погрешностью – ПМП-053. Все датчики имеют допустимые параметры контролируемой среды и схему подключения. Также все сигнализаторы уровня удовлетворяют условиям окружающей среды.

Для контроля уровня химического реагента в емкости выберем уровнемер ПМП-053, представленный на рисунке 6, который выигрывает в ценовой категории и точности измерений.

В основе работы ПМП-053 лежит применение геркона под воздействием магнитного поля, изменяющего свое состояние (замкнут/разомкнут). Поплавок со встроенным магнитом передвигается по направляющей и вызывает переключение состояния геркона.



Рисунок 6 – Сигнализатор уровня ПМП-053

На рисунке 7 представлена закладная на сигнализатор уровня ПМП-053.

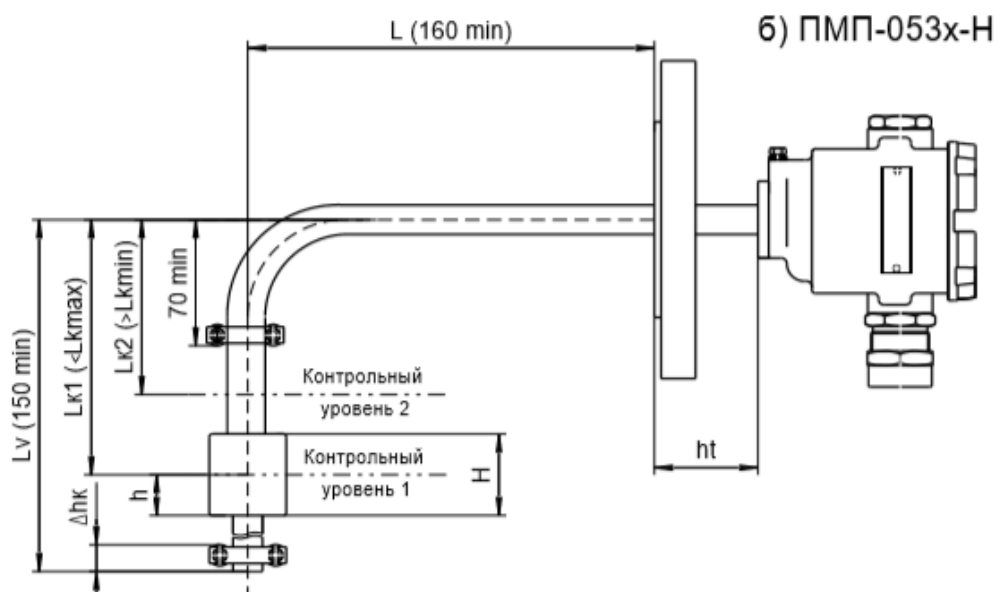


Рисунок 7 – Закладная на сигнализатор уровня ПМП-053

2.6.5 Выбор расходомера

Чтобы подать химреагент в технологический нефтепровод, требуется произвести измерение объемного расхода химического реагента, с целью его последующего регулирования, а также чтобы учитывать общее количество закачанного реагента.

При выборе расходомеров было рассмотрено три варианта датчиков МЕТРАН-370, ЭМИС-МАГ 270 и МПР-400 в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика расходомеров

Наименование датчика	МЕТРАН-370	ЭМИС-МАГ 270	МПР-400
Измеряемая жидкость	электро-проводящая жидкость; пищевые жидкости; вода	электропро-водящая жидкость; агрессивные жидкости; вода	электропроводящая жидкость; пищевые жидкости; агрессивные жидкости; вода
Температура измеряемой среды	от 29 до 180 °С	от 40 до 30 °С	от 30 до 177 °С
Предел допускаемой погрешности	0.5 %	0.5 %	1 %
Схема подключения	двухпроводная	двухпроводная	двухпроводная
Выходной сигнал	(4-20) мА; HART	(4-20) мА	(4-20) мА
Степень защиты	IP68	IP65	IP68
Стоимость	20000	31000	25000

Исходя из таблицы 5, прибор с самой большой погрешностью – МПР-400. Все датчики имеют выходной сигнал (4-20) мА и имеют допустимую температуру измеряемой среды. Так как разница между датчиками заключается в цене, то будем использовать электромагнитный расходомер МЕТРАН-370, который изображен на рисунке 8.

Принцип действия расходомера основан на измерении электродвижущей силы, индуцируемой в потоке электропроводной жидкости под действием внешнего магнитного поля. Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемый расход в унифицированный выходной сигнал постоянного тока.



Рисунок 8 – Расходомер Метран-370

На рисунке 9 представлена закладная на расходомер Метран-370.

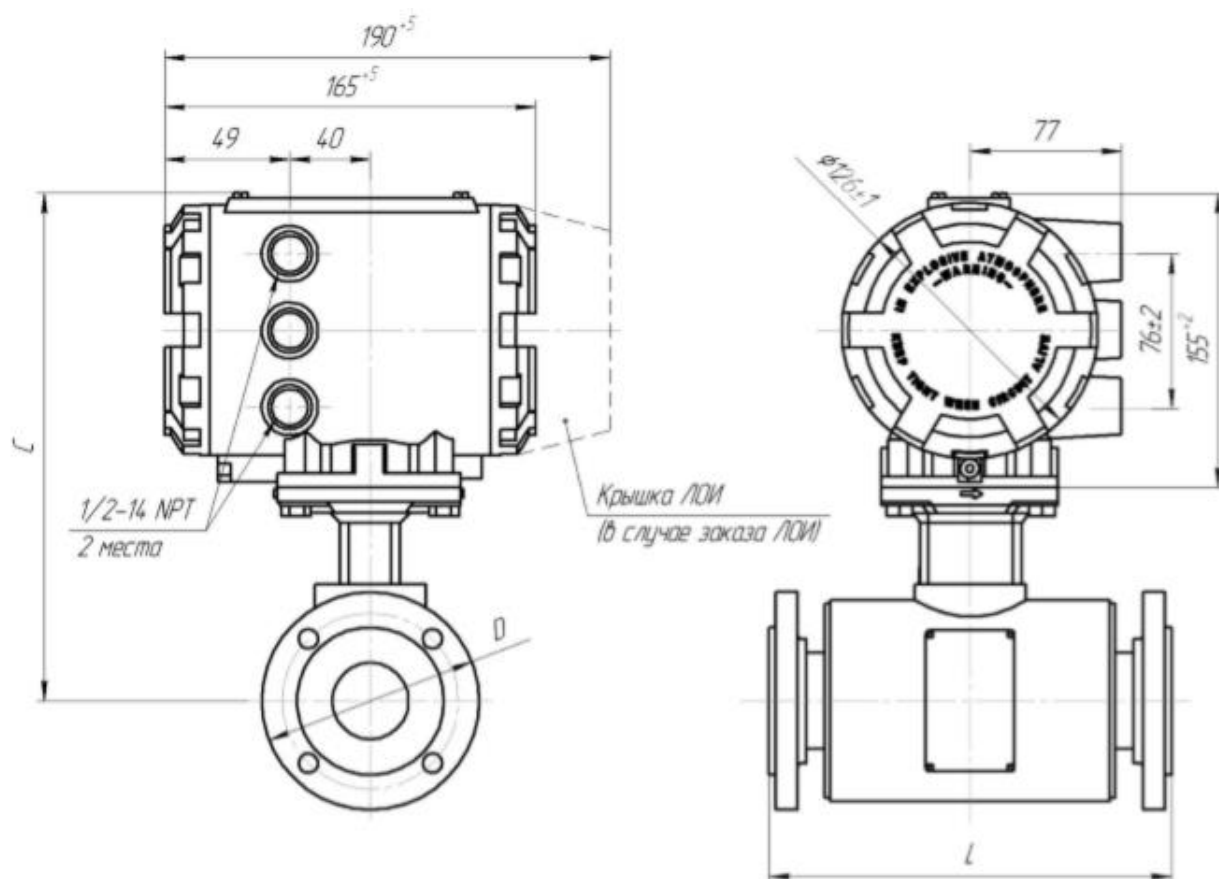


Рисунок 9 – Закладная на расходомер Метран-370

2.6.6 Выбор датчиков температуры

Чтобы контролировать температуру реагента в емкости и воздуха в помещении УДХ, потребуются датчики температуры, благодаря которым будет обеспечиваться необходимый температурный режим для работы оборудования.

Выбор датчиков температуры основывался на оценке следующих характеристик: диапазон измерений, допускаемая погрешность, выходные сигналы, наличие взрывозащиты, условия окружающей среды и цена. В таблице 6 представлены необходимые характеристики.

При выборе датчиков температуры было рассмотрено три варианта: Метран-274-Ех, ТХХУ-205 и ТПУ 0304/М2-Н, представленные в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристики датчиков температуры

Наименование датчика	Метран-274-Ех	ТХХУ-205	ТПУ 0304/М2-Н
Диапазон измеряемой температуры	от минус 50 до 150 °С	от минус 50 до 130 °С	от минус 50 до 200 °С
Допускаемая погрешность	$\pm 0.25 \%$	$\pm 0.25 \%$	$\pm 0.2 \%$
Выходные сигналы	(4-20) мА, (0-5) мА	(4-20) мА с HART-протоколом	(4-20) мА с HART-протоколом
Вариант исполнения	искробезопасная цепь, взрывонепроницаемая оболочка, общепромышленное	общепромышленное, искробезопасная цепь, вибропрочное	искробезопасная цепь, взрывонепроницаемая оболочка, атомное
Условия окружающей среды	от минус 50 до 70 °С	от минус 55 до 70 °С	от минус 55 до 70 °С
Цена	От 3500 рублей	От 20000 рублей	От 15000 рублей

Как видно из таблицы 6, самую маленькую погрешность из рассматриваемых датчиков имеет ТПУ 0304/М2-Н. Кроме того, все датчики имеют выходной сигнал (4-20) мА. Эти датчики имеют взрывонепроницаемую оболочку. Диапазон измерений у всех датчиков также приемлем, так как на установке дозирования химического реагента температура не поднимается выше 60 °С. Но исходя из ценовой категории, будем использовать датчик Метран-274-Ех, который изображен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Датчик температуры Метран-274-Ex

На рисунке 11 представлена закладная на датчик температуры Метран-274-Ex.

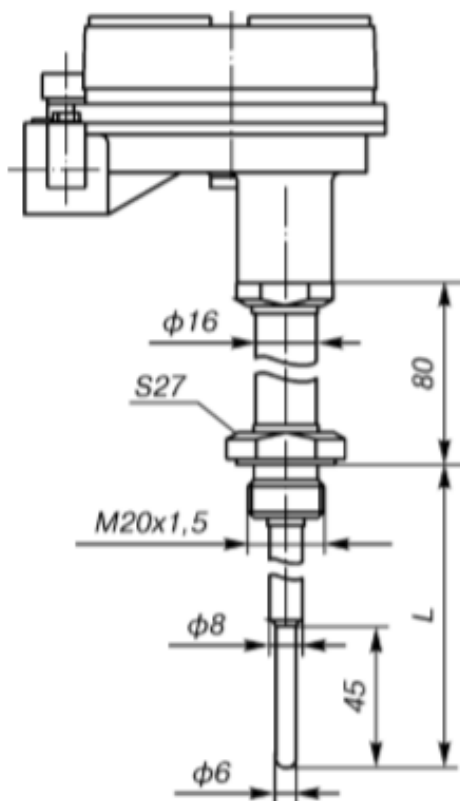


Рисунок 11 – Закладная на датчик температуры Метран-274-Ex

Принцип работы датчика температуры Метран-274 основан на изменении электрического сопротивления терморезистором при изменении его температуры. Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемую температуру в унифицированный выходной сигнал постоянного тока.

2.7 Выбор контроллерного оборудования

При выборе контроллерного оборудования было рассмотрено два контроллера:

- СТН-3000;
- ПР200.

В таблице 7 представлены характеристики контроллеров.

Таблица 7 – Характеристики контроллеров

	СТН-3000	ПР200
Аналоговые выходы	(0-10) В или (4-20) мА	(0-10) В или (4-20) мА
Наличие коммутационных портов	+	+
Поддерживаемые промышленные протокола	BSAP, Modbus RTU, DF1, CIP, DNP3, ASCII	Modbus RTU, ASCII
Возможность подключения модулей расширения	+	+
Гарантийный срок	15 лет	10 лет

Изучив характеристики, выбор пал на контроллер СТН-3000, изображенный на рисунке 12, так как он имеет больший гарантийный срок и поддерживает большее количество промышленных протоколов.



Рисунок 12 – Контроллер СТН-3000

2.8 Выбор исполнительного оборудования

2.8.1 Выбор насоса

Для закачки в технологический нефтепровод химического реагента применяют насос-дозатор, который осуществляет непрерывное дозирование жидких деэмульгаторов и ингибиторов коррозии. Для заполнения технологической емкости реагентом и периодического перемешивания применяются мембранные насосы.

В качестве насоса-дозатора технологической емкости будем использовать насос K100-80-160, который способен нагнетать высокое давление при относительно небольших затратах электроэнергии. Насос-дозатор K100-80-160 изображен на рисунке 13.



Рисунок 13 – Насос-дозатор K100-80-160

Насос К100-80-160 – центробежный насос, горизонтальный, консольный, с сальниковым уплотнением. Корпус насоса крепится к фланцу опорного кронштейна.

На рисунке 14 представлены габаритные и присоединительные размеры насоса К10080-160.

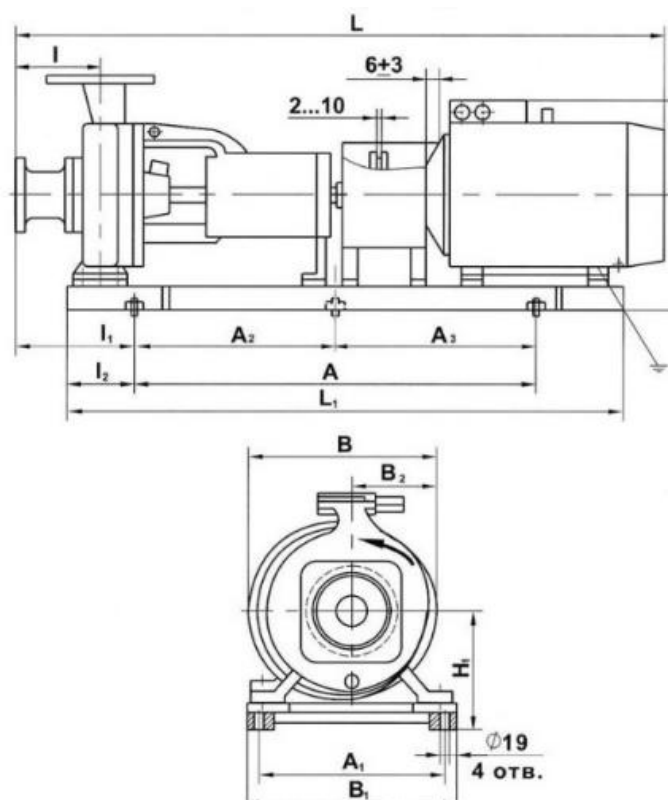


Рисунок 14 – Габаритные и присоединительные размеры насоса К10080-160

Технические характеристики представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристики насоса-дозатора

Производительность, м ³ /ч	100
Потребляемая мощность, кВт	15
Напор, м	32
Напряжение сети, В	220
Частота вращения рабочего колеса, об/мин	1000

2.8.2 Выбор частотных преобразователей

Чтобы регулировать и поддерживать необходимый расход химреагента в системе электрического питания дозирующих насосов, необходимо применять частотные преобразователи, которые путем изменения частоты питающего напряжения будут поддерживать расход в необходимых пределах регулирования.

При выборе частотных преобразователей было рассмотрено два вида:

- ВЕСПЕР серии E2-MINI;
- ОВЕН ПЧВЗ-15К-В.

В таблице 9 представлены характеристики частотных преобразователей.

Таблица 9 – Характеристики частотных преобразователей

	ВЕСПЕР серии E2-MINI	ОВЕН ПЧВЗ-15К-В
Функции управления	плавное повышение/понижение оборотов, поддержания определенных оборотов, аналоговые и дискретные входа и выхода, протокол Modbus	плавное повышение/понижение оборотов, поддержания определенных оборотов, аналоговые и дискретные входа и выхода, протокол Modbus
Поддержка ПИД-регулятора	+	+
Выходная частота	(0-200) Гц	(0-200) Гц
Класс защиты корпуса	IP20	IP20
Стоимость	34000	57000

Изучив характеристики, выбор пал на ВЕСПЕР серии E2-MINI, изображенный на рисунке 15, так как стоимость данного преобразователя меньше, а необходимыми свойствами обладают оба преобразователя частоты.



Рисунок 15 – Частотные преобразователи ВЕСПЕР серии E2-MINI IP65

На панели корпуса со штатным пультом управления расположены: выключатель питания преобразователя, переключатель "пуск – стоп" с функцией реверс, потенциометр для управления скоростью двигателя.

2.9 Разработка схемы соединения внешних проводок

Схема соединений и подключений внешних проводок разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-2013 и представлена в приложении Ж. Для прокладки были выбраны кабели КВВГЭнг 4-х жильный сечением 1,5 мм и КВВГЭнг 19-х жильный сечением 1,5 мм, которые расшифровываются как:

- К – контрольный;
- В (первая) – проводники изготовлены из ПВХ-пластика;

- В (вторая) – скрутка помещена в ПВХ-оболочку;
- Г – не имеет внешнего защитного слоя;
- Э – защитный экран [9].

Кабель КВВГЭнг предназначен для прокладки в помещениях и на открытом воздухе при отсутствии опасности механических повреждений при эксплуатации и защиты электрических цепей от влияния внешних электрических полей.

Конструкция КВВГЭнг:

1. Медная токопроводящая жила.
2. Изоляция из поливинилхлоридного пластика (ПВХ).
3. Заполнение из ПВХ пластика пониженной горючести.
4. Внутренняя оболочка из ПВХ пластика пониженной горючести.
5. Экран из медных проволок, скрепленных медной лентой.
6. Разделительный слой из крепированной или кабельной бумаги, или пластмассовой ленты.
7. Оболочка из ПВХ пластика пониженной горючести.

На рисунке 16 изображена конструкция кабеля КВВГЭнг.

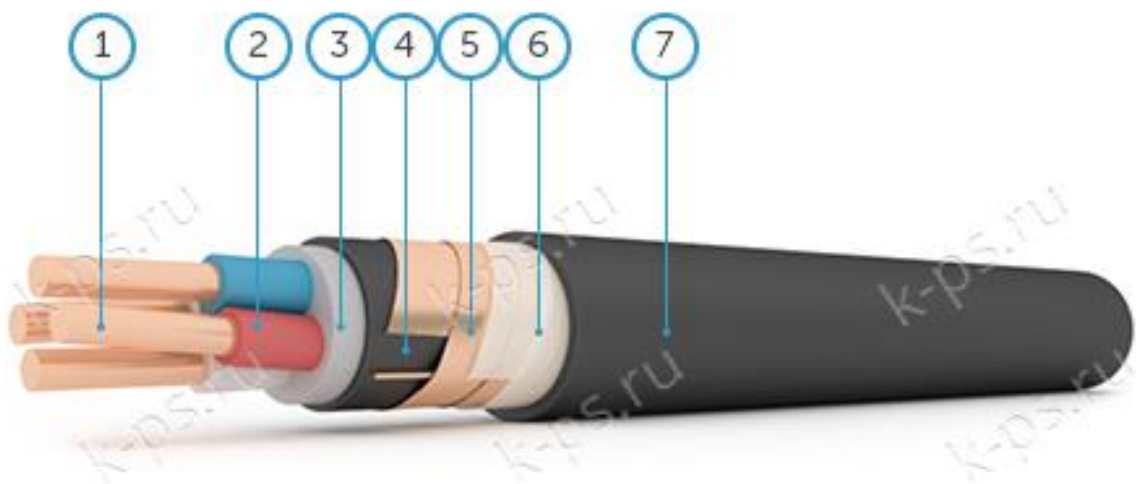


Рисунок 16 – Конструкция кабеля КВВГЭнг

К техническим характеристикам КВВГЭнг относятся:

- диапазон рабочих температур: от минус 50 до 50 °С;

- минимальная температура монтажа: 0 °С;
- максимальная температура жилы: 70 °С;
- срок службы: на открытом воздухе 15 лет в помещении – 25 лет;
- гарантийный срок эксплуатации: 3 года.

2.9.1 Разработка алгоритмов управления

В данной работе описана разработка алгоритмов управления электроприводами насосов дозирования. При представлении алгоритмов в виде блок – схем использованы элементы согласно ГОСТ 19.701-90, представленные на рисунке 17 [10].

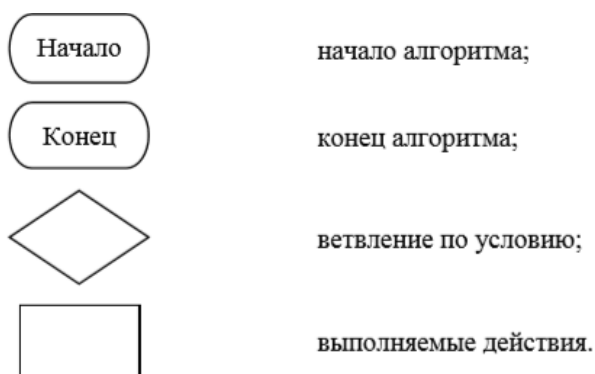


Рисунок 17 – Элементы блок – схем

2.10 Алгоритм автоматического регулирования расхода реагента

В процессе дозирования химического реагента необходимо регулировать его расход, а именно поддерживать его постоянное значение в ходе технологического процесса. Реализация данной задачи происходит путём изменения частоты напряжения питания насосов дозирования, что ведёт к изменению скорости вращения ротора двигателя насоса и изменению объема дозируемого реагента. Алгоритм регулирования расхода химреагента приведён на рисунке 18.

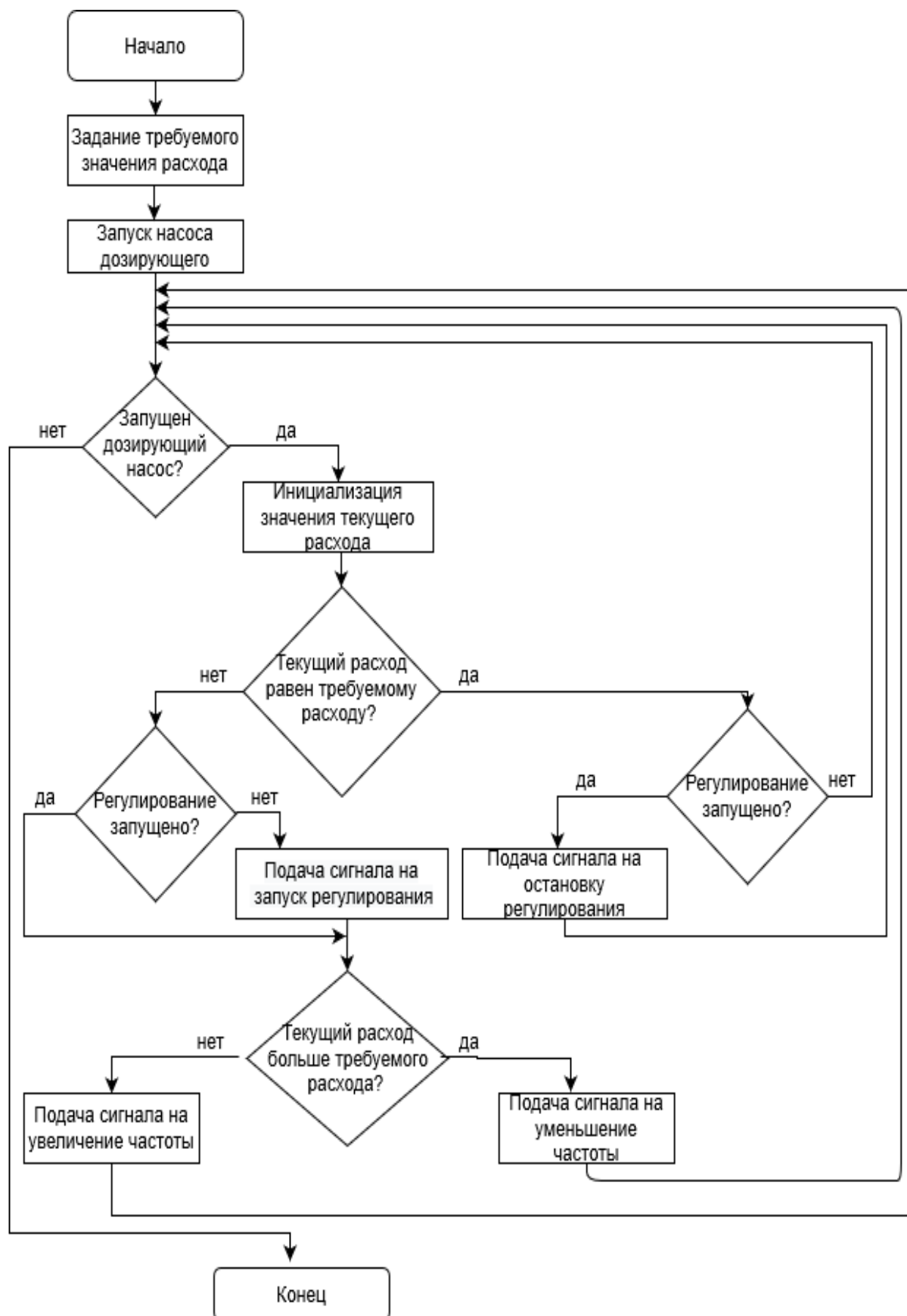


Рисунок 18 – Алгоритм регулирования расхода химреагента

2.11 Разработка модели системы автоматического регулирования на персональном компьютере

Объектом управления является участок трубопровода длиной 4 метра между точкой измерения расхода и регулирующим органом.

Опишем процесс регулирования расхода. На объект управления в ходе его работы влияют различные внешние факторы, в этой связи вход объекта управления необходимо суммировать с возмущающим воздействием. Результирующее значение расхода на выходе объекта управления измеряется расходомером. После чего полученный сигнал по ветви обратной связи поступает на вход системы, где происходит его сравнение с требуемым (заданным) значением расхода. Это позволяет вычислить ошибку регулирования. Вычисленная ошибка регулирования поступает на вход ПИД-регулятора, где в зависимости от значения ошибки формируется соответствующее управляющее воздействие на регулирующий орган, который, в свою очередь, в зависимости от значения поступившего управляющего воздействия, оказывает соответствующее воздействие на объект управления с целью уменьшения ошибки.

2.11.1 Моделирование функциональной схемы в программной среде Matlab

Динамика объекта управления $W(s)$, выраженная как отношение «расходу жидкости через расходомер» к «расход жидкости через насос дозирования» описывается аperiодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием.

Воспользуемся типовой передаточной функцией трубопровода и получим передаточную функцию (ПФ) объекта управления в следующем

$$\text{виде: } W(s) = \frac{Q_k(s)}{Q(s)} = \frac{1}{T \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau_0 \cdot s}, \quad (1)$$

$$T = \frac{2 \cdot L \cdot f \cdot c^2}{Q}, \quad (2)$$

$$\tau_0 = \frac{L \cdot f}{Q}, \quad (3)$$

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

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (5)$$

где $Q_k(s)$ – объемный расход жидкости после насоса;

$Q(s)$ – измеряемый объемный расход жидкости;

ρ – плотность жидкости;

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

d – диаметр трубы;

f – площадь сечения трубы;

Δp – перепад давления на трубопроводе;

s – оператор Лапласа.

τ_0 – запаздывание;

T – постоянная времени.

Характеристики объекта управления приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристики объекта управления

Характеристика	Значение
Длина участка, м	4
Плотность реагента, кг/ м ³	2000
Требуемый объёмный расход, м ³ /ч	0,8
Перепад давления, кгс/ см ²	0,1
Диаметр трубы, мм	20

Рассчитываем передаточную функцию объекта управления:

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,02^2}{4} = 0,00032 \text{ м}^2, \quad (6)$$

$$c = \frac{Q}{f} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{2 \cdot \Delta p \cdot g}} = \frac{\frac{0,8}{3600}}{0,00032} \cdot \sqrt{\frac{2000}{2 \cdot 0,098 \cdot 0,1 \cdot 10^6}} = 0,13969 \text{ с}, \quad (7)$$

$$T = \frac{2 \cdot L \cdot f \cdot c^2}{Q} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 0,00032 \cdot 0,13969^2}{\frac{0,8}{3600}} = 0,225 \text{ с}, \quad (8)$$

$$\tau_0 = \frac{L \cdot f}{Q} = \frac{4 \cdot 0,00032}{\frac{0,8}{3600}} = 5,76 \text{ с}, \quad (9)$$

$$W(s) = \frac{Q_k(s)}{Q(s)} = \frac{1}{T \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau_0 \cdot s} = \frac{1}{0,255 \cdot s + 1} \cdot e^{-5,76 \cdot s}. \quad (10)$$

Передающая функция насосного агрегата

Насос представляет собой апериодическое звено, которое преобразует скорость вращения вала ω на входе в производительность насоса. Произведём расчёт коэффициента передачи и постоянную времени насосного агрегата.

Постоянную времени для насоса принимаем $T_n = 0,2$ с. Коэффициент передачи насоса определяется в статическом режиме как отношение номинальной производительности насоса Q_n к номинальной скорости электродвигателя насоса ω_n . Номинальная производительность составляет $Q_n = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$, ($0,0277 \text{ м}^3/\text{с}$), а номинальная скорость $\omega_n = 1000$ об/мин, ($104,7$ рад/с). Тогда:

$$k_n = \frac{Q_n}{\omega_n} = \frac{0,0276}{104,7} = 0,0000263, \quad (11)$$

$$W_n(s) = \frac{k_n}{T_n \cdot s + 1} = \frac{0,0000263}{0,2 \cdot s + 1}, \quad (12)$$

где: Q_n – номинальная производительность;

ω_n – номинальная скорость;

k_n – статический передаточный коэффициент насоса;

T_n – постоянная времени насоса.

Передаточная функция преобразователя частоты

Преобразователь частоты представляет собой апериодическое звено, преобразующее электрическую энергию сети в электрическую энергию для управления насоса:

$$W_{nc}(s) = \frac{k_{nc}}{T_{nc} \cdot s + 1}, \quad (13)$$

где: k_{nc} – статический передаточный коэффициент преобразователя;

T_{nc} – постоянная времени преобразователя;

Передаточный коэффициент преобразователя определяется в статическом режиме при номинальном значении выходного воздействия по формуле:

$$k_{nc} = \frac{f_n}{I_{ex}}, \quad (14)$$

где f_n – частота на выходе преобразователя, которая обеспечивает номинальный режим работы двигателя;

I_{ex} – управляющий ток на входе ПЧ, который обеспечивает номинальную частоту на выходе.

Управление преобразователем частоты осуществляется токовым сигналом (4-20) мА и частоту двигателя требуется изменять в диапазоне (0-50) Гц, то номинальной частоте двигателя будет соответствовать управляющий ток на входе преобразователя частоты равный 20 мА.

$$k_{nc} = \frac{f_n}{I_{ex}} = \frac{50}{20} = 2,5. \quad (15)$$

Постоянная времени ПЧ определяется по формуле:

$$T_{nc} = T_\phi + \frac{1}{2 \cdot m \cdot f_n}, \quad (16)$$

где T_ϕ – постоянная времени цепи системы импульсно – фазового управления ПЧ;

m – число фаз ПЧ.

Значение постоянной времени цепи системы импульсно – фазового управления преобразователей обычно составляет (0,003-0,005) с. Принимаем минимальное значение $T_\phi = 0,003$ с. Поскольку передаточная функции производит управление трёхфазным двигателем, то число фаз $m = 3$.

$$T_{nc} = T_\phi + \frac{1}{2 \cdot m \cdot f_n} = 0,003 + \frac{1}{2 \cdot 3 \cdot 50} = 0,0063. \quad (17)$$

В итоге получаем переходную характеристику частотных преобразователей:

$$W_{nc}(s) = \frac{k_{nc}}{T_{nc} \cdot s + 1} = \frac{2,5}{0,0063 \cdot s + 1}. \quad (18)$$

Передаточная функция блока обратной связи представляет собой коэффициент k , который примерно равен единице.

На рисунке 19 представлена функциональная схема ПИД-регулирования расхода химического реагента.

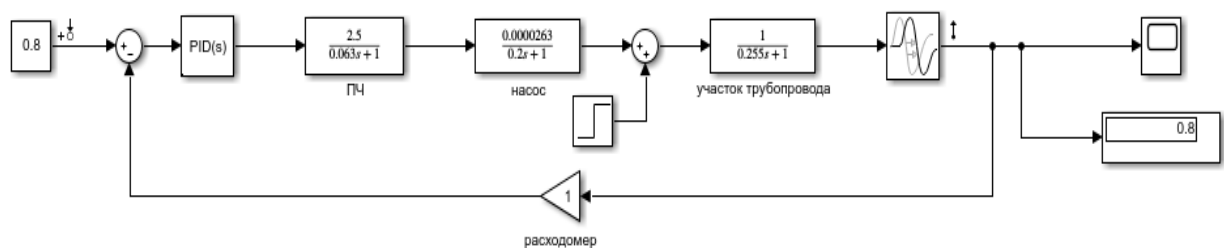


Рисунок 19 – Функциональная схема ПИД-регулирования расходом химического реагента

В процессе управления установкой дозирования химреагента требуется поддерживать расход реагента на выходе равный $0,8 \text{ м}^3/\text{ч}$, поэтому в качестве передаточной функции выступает константа равная 0,8.

График переходного процесса изображен на рисунке 20.

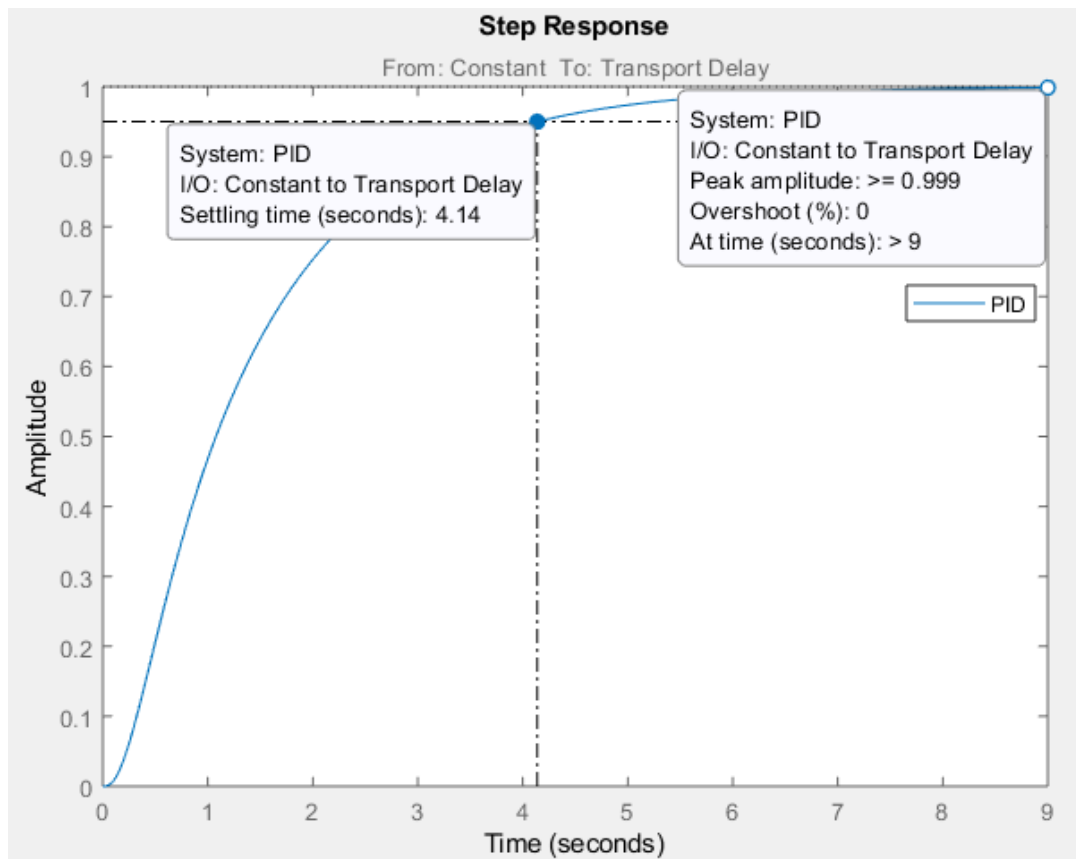


Рисунок 20 – График переходного процесса

Из графика видно, что время переходного процесса составляет 4,14 секунды, а перерегулирование 0 %. Система устойчива.

Также необходима задержка вследствие инерционности системы. На рисунке 21 представлены показания осциллографа.

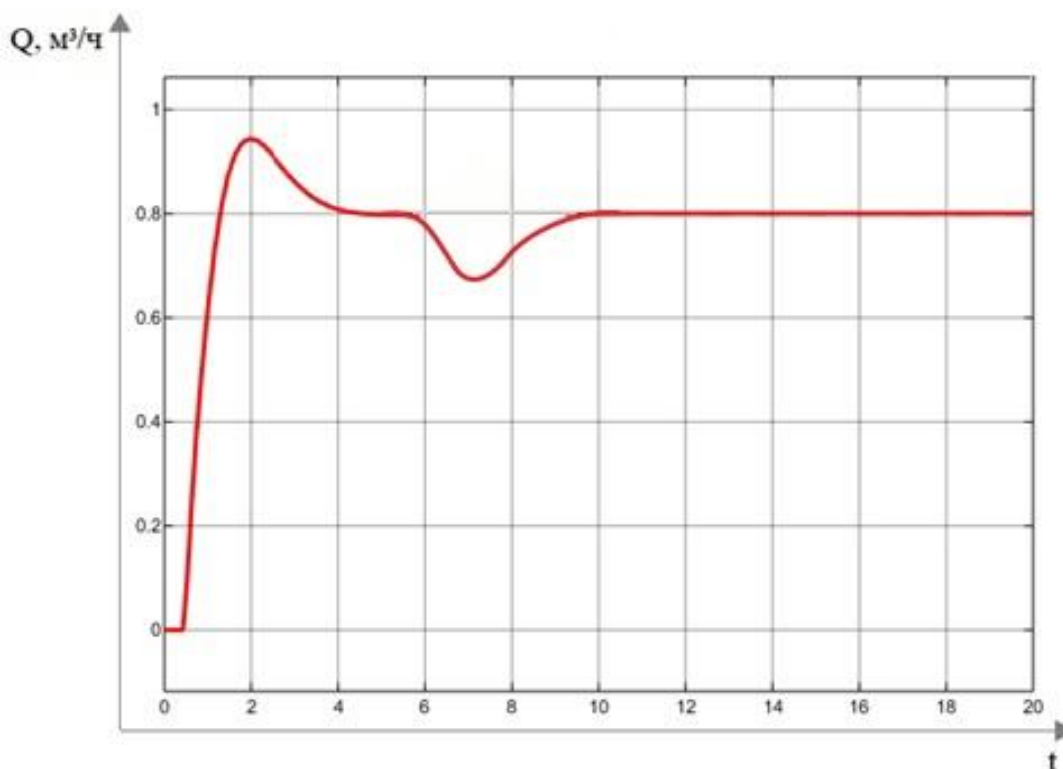


Рисунок 21 – Показания осциллографа

Из рисунка 21 видно, что система справляется с запаздыванием.

2.11.2 Разработка экранной формы автоматизированной системы управления технологическим процессом

Для создания человеко – машинного интерфейса использовалась программа Simp light. При разработке предполагалось, что дерево экранных форм содержит только необходимые средства контроля и управления дозированием химреагента в сепараторе.

После авторизации оператор переходит на главную экранную форму, затем переходит на форму управлением дозированием химического реагента. Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из области видеокadra [9]. Разработанное дерево экранных форм приведено в приложении 3.

2.11.3 Область видеокадра

Видеокадры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием. В состав видеокадра входят:

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- дополнительные мнемосхемы установки параметров технологического и контрольно – измерительного оборудования.

В области видеокадра АРМ оператора доступна мнемосхема УДХ, представленная в приложении И.

В качестве базовой мнемосхемы представлена мнемосхема общего вида технологической установки. Данная мнемосхема позволяет выполнять переход на дополнительные мнемосхемы, которые позволяют вести более тщательный контроль состояния УДХ и осуществлять операции по управлению.

Открытие дополнительных мнемосхем осуществляется двойным нажатием на значки технологического и контрольно – измерительного оборудования.

На мнемосхеме установки дозирования химреагента отображается работа следующего оборудования и значения параметров:

- измеряемые параметры;
- контролируемые параметры;
- состояние работы насосов.

На мнемосхеме «насоса закачки» отображается состояние работы. При помощи данной мнемосхемы может осуществляться управление насосом.

На мнемосхеме «датчика температуры» отображаются следующие параметры:

- текущая температура;
- текущий уровень уставки.

При помощи данной мнемосхемы может осуществляться изменение значений уставок.

2.11.4 Мнемознаки

2.11.4.1 Мнемознак аналогового параметра

На рисунке 22 представлен мнемознак аналогового параметра.

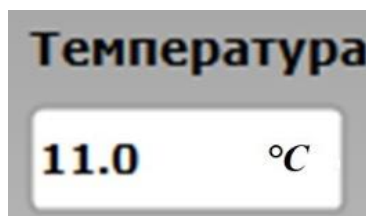


Рисунок 22 – Мнемознак аналогового параметра

В центральной части отображается значение аналогового параметра с единицами измерения.

Приняты следующие цвета для отображения значений аналогового параметра с единицами измерения:

- серый цвет – параметр достоверен и в норме;
- желтый цвет – параметр достоверен и достиг допустимого значения;
- красный цвет – параметр достоверен и достиг предельного значения;
- фиолетовый цвет – параметр недостоверен.

Контурная рамка изменяет свои цвета аналогично значениям параметра.

2.11.4.2 Мнемознак дискретного параметра

На рисунке 23 представлен мнемознак дискретного параметра.

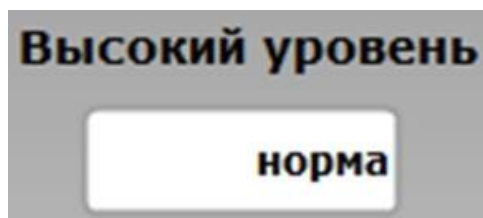


Рисунок 23 – Мнемознак дискретного параметра

В центральной части отображается текущее состояние параметра в форме выражения, которое изменяется на соответствующее при изменении его состояния.

Для отображения текущего состояния параметра приняты такие же цвета, как и у аналогового параметра.

2.11.4.3 Мнемознак «Насосного оборудования»

На рисунке 24 представлен мнемознак «Насосного оборудования».

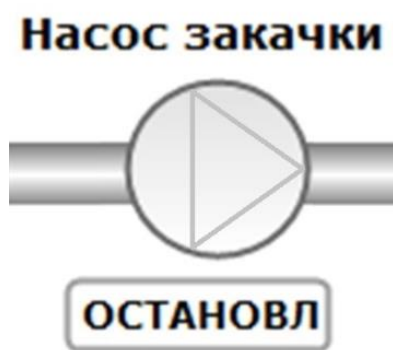


Рисунок 24 – Мнемознак «Насосного оборудования»

В центральной части насоса отображается его текущее состояние в форме цвета, которое изменяется на соответствующее при изменении его состояния.

Приняты следующие цвета для отображения текущего состояния насоса:

- серый цвет – насос остановлен;
- зеленый цвет – насос запущен;

В нижней части отображается состояние насоса в форме выражения «остановлен» или «работает», цвет надписи в обоих случаях серый.

3 Социальная ответственность

В разделе «Социальная ответственность» данной ВКР представлены и анализированы основные факторы, оказывающие влияние на сотрудников предприятия, на котором расположена установка дозирования химреагента, и, непосредственно, окружающей среды, такие как производственная и экологическая безопасность.

К решению данных вопросов подходили с точки зрения минимизации негативных последствий уже на стадии проектирования системы.

В рамках выпускной квалификационной работы рассматривается автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе. Установка дозированием химреагента предназначена для химической обработки продукции нефтяных скважин в системах сбора, транспорта и подготовки нефти. Цель дипломной работы – разработать автоматизированную систему диспетчерского управления данной установки.

В проектируемой автоматизированной системе отдается предпочтение более современному и точному оборудованию и датчикам. В следствие этого все показатели неблагоприятных и опасных факторов соблюдены в пределах норм, установленных нормативными документами.

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место оператора должно соответствовать требованиям временных санитарных норм и правил № 4559-88 от 02.03.88 г [11].

Также согласно ГОСТ 21889-76 «Система человек-машина. Кресло оператора. Общие эргономические требования» площадь производственного помещения для работников электронно-вычислительных систем из расчета на одного человека следует предусматривать не менее 6.0 кв.м, объем – 19.0 куб.м [12]. Конструкция рабочего места должна обеспечивать оптимальные условия труда.

Рабочее место наладчика КИПИиА должно быть рационально организовано. Вся технологическая оснастка расположена в зоне досягаемости рук в определенном порядке. Рабочее место имеет нормальные санитарно-гигиенические условия и должно отвечать требованиям ГОСТ 12.1.005-76 и санитарным нормам [13].

При выдаче спецодежды инженерам по наладке и испытаниям и инженерам-наладчикам КИПиА предприятие, которое работает в области инженерно-технического проектирования в промышленности и в условиях крайнего севера, должно руководствоваться приказом Минздравсоцразвития РФ №477 от 16 июля 2007 года, утверждающим отраслевые нормы выдачи спецодежды, обуви и прочих средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности [14].

Работы по обслуживанию и ремонту действующих электроустановок, а также монтажные, наладочные работы, испытания и измерения в этих электроустановках предусматривают прохождение медосмотра с периодичностью 1 раз в 2 года.

У сотрудников, работа которых связана с персональными электронно-вычислительными машинами более 50 % рабочего времени, также предусмотрен медосмотр с такой же периодичностью.

В соответствие с Трудовым кодексом Российской Федерации Статья 147 оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере [15].

Конкретные размеры повышения оплаты труда устанавливаются работодателем с учетом мнения представительного органа работников в порядке, установленном статьей 372 настоящего Кодекса для принятия локальных нормативных актов, либо коллективным договором, трудовым договором [16].

3.2 Производственная безопасность

Проанализируем вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при проведении разработки, изготовлении и эксплуатации автоматизированной системы диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе.

Для идентификации потенциальных факторов использован ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [17].

Возможные опасные и вредные факторы представлены в виде таблицы 11.

Таблица 11 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Повышенный уровень шума	–	+	+	СП 51.13330.2011 [18]
Повышенный уровень электромагнитного поля	+	+	+	СанПиН 2.2.4.1191-03 [19]
Повышенный уровень вибрации	–	–	+	ГОСТ 31192.2-2005 [20]
Поражение электрическим током	+	+	+	Гост Р 12.1.019 – 2009 [21]
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2011 [22]

3.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Повышенный уровень шума

Установка дозирования химического реагента находится на территории добывающего предприятия и создает дополнительный шум. Повышенный уровень шума в установке отнесен к группе физических опасных и вредных производственных факторов. Шум неблагоприятно действует на организм человека, вызывают головную боль, под его влиянием развивается раздражительность, снижается внимание, замедляются сенсомоторные реакции. Воздействие шума повышает пороги слышимости звуковых сигналов, снижает остроту зрения и нарушает нормальное цветоощущение. Работа в условиях шума может привести к появлению гипертонической или гипотонической болезни, развитию профессиональных заболеваний – тугоухости и глухоте.

При выполнении работ с обслуживанием, проверкой, юстировкой оборудования, необходимо использовать средства индивидуальной защиты для сохранения здоровья рабочего персонала.

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с СП 51.13330.2011. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 12.

Таблица 12 – Допустимые уровни звукового давления

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	250	1000	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	93	79	68	55	50	60

При разрабатываемой автоматизированной системе основным источником шума является работа насоса – дозатора. До разработки автоматизированной системы управления шум на площадке составлял около 50 дБ, после внедрения автоматизированной установки уровень шума повысился до уровня 60 дБ. Это обусловлено тем, что добавлено новое оборудование, которое создает дополнительный шум. Дополнительных мер защиты, таких как наушники, не требуется.

Повышенный уровень электромагнитного поля

Все приборы, работающие от электросети, оказывают влияние на окружающее их электромагнитное поле – физическое поле, которое взаимодействует со всеми телами, обладающими хотя бы минимальным электрическим зарядом.

К таким телам принадлежит и человеческий организм. Наше тело вырабатывает немало электрических импульсов. Сигналы нервной системы, сокращения сердечной мышцы и ряд других функций осуществляются при помощи тока электрических импульсов по живым волокнам. Электромагнитное излучение от приборов создает возмущения в физическом поле.

В настоящий момент общая «масса» таких возмущений уже стала критической и превратилась в своеобразный вид экологического загрязнения, который невозможно увидеть невооруженным глазом. Влияние, которое оказывает на нас ежедневное «общение» с электроприборами и вычислительной техникой, остается незамеченным. На производстве имеется множество источников электромагнитных полей (высоко- и низковольтные кабели, шины, трансформаторы тока и напряжения, распределительные шкафы, шкафы управления, а также насосные агрегаты, работающие от сети переменного тока). Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях, допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания работающих без средств защиты в электрическом поле приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Допустимые уровни магнитного поля

Время пребывания (час)	Допустимые уровни МП, Н [А/м] / В [мкТл] при воздействии	
	общем	локальном
менее 1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

После внедрения автоматизированного комплекса уровень магнитного поля не превышает 200 А/м, а время пребывания обслуживающего персонала не более 4 часов в смену. Трансформаторы (активная часть) – помещены в металлических маслонаполненных баках, вся коммутационная аппаратура устанавливается в металлических шкафах. Уровень влияния магнитного поля незначителен, следовательно, дополнительных средств защиты от магнитного излучения не требуется.

Повышенный уровень вибрации

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием – ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Допустимые нормы вибрации представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Гигиенические нормы вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					
	2	4	8	16	31,5	63
Технологическая	108	99	93	92	92	92

Основными источниками вибрации установки дозирования химреагента являются работающие задвижки, электроприводы, насосные агрегаты. Подбранное оборудование имеет низкую вибрационную активность, поэтому дополнительных мер по предотвращению вредных воздействий от вибрации на установке дозирования химреагента не требуется.

Поражение электрическим током

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, потому что его трудно определить в токо- и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05 А – безопасен (до 1000 В). С целью предупреждения поражения электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности.

Во время монтажа и эксплуатации линий электросети необходимо полностью сделать невозможным возникновения электрического источника возгорания в следствии короткого замыкания и перегрузки проводов, ограничить применение проводов с легковоспламеняющейся изоляцией и, по возможности, перейти на негорючую изоляцию. Линия электросети для питания шкафов автоматики, периферийных устройств и оборудования для обслуживания, ремонта и наладки шкафов автоматики выполняется как отдельная групповая трехпроводная сеть, путем прокладки фазового, нулевого рабочего и нулевого защитного проводников. Нулевой защитный проводник используется для заземления (зануления) электроприемников и прокладывается от стойки группового распределительного щита, распределительного пункта к розеткам питания. Использование нулевого рабочего проводника как нулевого защитного проводника запрещается, а также не допускается подключение этих проводников на щите до одного контактного зажима.

Все проводники должны отвечать номинальным параметрам сети и нагрузки, условиям окружающей среды, условиям деления проводников,

температурному режиму и типам аппаратуры защиты. При проектировании автоматизированной системы добавилось большое количество электроприборов, таких как датчики, исполнительные механизмы с электроприводами. Данное оборудование работает от постоянного тока, с напряжением 24 В, относительная влажность воздуха 50 %, средняя температура около 24 °С. Для указанных электроприборов никаких дополнительных средств электрозащиты не требуется, потому что при низковольтном напряжении 24 В, вероятность поражения током маловероятна.

Для гашения дуги исполнительных реле, были подобраны реле со встроенным дугогасительным устройством. Контроллерное оборудование, исполнительные нагревательные элементы работают от сети переменного напряжения 220 В и частотой 50 Гц. Данное оборудование подключено через распределительный шкаф. Эти виды оборудования являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При осмотре, работе, наладке этого оборудования возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования. Для обеспечения безопасности в данном случае необходимо установить защитные барьеры или ограждения вблизи от распределительного шкафа. Поставить табличку «Опасно. Высокое напряжение». Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям установлено защитное отключение, защитное заземление и зануление.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений, где работают операторы и наладчики КИПиА, должно соответствовать СП 52.13330.2011. При этом естественное освещение должно осуществляться через окна.

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны

располагаться таким образом, чтобы их светящиеся элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах. Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

3.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего

Для защиты от опасных и вредных производственных факторов оператору и наладчику бесплатно выдают спецодежду согласно установленных норм, в зависимости от времени года и условий труда, а также спецобувь установленного образца. Оператор и наладчик КИПиА при работе с оборудованием установки дозирования химреагента должны пользоваться защитными касками и очками. Рабочее место, территория, эксплуатируемое оборудование, механизмы, приспособления и инструменты должны содержаться в чистоте и работоспособном состоянии.

Персоналу следует иметь наряд-допуск при ведении работ повышенной опасности.

Во время работы обслуживающий персонал должен:

- выполнять только ту работу, которая поручена и при условии, что безопасные способы ее выполнения хорошо известны;
- своевременно проверять исправность арматуры, предохранительных приспособлений, контрольно-измерительных приборов автоматики, блокировочных, сигнализирующих устройств и оборудования;
- в случае обнаружения неисправности принять меры по их устранению;
- докладывать руководителю работ обо всех выявленных нарушениях и неполадках;
- использовать в процессе работы безопасные приемы труда, соблюдать последовательность выполнения операций, предусмотренных

нарядом-допуском (разрешением), инструкциями по эксплуатации и ремонту оборудования;

-перед началом работ подготовить рабочее место, инструменты и приспособления разместить в безопасном и удобном месте, освободить проходы от материалов и других предметов.

3.3 Экологическая безопасность

При нормальной работе технологического оборудования возможны постоянные небольшие утечки загрязняющих веществ в атмосферу. Выброс вредных веществ происходит: на открытых технологических площадках через запорно – регулирующую арматуру; от оборудования, расположенного в блоках, через воздухопроводы и дефлекторы; при заполнении резервуаров через дыхательные клапаны.

На основе статистических данных об аварийных ситуациях на объектах транспортировки нефти целесообразно рассматривать аварию в виде отказа энергосистемы или порыва трубопроводов. Максимальный выброс загрязняющих веществ в атмосферу возможен на площадке при отключении электроэнергии. При этом вся нефть направляется в резервуары, и отсепарированная газовая фракция сжигается на факеле.

Основными источниками вредных газовыделений на установке дозированной подачи химреагента являются емкости, сепараторы. Основными загрязнителями атмосферы при транспортировке нефти являются углеводороды, оксиды азота, оксид углерода, химреагенты и т.д. Вредные вещества, выделяющиеся в атмосферу, отличаются по своим свойствам и оказывают различное воздействие на окружающую среду.

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

Воздействия на атмосферу незначительное, так как системы противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки,

аварии и другие опасные ситуации. При этом все технологические аппараты оснащены защитными фильтрами.

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

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

3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

К основным причинам пожаров на нефтегазодобывающих заводах можно отнести следующие: переполнение при наливе резервуара, что приводит к предельной концентрации взрывоопасной смеси под верхней крышей резервуара; короткие замыкания в цепях систем автоматики; нагрев резервуаров в летний период, особенно в районах с жарким климатом; несоблюдение правил пожарной безопасности на территории нефтебаз (курение и т. п.).

Пожарная безопасность резервуаров и резервуарных парков должна обеспечиваться в соответствии с требованиями СНиП 2.11.03-93 [23]. В качестве основного средства тушения пожара нефти и нефтепродуктов принят 6 % раствор пенообразователя.

После внедрения автоматизированной системы управления добавилось электрооборудование, которое потенциально повышает вероятность воспламенения. В связи с этим все датчики были подобраны со взрывобезопасным исполнением, дополнительно были заказаны искробезопасные цепи. Дополнительных первичных средств пожаротушения не требуется.

Заключение по разделу

В данной главе были рассмотрены способы защиты обслуживающего персонала от основных вредных и опасных производственных факторов, с которыми он может столкнуться при работе на установке дозирования химреагента.

Автоматизированная система дозированием химического реагента в сепараторе обеспечивает большую безопасность и надёжность режима работы, потому что происходит дистанционная передача показаний с датчиков на АРМ оператора, благодаря которой оператору допустимо нахождение в операторной, а не в технологических помещениях.

Была рассмотрена защита окружающей среды. Однако благодаря постоянному контролю показаний возможно быстрое отключение рабочей ветки при утечки химического реагента и переход на резервную для проведения ремонтных работ и устранения последствий аварий.

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

В данном разделе проведено технико-экономическое обоснование разработки проекта. Доказана экономическая эффективность данного проекта в сравнении с другими вариантами.

В данной ВКР рассматривается автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе.

Установка дозирования химреагента предназначена для автоматизированного приема, контроля, хранения и дозированного ввода в технологические установки нефтегазодобывающего предприятия.

Эксплуатационное назначение установки заключается в доведении добытой нефти до товарного состояния, в котором нефть пригодна для транспортировки по трубопроводу.

Цель дипломной работы – повысить эффективность установки дозирования химреагента, а также разработать автоматизированную систему диспетчерского управления данной установки.

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальные потребители – предприятия, осуществляющие добычу нефти.

Установки комплексной подготовки нефти используются на любом предприятии, на котором производится добыча нефти, например, семейство ООО “Газпром добыча”, а также “Сургутнефтегаз”. Поэтому разработка и усовершенствование данной установки являются целесообразными.

Разработаем карту сегментирования, чтобы увидеть, какие ниши на рынке не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок. В таблице 15 представлена карта сегментирования рынка услуг.

Таблица 15 – Карта сегментирования рынка услуг

		Вид установки	
		УКПН модернизированные	УКПН без модификаций
Размер компаний	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Фирма А		Фирма Б	
---------	--	---------	--

Как видно из карты сегментирования, наибольший интерес представляют крупные и средние компании, поэтому именно на них и стоит ориентироваться.

В качестве конкурентных технических решений будем рассматривать установки дозирования химреагента (УДХ) производства «ЭЛЕКТРОН» и «УралНефтеХимМаш».

УДХ типа «ЭЛЕКТРОН» получили очень широкое распространение за счет достаточной надежности и за счет своей относительно небольшой цены. Небольшая цена данной установки объясняется тем, что в установке используются старые датчики, цены на которые, по сравнению с новыми, конечно, ниже. Также старые датчики обладают менее точными метрологическими характеристиками и, соответственно, меньшей надежностью.

Главная особенность УДХ «УралНефтеХимМаш» - это то, что они изготовлены частично из импортных материалов с применением более сложных технологий, что положительно сказывается на точности дозирования химреагента. Однако, это отражается на стоимости установки, её долговечности и стоимости ее обслуживания.

Проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты в виде таблицы 16.

Таблица 16 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _р	Б _{к1}	Б _{к2}	К _р	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Надёжность	0,3	5	4	3	1,5	1,2	0,9
Удобство при эксплуатации	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
Улучшение производительности	0,2	4	3	4,5	0,8	0,6	0,9
Долговечность	0,15	3	5	4	0,45	0,75	0,6
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
Цена	0,1	4,5	4	3	0,45	0,4	0,3
Обслуживание	0,15	4	4	5	0,6	0,6	0,75
Итого	1	24,5	25	22,5	4,2	4,05	3,75

Б_р – разработанная система; Б_{к1} – УДХ типа «ЭЛЕКТРОН»; Б_{к2} – УДХ типа «УралНефтеХимМаш».

Анализ конкурентных технических решений рассчитаем по формуле 19:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (19)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Из оценочной карты можно заметить, что текущий проект является конкурентоспособным. Разработка проигрывает аналогичным системам по

долговечности: компании «ЭЛЕКТРОН» за счёт отсутствия новых технологий производства; компании «УралНефтеХимМаш» за счёт отсутствия возможности автоматической настройки объекта. Стоит заметить, что его положительными сторонами являются цена (за счёт отечественного производителя), а также немаловажным критерием является надёжность (за счёт предварительного моделирования и возможности применения сложных алгоритмов управления).

4.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке, а также данная технология позволяет принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно - исследовательский проект. Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенным образом снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов.

В таблице 17 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Таблица 17 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
Надежность	0,3	90	100	0,9	0,27
Удобство при эксплуатации	0,1	60	100	0,6	0,06
Улучшение производительности	0,2	70	100	0,7	0,14
Долговечность	0,15	60	100	0,6	0,09

Продолжение таблицы 17

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Цена	0,1	80	100	0,8	0,08
Обслуживание	0,15	70	100	0,7	0,105
Итого	1				0,745

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле: $П_{ср} = \sum П \cdot 100$, (20)

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателей качества и перспективности научной разработки;

$П$ – средневзвешенное значение показателя.

Значение $П_{ср}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $П_{ср}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. $П_{ср} = \sum П \cdot 100 = 0,745 \cdot 100 = 74,5$.

Вывод: по результатам оценки качества и перспективности разработка имеет перспективную оценку ($П_{ср} = 74,5$).

4.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Составим результирующую матрицу SWOT-анализа в виде таблицы 18.

Таблица 18 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Низкая цена обслуживания.</p> <p>С2. Удобство при эксплуатации.</p> <p>С3. Высокая надежность.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Отсутствие работающего прототипа.</p> <p>Сл2. Высокая стоимость пусконаладочных работ.</p> <p>Сл3. Сложности при пусконаладке.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Старение большинства систем дозирования химреагента добываемой газонефтежидкостной смеси.</p> <p>В2. Договоры с крупными добывающими компаниями в России.</p>	<p>В1С1С3 – так как множество установок покупается на долгосрочный период, цена обслуживания – один из главных факторов при выборе.;</p> <p>В2С1С3 – за счет работы с крупными предприятиями можно улучшить характеристики устройства.</p>	<p>В2Сл3 – сложности при пусконаладке исключается квалифицированным персоналом, уже осуществлявшим подобные процедуры. Такой персонал обязательно есть в любой крупной фирме.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Нет производственных доказательств надежности функционирования.</p> <p>У2. Срыв поставок оборудования.</p>	<p>У1С1С2С3 – нет доказательств надежности функционирования системы на реальных предприятиях.</p>	<p>У2Сл2Сл3 – нежелание к изменениям текущего, привычного персоналу, оборудования усугубляется высокой стоимостью на этапе пусконаладки.</p>

В таблицах 19-20 представлены интерактивные матрицы проекта.

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта (сильные стороны)

	С1	С2	С3
В1	+	–	+
В2	+	–	+
У1	+	+	+
У2	–	+	+

Таблица 20 – Интерактивная матрица проекта (слабые стороны)

	Сл1	Сл2	Сл3
B1	–	–	–
B2	–	–	+
У1	+	+	+
У2	–	+	+

SWOT-анализ позволяет определить сильные и слабые стороны разрабатываемого проекта, а также показывает, каким слабым сторонам нужно уделить внимание и предпринять стратегические изменения.

- Для противодействия угрозе У1 следует проверять систему на надёжность качества в системе MATLAB. При необходимости возможен расчёт надёжности для конкретного предприятия.

- Для противодействия угрозе У2 следует срок поставок оборудования обсуждать с поставщиком при заключении договоров поставки.

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

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

Группа участников состоит из инженера (И) и научного руководителя (НР). Для выполнения научного исследования сформирован ряд работ, назначены должности исполнителя для каждого этапа работы (таблица 21).

Таблица 21 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор направления научного исследования	И

Продолжение таблицы 21

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	2	Составление и утверждение технического задания	И НР
Анализ предметной области	3	Календарное планирование работ по теме	И
	4	Подбор и изучение материалов по теме	И
	5	Анализ отобранного материала	И НР
Разработка АСУ ТП	6	Описание технологического процесса	И
	7	Разработка функциональной схемы автоматизации	И
	8	Разработка структурной схемы автоматизации	И
	9	Разработка схемы информационных потоков	И
	10	Подбор датчиков и ПЛК	И
	11	Разработка схемы соединения внешних проводок	И
	12	Разработка экранных форм	И
	13	Разработка алгоритмов управления системы	И
	14	Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	И
	15	Написание раздела «социальной ответственности»	И
Оформление отчета	16	Проверка работы с руководителем	И НР
	17	Составление пояснительной записки	И
	18	Подготовка презентации дипломного проекта	И

Исходя из таблицы 21 можно сделать вывод, что большинство работы было сделано инженером, однако потребовалась помощь научного руководителя на начальном этапе, а также при анализе отобранного материала и проверке итоговой работы.

4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудоемкости работ будем использовать такие показатели как ожидаемое значение трудоемкости, продолжительность каждой работы, продолжительность выполнения i – ой работы в календарных днях, коэффициент календарности. Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож\ i}$ применяется следующая формула 2:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5}, \quad (21)$$

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

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел. дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел. дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} :

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (22)$$

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

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

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

Для удобства построения графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (23)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (24)$$

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

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

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

Значение коэффициента календарности для 2020 года [24]:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 118} = \frac{366}{248} = 1,48. \quad (25)$$

С учётом данных таблицы 21 и приведённых выше формул составляется расчётная таблица 22. Диаграмма Ганта, представляющая собой календарный график работ, приведена на рисунке 25.

Таблица 22 – Расчёт трудозатрат на выполнение работ

Наименование работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{ожі}$, чел-дни			
	И	НР	И	НР	И	НР	Совместное выполнение работ	Совместное выполнение работ
Выбор направления научного исследования	8	0	12	0	9,6	0	9,6	14,208
Составление и утверждение технического задания	4	3	7	5	5,2	3,8	4,5	6,66
Календарное планирование работ по теме	2	0	4	0	2,8	0	2,8	4,144
Подбор и изучение материалов по теме	15	0	20	0	17	0	17	25,16
Анализ отобранного материала	6	3	12	6	8,4	4,2	7,4	10,952
Описание технологического процесса	4	0	6	0	4,8	0	2,8	4,144
Разработка функциональной схемы автоматизации	6	0	12	0	8,4	0	8,4	12,432
Разработка структурной схемы автоматизации	3	0	6	0	4,2	0	4,2	6,216

Продолжение таблицы 22

Составление схемы информационных потоков	2	0	4	0	2,8	0	2,8	4,144
Подбор датчиков и ПЛК	5	0	10	0	7	0	7	10,36
Разработка схемы соединения внешней проводки	3	0	6	0	4,2	0	4,2	6,216
Разработка экранных форм	4	0	8	0	5,6	0	5,6	8,288
Разработка алгоритма управления системы	8	0	12	0	9,6	0	9,6	14,208
Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	4	0	8	0	5,6	0	5,6	8,288
Написание раздела «социальной ответственности»	6	0	12	0	8,4	0	8,4	12,432
Проверка работы с руководителем	6	5	12	9	8,4	6,6	7,5	11,1
Составление пояснительной записки	12	0	16	0	13,6	0	13,6	20,128
Подготовка презентации дипломного проекта	2	0	4	0	2,8	0	2,8	4,144
Итого	100,0	11,0	171,0	20,0	128,4	14,6	123,8	183,224

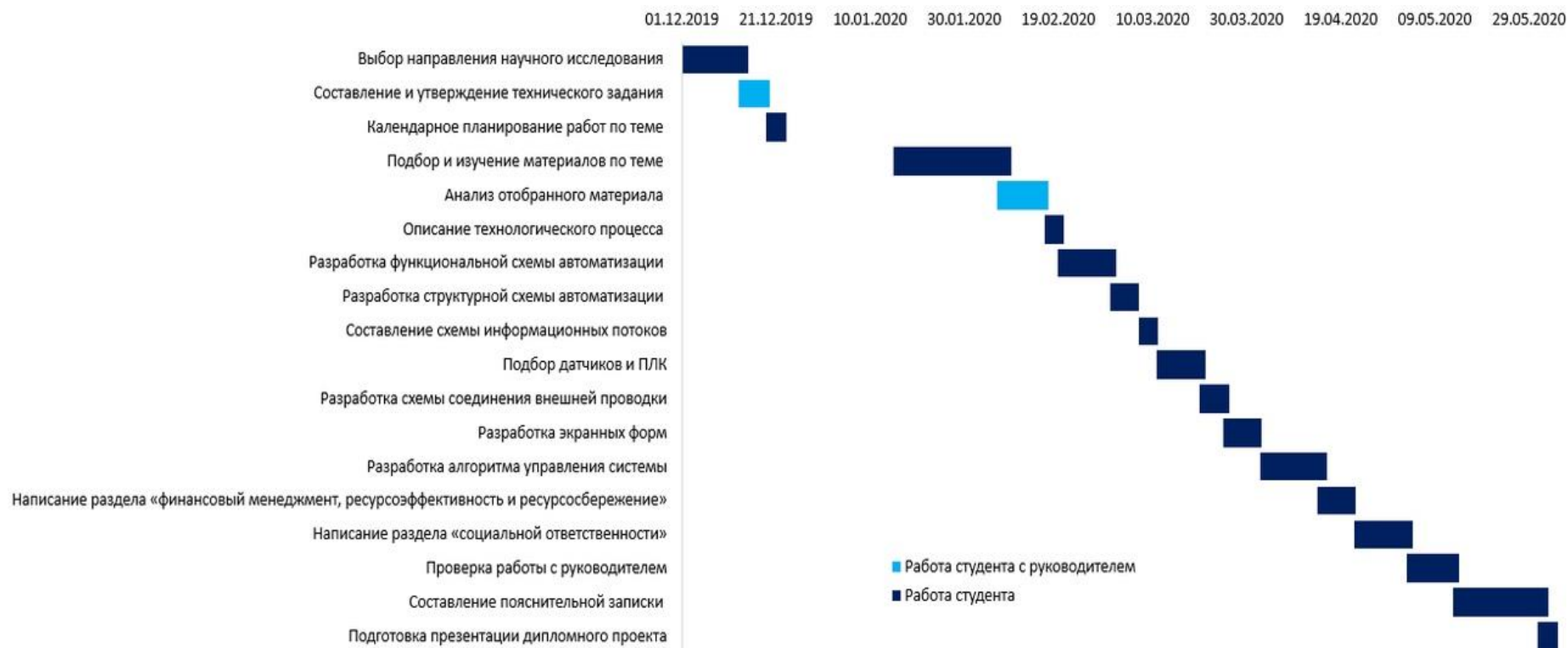


Рисунок 25 – Диаграмма Ганта

Из диаграммы на рисунке 25 видно, что практическая часть всего исследования занимает порядка двух календарных месяцев. Сравнительно большой промежуток времени на подбор и изучения материалов по теме выделен для лучшей его проработки и исключения необходимости возвращаться к этому этапу в дальнейшем.

4.5 Бюджет научно-технического исследования

Бюджет научно-технического исследования должен быть основан на достоверном отображении всех видов расходов, связанных выполнением проекта. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- основная заработная плата исполнителей;
- дополнительная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

4.5.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Для вычисления материальных затрат воспользуемся следующей формулой 26:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (26)$$

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

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

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

Для разработки данного научного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: тетради, шариковые ручки, а также офисная бумага. В материальные затраты также включаются транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) в пределах 20 % от общей цены материалов. Расчёт материальных затрат приведён в таблице 23.

Таблица 23 – Материальные ресурсы

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Тетрадь общая, 48 л.	90	2	180
Шариковая ручка	30	5	150
Офисная бумага, упак. 500 листов	400	1	400
Итого (рублей)	730		
Итого (рублей) с учётом ТЗР (20%)	876		

4.5.2. Расчёт амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для моделирования и проведения расчётов используется ноутбук первоначальной стоимостью 48000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет [25].

Норма амортизации рассчитывается как [26]:

$$N = \frac{1}{СПИ} \cdot 100\%, \quad (27)$$

где CPI – срок полезного использования объекта в годах.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации N :

$$N = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\%. \quad (28)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$N_{год} = 48000 \cdot 0,33 = 15840 \text{ руб.} \quad (29)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$N_{мес} = \frac{15840}{12} = 1320 \text{ руб.} \quad (30)$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$N_{мес} = 1320 \cdot 5 = 6600 \text{ руб.} \quad (31)$$

4.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату (формула 32):

$$З_{зн} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (32)$$

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} + М}{F_{д}}, \quad (33)$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 24).

Таблица 24 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	45	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	202	175

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_{\partial}) \cdot k_p, \quad (34)$$

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

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

k_{∂} – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (взяли 0,3);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска) [28].

Расчет основной заработной платы сводится в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_{mc} , руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{\partial n}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23000	1,3	47840	237	8	1896
Инженер	13000	1,3	27040	155	118	18290

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

4.5.4 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за неотработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством. Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле 16:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн}, \quad (35)$$

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

В таблице 26 представлен расчет дополнительной заработной платы.

Таблица 26 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_{осн}$, руб.	$k_{дон}$	$Z_{дон}$, руб.
Научный руководитель	1896	0,12	227,52
Инженер	18290	0,12	2194,8
Итого	2422,32		

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

4.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы 36:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (36)$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель проекта	1896	227,52
Инженер	18290	2194,8
Отчисления во внебюджетные фонды	30,2%	
Итого		
Научный руководитель проекта	641,3	
Инженер	6186,4	

По итогу отчисления во внебюджетные фонды составит 6827,7 руб.

4.5.6 Накладные расходы

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

Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр}, \quad (37)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов возьмем в размере 16 %.

4.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	876
2. Амортизационные отчисления	6600
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	20186
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	2422,32
5. Отчисления во внебюджетные фонды	6827,7
6. Накладные расходы	154777,63
7. Бюджет затрат НТИ	191689,65

В ходе формирования бюджета затрат на НТИ вышло, что затраты составляют примерно 191689,65 руб. Полученный результат не является до конца точным, поскольку неизвестны материальные затраты, который понёс руководитель проекта.

4.5.8 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (38)$$

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

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

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

Φ_{max} зависит от сложности проекта, который разрабатывается для компании заказчика. На сложность проекта влияет огромное количество факторов, поэтому достаточно оценить величину Φ_{max} невозможно. Примем, что стоимость выполнения проекта автоматизации УДХ в компании «ГМС Нефтемаш» равняется 3000000 руб., в компании «ГазСинтез» – 3200000 руб., а у инженера с научным руководителем – 2900000 руб.

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	Φ_{pi}	Φ_{max}	$I_{финр}^{студент}$	$I_{финр}^{«ГМС Нефтемаш»}$	$I_{финр}^{«ГазСинтез»}$
Инженер с научным руководителем	2900000 руб.	3200000 руб.	0,9	0,93	1
«ГМС Нефтемаш»	30000000 руб.				
«ГазСинтез»	3200000 руб.				

Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод бальных оценок. В таблице 30 представленная сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Таблица 30 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Инженер с научным руководителем	«ГМС Нефтемаш»	«ГазСинтез»
Способствует росту производительности труда	0,3	5	4	5
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	5	4	4
Помехоустойчивость	0,05	5	5	4
Энергосбережение	0,05	4	4	5
Надёжность	0,15	5	4	4
Материалоёмкость	0,15	5	5	4
Итого	1			

Значения интегрального показателя ресурсоэффективности вариантов исполнения разработки представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Значения интегрального показателя ресурсоэффективности вариантов исполнения разработки

$I_{студент}$	$I_{\text{«ГМС Нефтемаш»}}$	$I_{\text{«ГазСинтез»}}$
4,95	4,2	4,35

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}}, \quad (39)$$

Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки

$I_{исп.студент}$	$I_{исп.} \text{ "ГМС Нефтемаши"}$	$I_{исп.} \text{ "ГазСинтез"}$
5,5	4,51	4,35

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{ср.i} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.студент}}, \quad (40)$$

В таблице 33 представлена сравнительная эффективность вариантов исполнения разработки.

Таблица 33 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Инженер с научным руководителем	«ГМС Нефтемаши»	«ГазСинтез»
Интегральный финансовый показатель разработки	0,9	0,93	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,95	4,2	4,35

Продолжение таблицы 33

Интегральный показатель эффективности	5,5	4,51	4,35
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,82	0,79

Исходя из полученных данных и проведенного анализа эффективности можно сделать вывод, что вариант исполнения 1 является наиболее эффективным с позиции финансовой и ресурсоэффективности.

Заключение по разделу

В данном разделе оценены экономические аспекты исследуемого подхода к построению системы диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе.

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Разработка имеет наименьшую конкуренцию на рынке услуг по автоматизации технологических процессов у мелких компаний.
2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Выявлено два конкурента: «ЭЛЕКТРОН» и «УралНефтеХимМаш». Разрабатываемая система на текущем этапе уступает конкурентам по долговечности, однако выигрывает за счёт цены и надёжности.
3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: отсутствие производственных доказательств надёжности функционирования; срыв поставок оборудования. Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены в подразделе 4.3.
4. При планировании научно-исследовательских работ была определена структура работ в рамках научного исследования, по результату чего можно говорить о том, что большинство работы было проделано самостоятельно, однако потребовалась помощь руководителя на начальном этапе, а также при

анализе отобранного материала. Также разработан график проведения научного исследования в виде диаграммы Ганта. Из диаграммы видно, что практическая часть всего исследования занимает порядка двух календарных месяцев. Это связано с целью провести более детальную проработку проекта.

5. В процессе расчёта бюджета НТИ было выявлено, что затраты на заработные платы научного руководителя и инженера схожи – это связано с тем, что у преподавателя при большем окладе меньшее число рабочих дней. Также в общем бюджет, требуемый для проведения научно-технического исследования, составил 191689,65 руб. Полученный результат не является до конца точным, поскольку неизвестны материальные затраты, который понёс руководитель проекта.

6. При оценке эффективности исследования было выявлено, что разработанный проект по автоматизации установки дозирования химреагента достаточно эффективен среди таких крупных компаний, как «ГМС Нефтемаш» и «ГазСинтез». По финансовому показателю проект выигрывает у своих конкурентов.

Заключение

В ходе выполнения ВКР была модернизирована автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химического реагента в сепараторе, также был изучен технологический процесс дозированной подачи реагента в сепаратор. Была разработана функциональная схема автоматизации системы управления дозированием химреагента, что позволило определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора, а при возникновении неисправности – без труда их устранить.

При модернизации автоматики были выбраны российского производства контрольно-измерительные приборы и исполнительные устройства, а также отечественный промышленный контроллер, что позволит сократить время поставки оборудования, а также сократить время простоя производства.

Выполненная модернизация автоматики на УДХ удовлетворяет всем необходимым требованиям. Разработанная автоматизированная система диспетчерского управления дозированием химреагента имеет высокую гибкость, которая позволяет модернизировать разработанную АС в соответствии с возрастающими требованиями.

Conclusion

During WRC, the automated dispatch control system for dosing the chemical reagent in the separator was modernized, and the technological process of dosed supply of the reagent to the separator was also studied. A functional diagram of the automation of the chemical dosing control system was developed, which made it possible to determine the composition of the necessary equipment and the number of data and signal transmission channels. In addition, an external wiring diagram was developed, which allows us to understand the system of transmitting signals from field devices to the instrumentation and automation panels of the operator, and if a malfunction occurs, it is easy to eliminate them.

During the modernization of automation, Russian-made instrumentation and actuators, as well as a domestic industrial controller, were selected.

The completed modernization of automation at the UDC meets all the necessary requirements. The developed automated dispatch control system for chemical dosing has high flexibility, which allows you to upgrade the developed AC in accordance with increasing requirements.

Список используемых источников

1. Конструкция УДХ ПАО "НК "Роснефть" – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://zakupki.rosneft.ru/node/532965> (дата обращения 1.03.2020);
2. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009;
3. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с;
4. ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированная система управления. Общие требования» – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008639> (дата обращения 10.03.2020);
5. ГОСТ 8.009-84 Нормируемые метрологические характеристики средств измерений – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-8-009-84-gsi> (дата обращения 10.03.2020);
6. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995. – 44с;
7. ГОСТ 19.701-90 Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9041994> (дата обращения 1.04.2020);
8. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. – 311с;
9. Кабель КВВГЭнг – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: [https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-kontrolnyie/s-pvx-izolyacziej-\(0,66kv\)/kvvgeng/](https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-kontrolnyie/s-pvx-izolyacziej-(0,66kv)/kvvgeng/) (дата обращения 13.04.2020);

10. Единая система программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9041994> (дата обращения 13.04.2020);

11. Временные санитарные нормы и правила для работников вычислительных центров – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012832> (дата обращения 14.04.2020);

12. ГОСТ 21889-76. Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-21889-76> (дата обращения 14.04.2020);

13. ГОСТ 12.1.005-76 Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/59273> (дата обращения 1.05.2020);

14. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 июля 2007 г. N 477 – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://base.garant.ru/12156639> (дата обращения 1.05.2020);

15. Трудовой кодекс РФ № 197- ФЗ – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/f1191608ff57276dca0776c597c6713c3800629d (дата обращения 1.05.2020);

16. ТК РФ Статья 372. Порядок учета мнения выборного органа первичной профсоюзной организации при принятии локальных нормативных актов – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/dbc2a634dfe4e186078b674c285dad8ba051ab68 (дата обращения 1.05.2020);

17. Подробная классификация опасных и вредных производственных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://профпереподготовка-от.рф/page/1174450> (дата обращения 1.05.2020);

18. СП 51.13330.2011 Защита от шума [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097> (дата обращения 1.05.2020);
19. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901853847> (дата обращения 1.05.2020);
20. ГОСТ 31192.2-2005 Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200060914> (дата обращения 1.05.2020);
21. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда .Электробезопасность [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203> (дата обращения 1.05.2020);
22. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения 1.05.2020);
23. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения 1.05.2020);
24. Производственный календарь на 2020 год [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennyye/2020/> (дата обращения 20.05.2020);
25. Амортизационная группа компьютера [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://spmag.ru/articles/amortizacionnaya-gruppa-kompyutera> (дата обращения 20.05.2020);
26. Годовая норма амортизации [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://glavkniga.ru/situations/k504568> (дата обращения 20.05.2020);

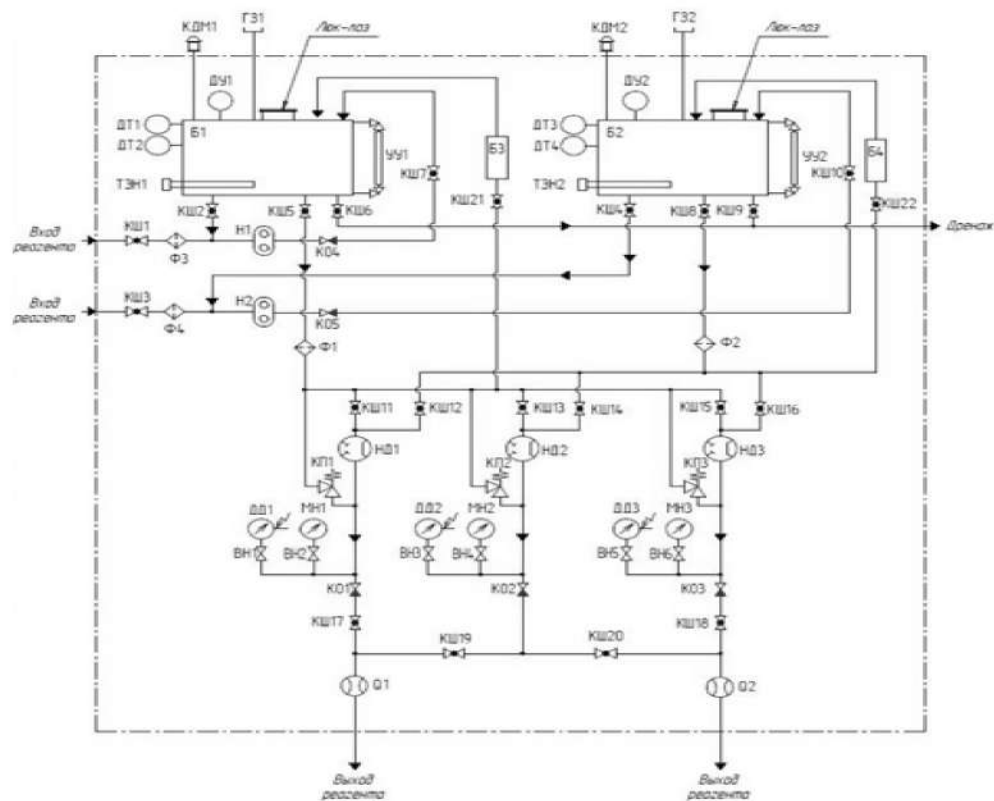
27. Что такое районный коэффициент и где он используется [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://assistentus.ru/oplata-truda/rajonnyj-koefficient/> (дата обращения 20.05.2020).

Приложение А

(обязательное)

Принципиальная схема УДХ ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»

ФЮРА.425280.007.ЭС.001



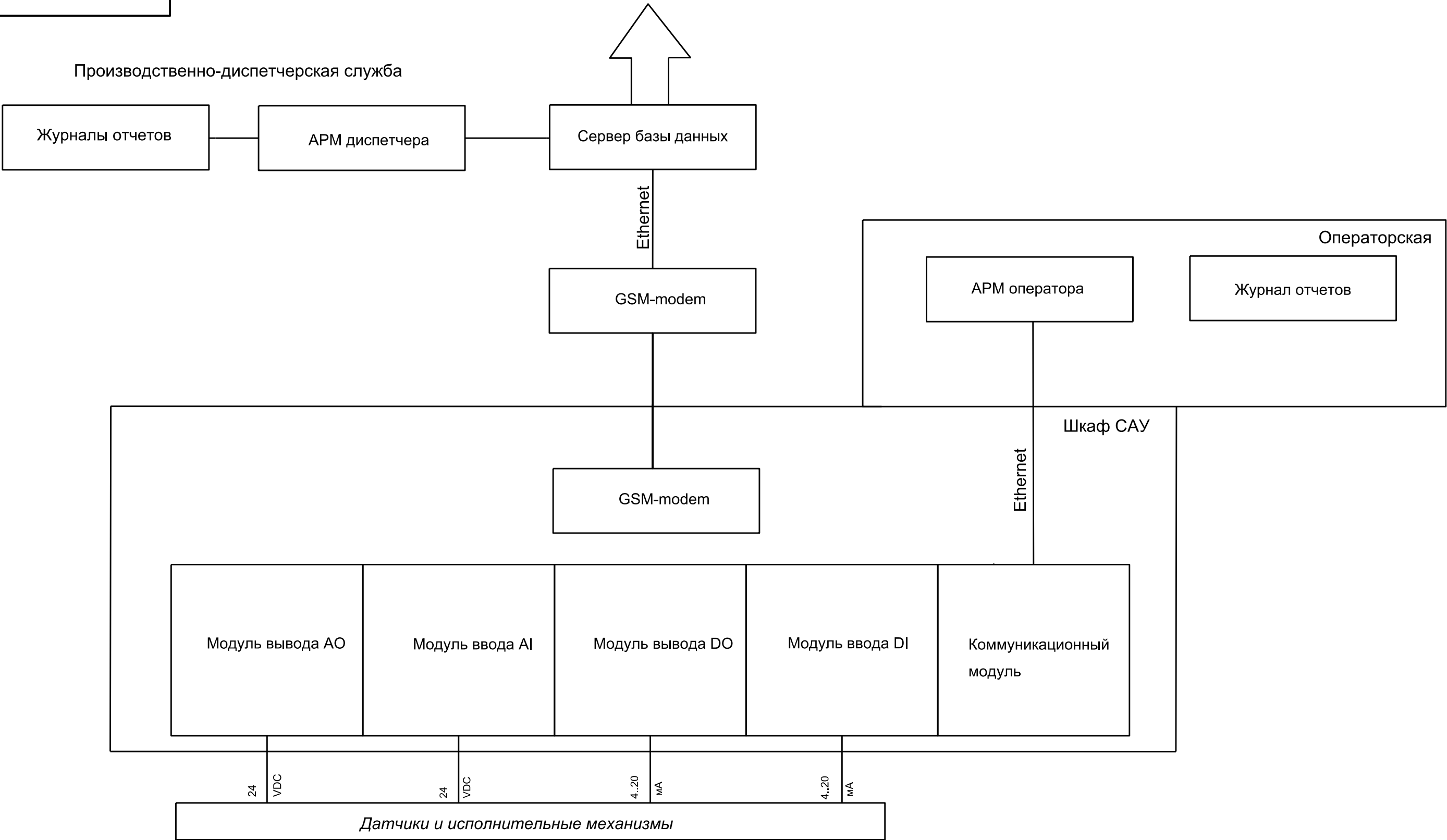
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Б1, Б2	Емкость технологическая V л ³ (см. примечание)	2	Объем (м ³) 0,4, 1, 15, 25, 3, 4, 6
Б3, Б4	Емкость мерная V=5 л	2	
Н01-Н03	Насос дозатор типа НД	3	Производительность (л/ч) 0,4, 0,63, 10, 125, 16, 25, 40, 63, 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400 Давление на выходе насоса (МПа) 2,5, 4, 6, 3, 10, 16, 25
Н1, Н2	Насос	2	
Ф1, Ф2	Фильтр	2	
Ф3, Ф4	Фильтр	2	
У91, У92	Датчик уровня	2	
ДТ1, ДТ3	Датчик-реле температуры	2	
ДТ2, ДТ4	Датчик температуры реагента	2	
ТЭН1, ТЭН2	Электронагреватель	2	
МН1-МН3	Манометр	3	
Д01-Д03	Датчик избыточного давления	3	
У91, У92	Указатель уровня	2	
КШ1-КШ4	Кран шаровой Ду50, Ру40	4	
КШ5-КШ10	Кран шаровой Ду25/32, Ру40	6	
КШ11-КШ22	Кран шаровой Ду15, Ру10МПа	12	
ВН1-ВН6	Вентиль под манометр	6	
КО1-КО3	Клапан обратный Ду15, Ру16,0 МПа	3	
КО4, КО5	Затвор обратный поворотный Ду32, Ру40	2	
КП1-КП3	Клапан предохранительный	3	
КДМ1, КДМ2	Клапан дыхательный	2	
Г31, Г32	Горловина заливная	2	
Q1, Q2	Расходомер	2	

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № подл. Подп. и дата.

ФЮРА.425280.007.ЭС.001

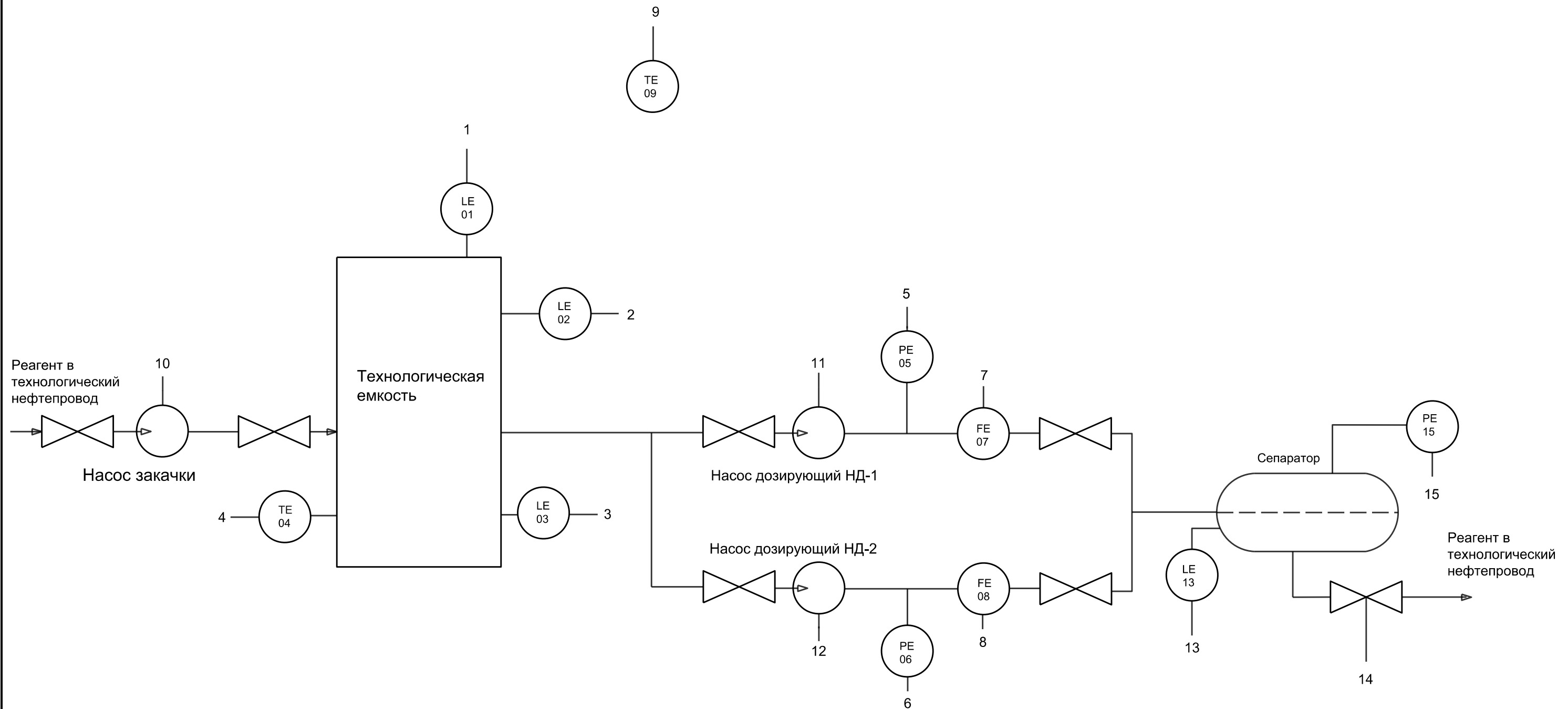
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Принципиальная схема УДХ ПАО "НК "Роснефть"	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Корусова Н.С.				у		
Проб.	Мамонтова Т.Е.				Лист	1/Листов	9
Т. Контр.							
Н. Контр.					ТПУ	ОАР	
Умб.					Группа	8Т6А	

Приложение Б
(обязательное)
Структурная схема



					ФЮРА.425280.007.002						
					Структурная схема	Лит.		Масса		Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		У					
Разраб.		Корпусова Н.С.									
Пров.		Мамонова Т.Е.									
Т. Контр.						Лист 2		Листов 9			
						ТПУ ОАР					
Н. Контр.						Группа 8Т6А					
Утв.											

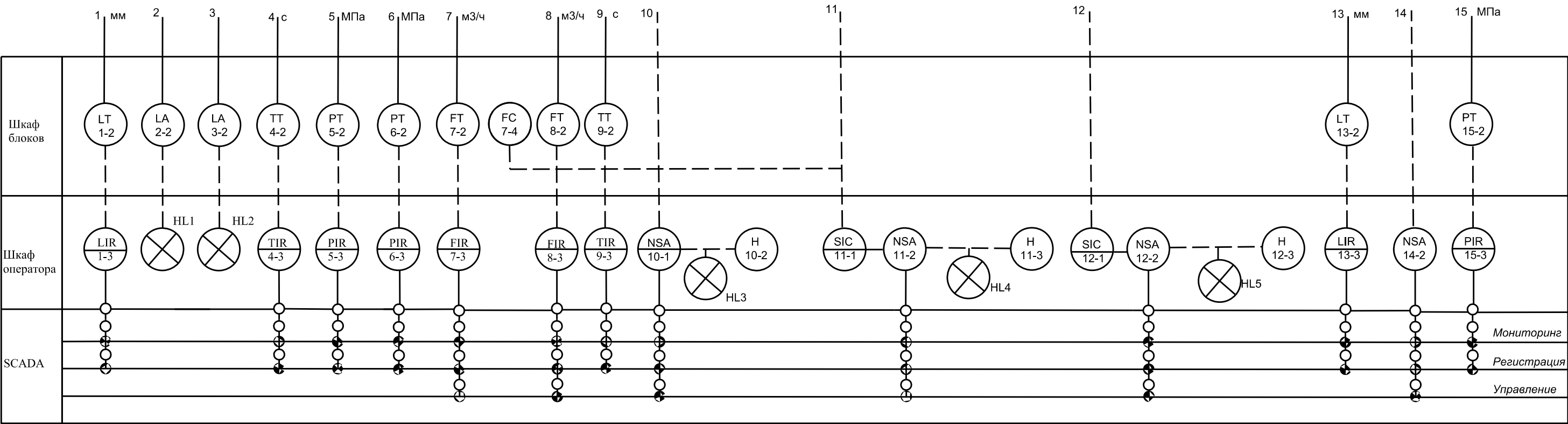
Приложение В
(обязательное)
Функциональная схема по автоматизации



						ФЮРА.425280.007.003			
						Функциональная схема по автоматизации	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			у		
Разраб.		Корпусова Н.С.							
Пров.		Мамонова Т.Е.							
Т. Контр.							Лист 3	Листов	9
Н. Контр.							ТПУ	ОАР	
Утв.							Группа	8Т6А	

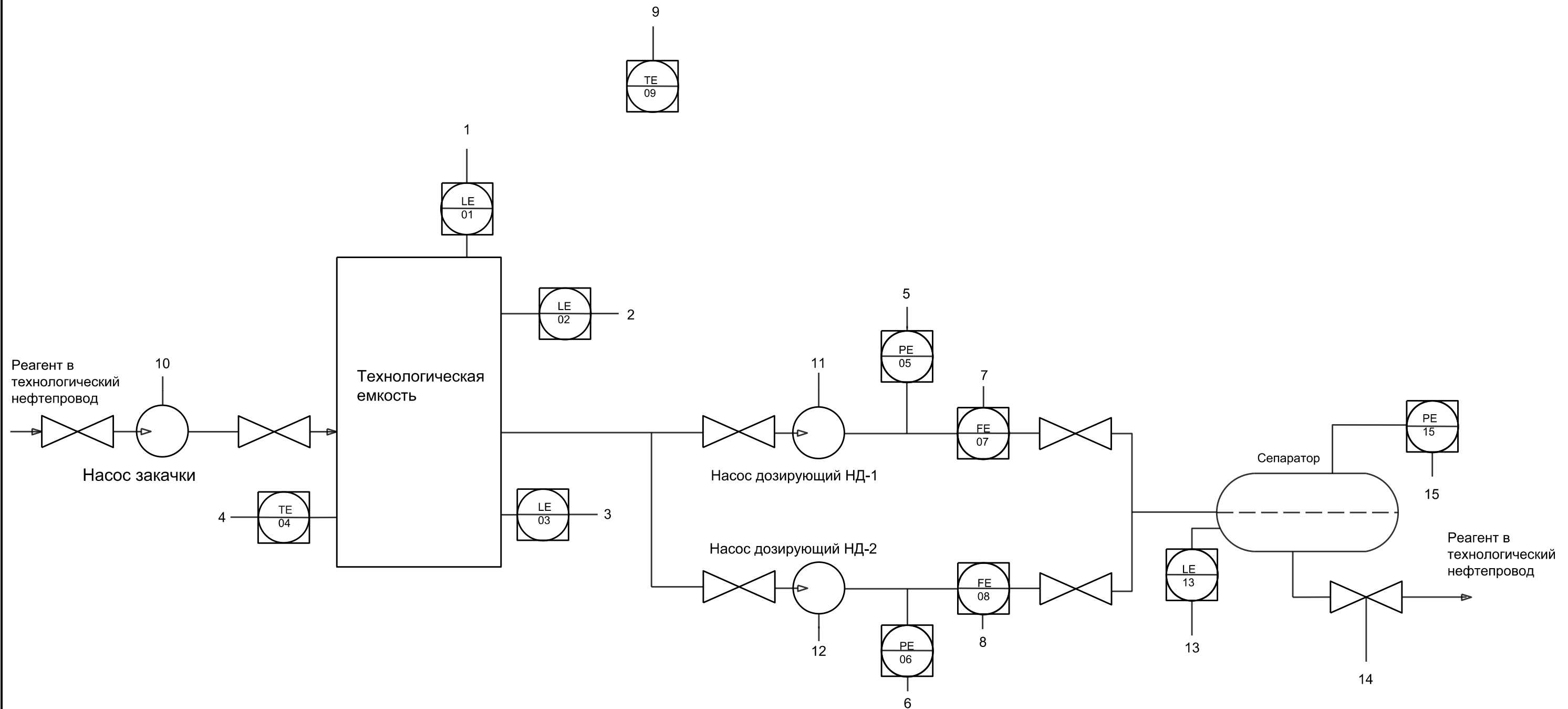
Приложение Г
(обязательное)

Функциональная схема по автоматизации



					ФЮРА.425280.007.ЭС.004			
					Функциональная схема по автоматизации			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Корпусова Н.С.							
Пров.	Мамонова Т.Е.							
Т. Контр.								
Н. Контр.								
Утв.								
						Лит.	Масса	Масштаб
						у		
						Лист 4		Листов 9
						ТПУ ОАР		
						Группа 8Т6А		

Приложение Д
(обязательное)
Функциональная схема ANSI



						ФЮРА.425280.007.005			
						Функциональная схема ANSI	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			у		
Разраб.		Корпусова Н.С.							
Пров.		Мамонова Т.Е.							
Т. Контр.							Лист 5		Листов 9
Н. Контр.							ТПУ ОАР		
Утв.							Группа 8Т6А		

Приложение Е

(обязательное)

Перечень входных и выходных сигналов

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон измерения	Единица измерения	Тип сигнала	Технологические уставки			
					Предупредительные		Аварийные	
					min	max	min	max
Верхний уровень в емкости	UROV_MAX_EMK	-	-	DI	-	-	-	+
Нижний уровень в емкости	UROV_MIN_EMK	-	-	DI	-	-	+	-
Температура реагента в емкости	TEMP_XIM_EMK	0-50	°C	4—20 мА	+	+	+	+
Уровень реагента в емкости	UROV_XIM_EMK	0-1600	мм	4—20 мА	+	+	-	-
Температура воздуха в помещении УДХ	TEMP_VOZ_HOL	0-50	°C	4—20 мА	+	+	+	+
Расход реагента по линии НД-1	RASH_XIM_ND1	0-1	м³/ч	4—20 мА	+	-	+	-
Расход реагента по линии НД-2	RASH_XIM_ND2	0-1	м³/ч	4—20 мА	+	-	+	-
Давление реагента на выкиде НД-1	DAVL_XIM_ND1	0-10	МПа	4—20 мА	+	+	+	+
Давление реагента на выкиде НД-2	DAVL_XIM_ND2	0-10	МПа	4—20 мА	+	+	+	+
Запуск насоса закачки	PUSK_RAB_NZ1	-	-	DO	-	-	-	-
Останов насоса закачки	STOP_RAB_NZ1	-	-	DO	-	-	-	-
Запуск НД-1	PUSK_RAB_ND1	-	-	DO	-	-	-	-
Останов НД-1	STOP_RAB_ND1	-	-	DO	-	-	-	-
Запуск НД-2	PUSK_RAB_ND2	-	-	DO	-	-	-	-
Останов НД-2	STOP_RAB_ND2	-	-	DO	-	-	-	-
Насос закачки запущен	NORM_RAB_NZ1	-	-	DI	-	-	-	-
НД-1 запущен	NORM_RAB_ND1	-	-	DI	-	-	-	-
НД-2 запущен	NORM_RAB_ND2	-	-	DI	-	-	-	-
Пуск регулирования НД-1	PUSK_REG_ND1	-	-	DO	-	-	-	-
Стоп регулирования НД-1	STOP_REG_ND1	-	-	DO	-	-	-	-
Частота больше НД-1	FREQ_BOL_ND1	-	-	DO	-	-	-	-
Частота меньше НД-1	FREQ_MEN_ND1	-	-	DO	-	-	-	-
Пуск регулирования НД-2	PUSK_REG_ND2	-	-	DO	-	-	-	-
Стоп регулирования НД-2	STOP_REG_ND2	-	-	DO	-	-	-	-
Частота больше НД-2	FREQ_BOL_ND2	-	-	DO	-	-	-	-
Частота меньше НД-2	FREQ_MEN_ND2	-	-	DO	-	-	-	-

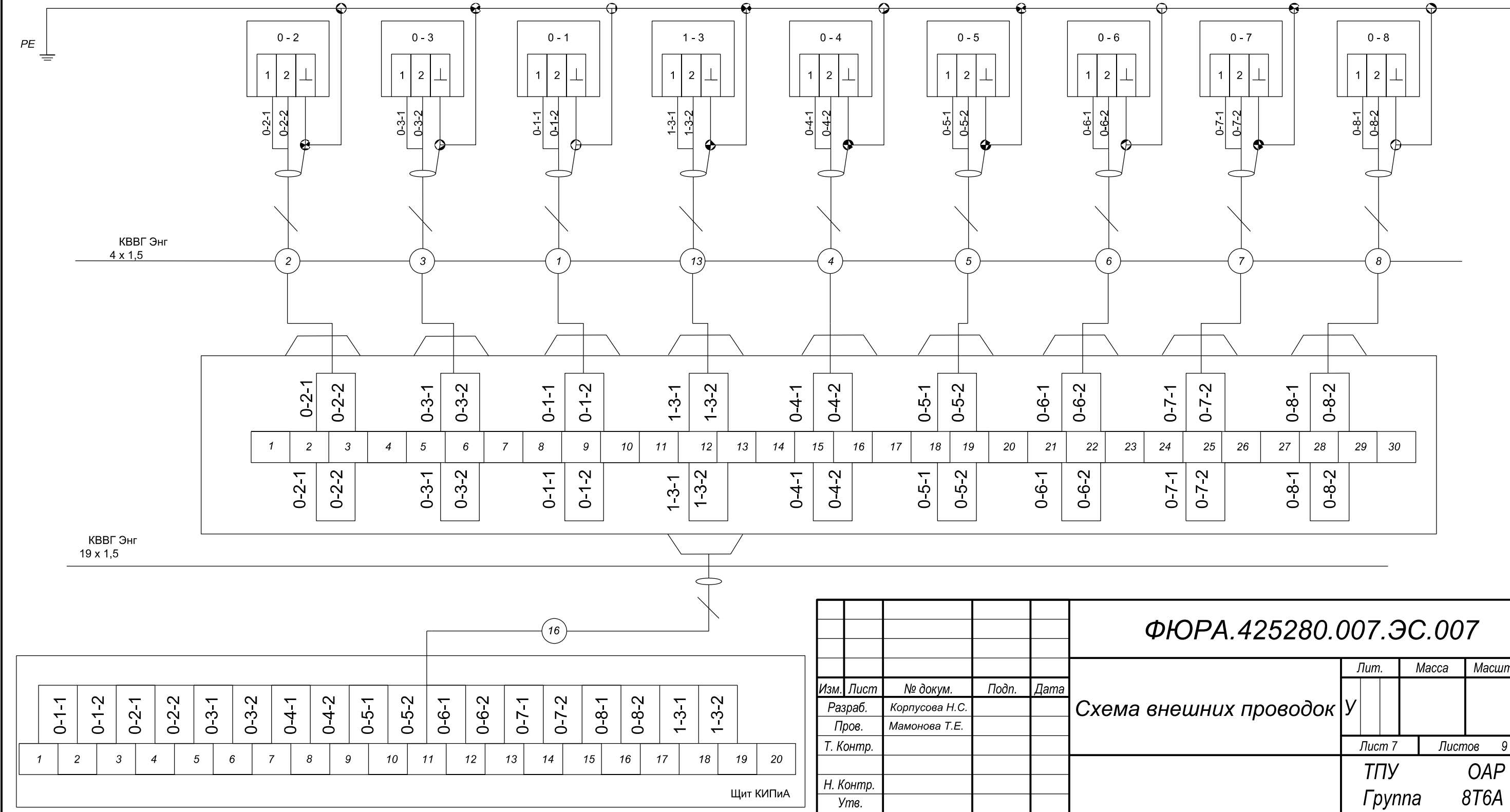
Инв. № подл. Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

						ФЮРА.425280.007.ЭС.006				
						Перечень входных и выходных сигналов	Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	У					
Разраб.	Кортусова Н.С.									
Проб.	Мамонова Т.Е.									
Т. Контр.							Лист	6	Листов	9
Н. Контр.							ТПУ		ОАР	
Утв.							Группа		8Т6А	

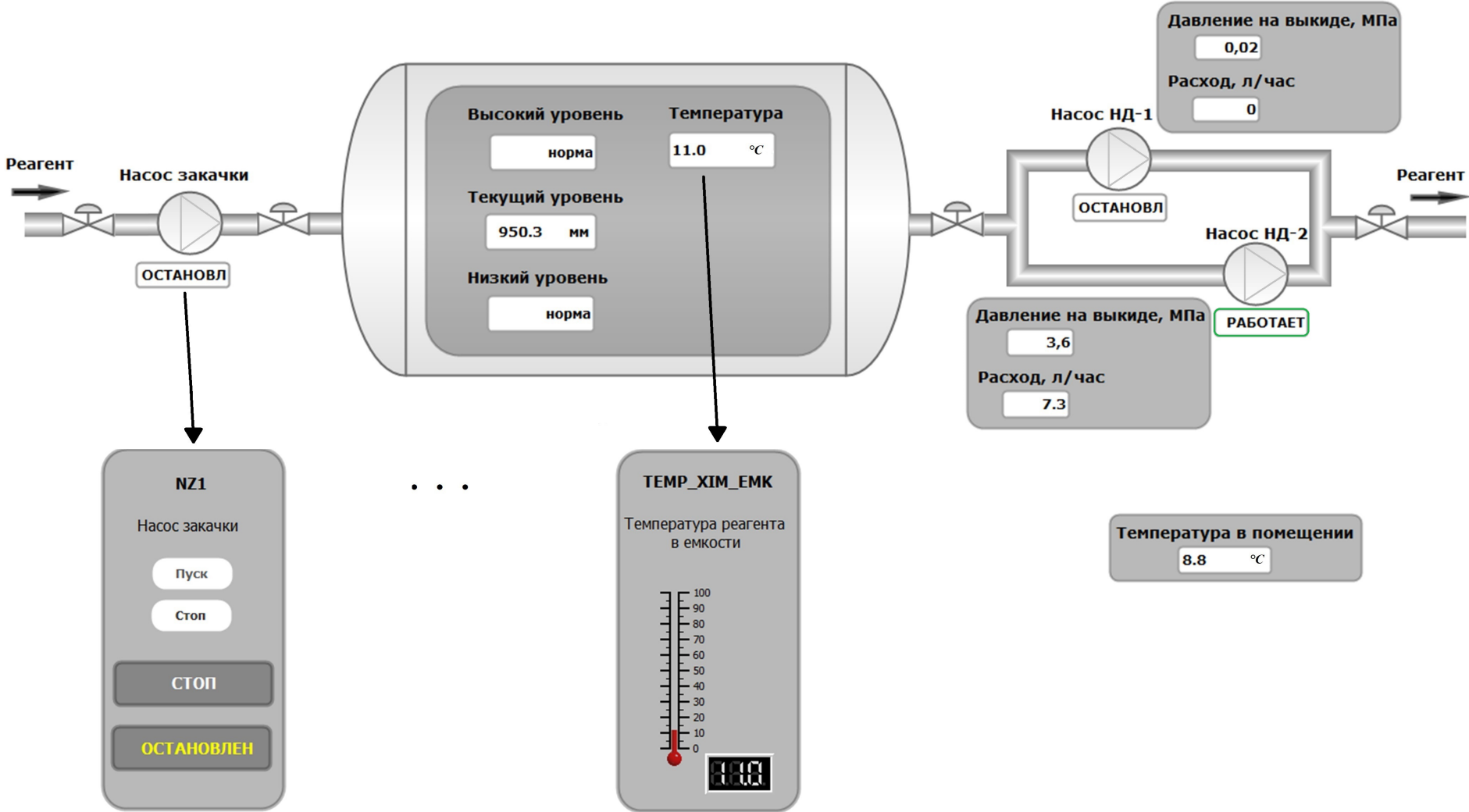
Приложение Ж
(обязательное)
Схема внешних проводок

Наименование параметра	Уровень				Температура	Давление		Расход	
Место отбора импульса	Технологическая емкость	Технологическая емкость	Технологическая емкость	Сепаратор	Технологическая емкость	На выходе НД-1	На выходе НД-2	На выходе НД-1	На выходе НД-2
Тип датчика	ПМП-053	ПМП-053	ПМП-062	ПМП-062	Метран-274	Метран-55	Метран-55	Метран-370	Метран-370
Позиция	LE 02	LE 03	LE 01	LE 13	TE 04	PE 05	PE 06	FE 07	FE 08



Приложение 3
(обязательное)
Дерево экранных форм

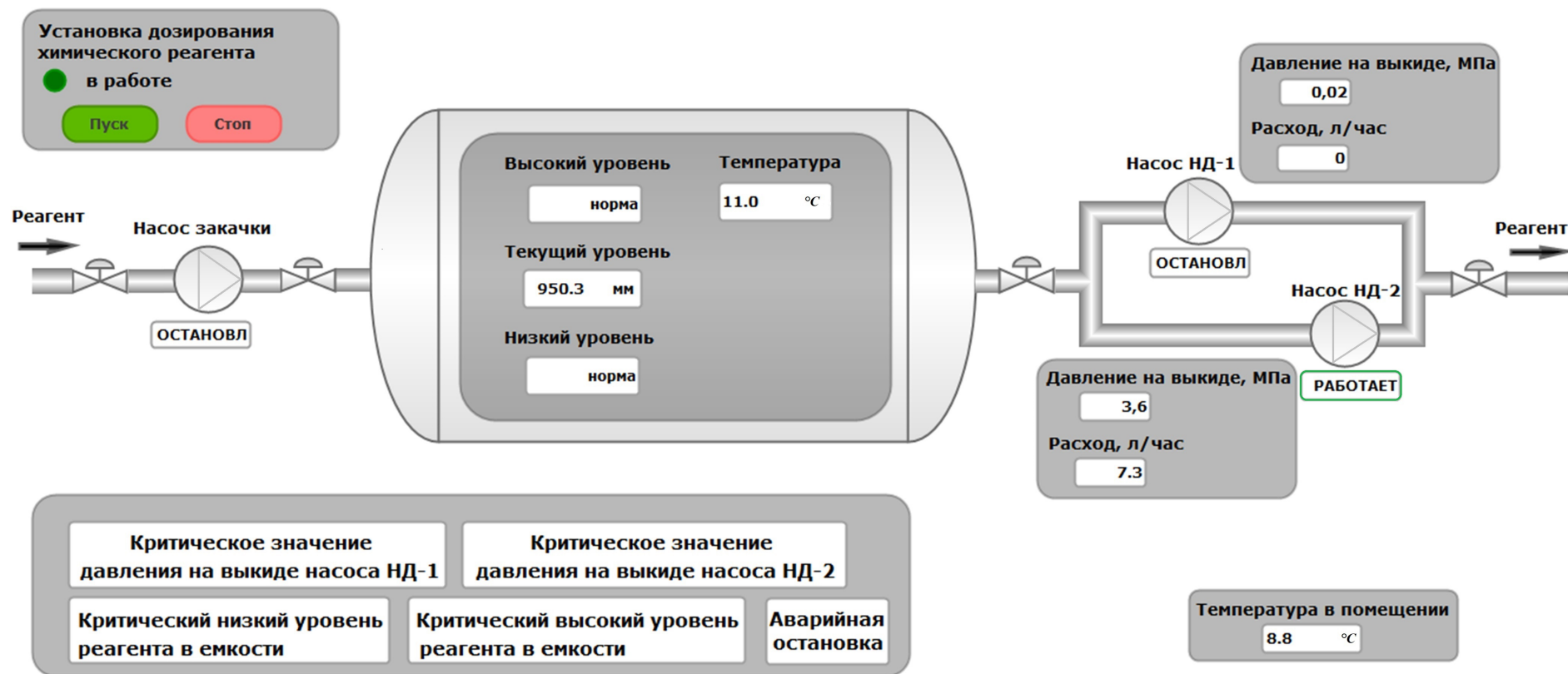
Установка дозирования химического реагента



						ФЮРА.425280.007.ЭС.008			
						Дерево экранных форм	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			у		
Разраб.		Корпусова Н.С.							
Пров.		Мамонова Т.Е.							
Т. Контр.							Лист	8	Листов
									9
Н. Контр.							ТПУ	ОАР	
Утв.							Группа	8Т6А	

Приложение И
(обязательное)
Мнемосхема

Установка дозирования химического реагента



					ФЮРА.425280.007.ЭС.009									
					Мнемосхема	Лит.			Масса		Масштаб			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у								
Разраб.		Корпусова Н.С.												
Пров.		Мамонова Т.Е.												
Т. Контр.														
						Лист 9			Листов 9					
Н. Контр.						ТПУ			ОАР					
Утв.						Группа			8Т6А					