

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки - 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение - Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка автоматизированной системы управления узла осушки газа установки комплексной подготовки газа

УДК 004.896-047.84:622.279.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Сидоренко Игорь Валерьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Заревич А. И.	К.ф.-М.Н.		

Консультант

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А. В.	К.Х.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ИШБИП	Меньшикова Е. В.	К.ф.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ИШБИП	Винокурова Г. Ф.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Громаков Е. И.	К.Т.Н, доцент		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С.В.	К.Т.Н		

Томск-2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Уровень образования – бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – весенний семестр 2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Заревич Антон Иванович	к.ф.-м.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки - 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение - Отделение автоматизации и робототехники

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

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5А	Сидоренко Игорь Валерьевич

Тема работы:

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛА ОСУШКИ ГАЗА УСТАНОВКИ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3488/с от 06.05.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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>Объектом разработки является узел осушки газа установки комплексной подготовки газа</p> <p>Оборудование должно соответствовать требованиям, применяемым в нефтегазовой отрасли. Разрабатываемая модель контура регулирования должна иметь оптимальные параметры переходного процесса.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<p>Описание технологического процесса, разработка структурной схемы АС, разработка функциональной схемы автоматизации, разработка схемы информационных потоков, выбор средств реализации АС, разработка схемы внешних проводок, выбор</p>

	алгоритмов управления, разработка мнемосхем, разработка экранных форм
Перечень графического материала	Функциональная схема автоматизации, схема информационных потоков, схема внешних проводок, ММ алгоритма регулирования, алгоритм сбора данных, мнемосхема
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Екатерина Валентиновна
Социальная ответственность	Винокурова Галина Федоровна
Нормоконтроль	Суханов Алексей Викторович

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Заревич Антон Иванович	к.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Сидоренко Игорь Валерьевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5А	Сидоренко Игорь Валерьевич

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет – 120 447.02 руб. Затраты на заработную плату – 54 523.82 руб. Прочие расходы – 149.64 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Тариф на электроэнергию 5,8 кВт/ч
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налог во внебюджетные фонды 27,1% Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 16%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT – анализ.
2. Формирование календарного плана и бюджета инженерного проекта (ИП)	Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета.
3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель эффективности – 4.03 Сравнительная эффективность проекта – 1,05

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности ИР
2. Матрица SWOT
3. График разработки и внедрения ИР
4. Материальные затраты
5. Затраты на приобретение ПО
6. Инвестиционный план. Бюджет ИП
7. Основные показатели эффективности ИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Сидоренко Игорь Валерьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5А	Сидоренко Игорь Валерьевич

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

Тема ВКР:

Разработка автоматизированной системы управления узла осушки газа установки комплексной подготовки газа	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является узел осушки газа установки комплексной подготовки газа. Рабочая зона оператора АСУ ТП располагается в диспетчерской за персональным компьютером. Область применения разрабатываемой системы являются добывающие нефтегазовые предприятия.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы"
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Повышенный уровень шума в помещении 2. Несоответствие нормам параметров микроклимата 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны 4. Опасность поражения электрическим током 5. Повышенное уровень электромагнитного излучения
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на атмосферу сведено к минимуму и происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее вероятное возникновение чрезвычайной ситуацией ситуации технологического характера в результате производственных аварий и пожаров

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ИШБИП	Винокурова Галина Федоровна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Сидоренко Игорь Валерьевич		

Реферат

Бакалаврская работа содержит 92 страниц, 23 таблиц, 4 рисунка, 19 источника.

Ключевые слова: установка комплексной подготовки газа, автоматизация, газ, абсорбер, сепаратор, ПИД-регулятор, контроллер, датчик.

Объектом исследования является узел осушки газа установки комплексной подготовки газа.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка автоматизированной системы управления узла осушки газа установки комплексной подготовки газа с использованием современного оборудования для увеличения производительности и надежности объекта, а также снижения затрат на обслуживание. Система управления разработана с использованием ПЛК.

В результате работы проведен подбор оборудования, необходимого для реализации системы, разработаны схемы: функциональная, внешних проводок, мнемосхема, информационных потоков. Разработана математическая модель контура регулирования.

Выпускная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2019, схемы разработаны в Microsoft Visio 2019, презентация создана в Microsoft PowerPoint 2019.

Содержание

Термины и определения	13
Обозначения и сокращения.....	14
Введение	15
1 Техническое задание	16
1.1 Назначения и цели создания системы.....	16
1.2 Характеристика объектов автоматизации.....	16
1.3 Требования к системе.....	17
1.3.1 Требования к системе в целом	17
1.3.2 Требования к техническому обеспечению.....	18
1.3.3 Требования к программному обеспечению.....	19
1.3.4 Требования к математическому обеспечению	20
1.3.5 Требования к информационному обеспечению	20
1.4 Требования к документированию	21
2 Описание технологического процесса УОГ УКПГ.....	22
2.1 Обзор процессов промышленной подготовки газа.....	22
2.1.1 Абсорбционный метод.....	23
2.1.2 Адсорбционный метод.....	24
2.1.3 Низкотемпературная конденсация.....	25
2.1.4 Низкотемпературная сепарация природного газа	26
2.2 Структура и архитектура АС УОГ УКПГ	27
2.2.1 Полевой (нижний) уровень.....	27
2.2.2 Средний уровень.....	27
2.2.3 Информационно-вычислительный (верхний) уровень	27
3 Комплекс аппаратно – технических средств	30
3.1 Выбор датчика температуры (изменил все).....	30
3.2 Выбор датчика уровня.....	31
3.3 Выбор датчика расхода	33

3.4	Выбор датчика давления	34
3.5	Выбор контроллерного оборудования.....	35
3.6	Выбор исполнительного механизма	36
4	Разработка автоматизированной системы управления.....	38
4.1	Разработка функциональной схемы.....	38
4.2	Разработка схемы внешних проводок	39
4.3	Функционал ПО	41
4.4	Разработка экранных форм.....	42
4.5	Информационное обеспечение.....	42
4.5.1	Состав информационного обеспечения.....	42
4.5.2	Метод контроля данных.....	43
4.5.3	Информационная совместимость.....	43
4.6	Разработка алгоритмов управления	43
4.7	Разработка алгоритма сбора данных	43
4.8	Разработка алгоритма автоматического регулирования технологическим параметром	43
5	Социальная ответственность	45
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	45
5.1.1	Характерные правовые нормы трудового законодательства.....	45
5.1.2	Основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя.....	45
5.2	Производственная безопасность	46
5.2.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов	47
5.2.2	Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	51
5.3	Экологическая безопасность	54
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	55

5.4.1	Пожарная безопасность.....	55
5.4.2	Взрывобезопасность	56
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	58
6.1	Потенциальные потребители результатов исследования	58
6.2	Анализ конкурентных технических решений.....	58
6.3	SWOT-анализ	60
6.4	Планирование научно-исследовательских работ	61
6.4.1	Структура работ в рамках научного исследования	61
6.4.2	Определение трудоемкости выполнения работ	62
6.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	67
6.5.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	67
6.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	67
6.5.3	Основная заработная плата исполнителей темы	68
6.5.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	69
6.5.5	Отчисление во внебюджетные фонды.....	70
6.5.6	Прочие прямые затраты	70
6.5.7	Накладные расходы	71
6.5.8	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	71
6.6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	72
	Заключение.....	75
	Список используемой литературы	76
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	79
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	81
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	83
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	85

ПРИЛОЖЕНИЕ Г	87
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	89
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	91

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система: Комплекс программных и аппаратных средств в рамках технологического процесса, который предназначен для управления различными процессами.

автоматизированное рабочее место: Рабочее место специалиста, которое оснащено персональным компьютером, а также программным обеспечением и совокупностью информационных ресурсов коллективного или индивидуального пользования, позволяющие ему проводить обработку данных.

архитектура автоматизированной системы: Набор решений по организации системы программного обеспечения, а также набор структурных элементов и их интерфейсов, с помощью которых создается автоматизированная система.

интерфейс: Совокупность правил и средств для обеспечения взаимодействия между техническими устройствами, или между различными программными системами, или между системой и пользователем.

протокол: Набор правил, который позволяет осуществлять соединение, а также обмен данными между программируемыми устройствами, включёнными в соединение.

технологический процесс: Это последовательность необходимых для выполнения определенного вида работ технологических операций.

SCADA: Инструментальная программа для разработки в реальном времени программного обеспечения систем управления технологическими процессами, а также сбора данных.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

УКПГ – Установка комплексной подготовки газа;

АС – Автоматизированная система;

АРМ – Автоматизированное рабочее место;

САУ – Система автоматического управления;

АСУ – Автоматизированная система управления;

ТП – Технологический процесс;

ОС – Операционная система;

ЧМИ – Человеко-машинный интерфейс;

СИ – Средство измерения;

ПО – Программное обеспечение;

ДЭГ – Диэтиленгликоль;

НТС – Низкотемпературная сепарация;

НТК – Низкотемпературная конденсации.

Введение

Для повышения производительности и эффективности производства прибегают к автоматизации технологических процессов. Разработка и модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом является трудоемкой задачей.

На сегодняшний момент большинство установок комплексной подготовки газа имеют достаточный уровень автоматизации и готовы обеспечить высокий уровень контроля технологических параметров. В представленной выпускной квалификационной работе рассматривается вариант замены существующих технических решений на новые. Используются иные виды первичных преобразователей, с использованием унифицированных сигналов и протоколов HART, Ethernet. Используется оборудование на современных операционных системах.

Автоматизация технологического процесса позволяет сократить участие рабочего персонала в производстве. Автоматизация распространяется на основные и вспомогательные технологические процессы узла осушки газа УКПГ.

1 Техническое задание

1.1 Назначения и цели создания системы

Данная АСУ ТП должна обеспечивать:

- сбор данных о функционировании основного и вспомогательного оборудования УКПГ;
- обеспечение диспетчерского контроля за состоянием технологических режимов оборудования УКПГ;
- предоставление возможности дистанционного управления техническим процессом;
- предоставление информации о состоянии технологического процесса иным программным комплексам и системам;
- снижение человеческого фактора на процесс обезвоживания, дегазации, обессоливания и стабилизации газа.

Цели создания АСУ ТП:

- автоматизированное предоставление о состоянии технологического процесса;
- повышение качества выходной продукции;
- повышение уровень безопасности эксплуатации УКПГ;
- регулирование отдельными технологическими процессами;
- минимизация расходов электроэнергии;
- снижение скорости износа оборудования.

1.2 Характеристика объектов автоматизации

Объекты производства подразделяются на основные и вспомогательные объекты производственного назначения.

К основным объектам производственного назначения УКПГ относятся объекты, которые непосредственно участвуют в процессе производства товарной

продукции (газового конденсата, газа). К объектам вспомогательного назначения относятся объекты, продукция которых обеспечивает основной технологический процесс.

Состав объектов основного назначения:

- установка низкотемпературной сепарации;
- установки стабилизации конденсата;
- установка регенерации метанола.

Примерный состав объектов вспомогательного назначения:

- установки регенерации ДЭГа;
- компрессорные воздуха КИП;
- система факельная;
- установки водоснабжения;
- установки пожаротушения;
- котельные;
- система теплоснабжения;
- агрегаты воздушного охлаждения;
- замерные узлы;
- электроподстанции;
- дренажная емкость;
- диспетчерская.

1.3 Требования к системе

1.3.1 Требования к системе в целом

Разрабатываемая АС УОГ УКПГ должна соответствовать стандарту ГОСТ 34.602-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы», а также ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной

документации для строительства. Автоматизация 13 технологических процессов. Обозначения условных приборов и средств автоматизации в схемах».

1.3.2 Требования к техническому обеспечению

Разрабатываемая АСУ должна обеспечить сбор, обработку и передачу информации от средств автоматизации и технологического оборудования.

АСУ должна иметь в составе достаточное количество технических средств для выполнения функций, представленных в данном техническом задании.

Технические средства должны быть представлены в необходимом количестве для реализации представленных в техническом задании функций. Разрабатываемая автоматизированная система управления строится на базе профессиональных программно-технических средств:

- средства измерения (датчики);
- исполнительные механизмы;
- средства метрологии;
- средства хранения данных;
- операторские станции;
- сетевое обеспечение;
- контроллеры;

Поставщик программно-технического комплекса (ПТК) должен выбираться на альтернативной основе исходя из технико-экономического обоснования.

ПТК должен отвечать современным стандартам качества и надёжности, а также иметь сертификаты, подтверждающие его соответствие ГОСТ.

Система должна предусматривать возможность автономной работы ПТК на различных уровнях.

Должна быть реализована система, предотвращающая несанкционированный доступ в ПТК на всех его уровнях. Эта защита должна быть реализована с помощью паролей, ключей допусков или других способов, отвечающих нормам безопасности.

Система должна иметь модульную архитектуру. Контроллеры должны располагаться так, чтобы к ним был беспрепятственный доступ. Сами контроллеры должны иметь модульную архитектуру, которая бы позволяла свободную компоновку каналов ввода/вывода [1].

Измерения должны производиться современными датчиками давления, уровня, температуры, расхода. Средства измерений должны иметь стандартные сигналы вида «токовая петля» (4 – 20) мА.

1.3.3 Требования к программному обеспечению

Программным обеспечением, согласно ГОСТ 19781-90, называется «совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ».

Программные средства АС должны отвечать следующим требованиям:

- удобство использования;
- использование HART протокола;
- функциональная достаточность;
- модульность;
- возможность обновления ПО без остановки ТП;
- использование нескольких уровней доступа (реализация возможности наблюдения, частичного управления, полного доступа к системе).

Для оператора должна быть разработана SCADA система. Она должна быть выполнена в виде мнемонической схемы АС. На этой мнемонической схеме должны отображаться:

- значения измеряемых величин в местах, где установлены датчики;

- положения задвижек;
- линии тренда исследуемых величин;
- сведения о состоянии системы.

1.3.4 Требования к математическому обеспечению

Разработка математического обеспечения должна производиться с учетом требований, которые предъявляют системам, работающим в режиме реального времени. Разработка математического обеспечения АСУ ТП УКПГ разделяется на:

- создание алгоритмов функционального назначения (задачи обработки информации контроллерами);
- создание алгоритмов специального назначения (задачи математических вычислений на уровне SCADA).

1.3.5 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение – набор данных, сигналов (входных и выходных), достаточный как по объему, так и по содержанию, для обеспечения стабильной работы всех автоматизированных функций АС, оперативной и достоверной оценки состояния оборудования. Одной из основных задач при разработке информационного обеспечения является организация ЧМИ.

Информационное обеспечение должно включать:

- систему классификации и кодирования информации;
- информационные массивы, включая входную аналоговую и дискретную информацию;
- описание процедуры сбора и передачи информации;
- систему организации базы данных реального времени и архивных данных (протокол событий и историческая база данных);
- формы выходных документов (отчетные листы, ведомости);

– требования к организации ЧМИ, включая способы отображения информации на экране.

1.4 Требования к документированию

При разработке технического задания учитывались следующие нормативно-технические документы и информационные материалы:

– ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.

– ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

– ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.

– ГОСТ 34.603-92. Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем.

– РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

– ГОСТ 2.601-95 ЕСКД. Эксплуатационная документация.

2 Описание технологического процесса УОГ УКПГ

Узел осушки газа установки комплексной подготовки газа представляет собой взаимосвязанный комплекс технологического оборудования и систем, которые обеспечивают очистку и осушку природного газа, а также следят за соблюдением основных параметров основного технологического процесса [3].

2.1 Обзор процессов промышленной подготовки газа

Различают несколько способов промышленной подготовки газа к транспортировке по магистральному трубопроводу. Главным критерием при выборе способа подготовки является требуемая температура точки росы по воде и углеводородам.

При транспортировке газа по трубопроводу изменяются его параметры давления и температуры. Этот процесс сопровождается выделением жидкой фазы в трубопроводе. Чтобы избежать этого после добычи газ отделяется от ненужных фракций и побочных загрязнителей. Основываясь на представленных требованиях к продукции отделение фракций происходит по различным технологиям:

- абсорбция;
- адсорбция;
- низкотемпературная конденсация;
- низкотемпературная сепарация.

Выбор технологии подготовки газа обусловлен требуемой степенью осушки, составом добытого сырья, уровнем извлечения добываемых компонентов. В случае подготовки газа с повышенным содержанием азота, а также для отбора гелия предпочитают использовать криогенные процессы. В последнее время всё большее развитие получили мембранные технологии сепарации.

2.1.1 Абсорбционный метод

Технология абсорбции широко применяется на предприятиях подготовки природного газа. Метод основан на возможности абсорбентов поглощать из добытого природного газа тяжёлые углеводороды и отдавать их при температурном воздействии. В качестве абсорбентов часто используют: керосин, солярное масло, диэтиленгликоль и триэтилен гликоль.

В абсорбере газ движется вверх по колонне попутно орошаясь абсорбентом, который стекает по тарелкам и отбирает тяжёлые углеводороды из него. Далее насыщенный абсорбент нагревается и поступает в десорбер, где с помощью выпаривания от него отделяются тяжёлые углеводороды.

После десорбера регенерированный абсорбент отдаёт тепло в теплообменниках и охлаждается аппаратами воздушного охлаждения, после чего возвращается в абсорбер. В верхней части десорбера пары тяжёлых фракций углеводородов улавливаются, конденсируются и отбираются на дальнейшую переработку. Современные автоматизированные абсорбционные агрегаты обеспечивают полное извлечение конденсата из добытого сырья.

На данный момент самыми распространёнными абсорбентами являются диэтиленгликоль и триэтиленгликоль. Аппараты абсорбционной осушки природного газа более просты, чем их конкурентные методы. Несмотря на это, данный метод имеет один существенный недостаток поскольку он не обеспечивает «сухой» эксплуатации трубопровода. Это связано с тем, что в данном методе осушки газ орошается абсорбентом при температурах более высоких, чем температуры, при которых газ транспортируется по газопроводу. Следовательно, в газопроводе существует вероятность конденсации паров гликоля. Однако, количество отобранной жидкой фазы больше, чем гликоля.

Стоит отметить, что при низких температурах увеличивается вязкость абсорбента. Это затрудняет, а порой и исключает возможность применения метода абсорбции в районах севера и крайнего севера.

Серьёзным недостатком абсорбной осушки природного газа является то, что она даёт оптимальные параметры точки росы только до минус 30 °С. Также, наличие в добываемом газе тяжёлых углеводородов затрудняет применение этой технологии.

2.1.2 Адсорбционный метод

Метод адсорбции основан на возможности твердых пористых веществ (адсорбентов) поглощать жидкую фазу. Помимо осушки природного газа адсорбционные установки способны отбирать конденсат углеводородов.

Самыми распространёнными адсорберами являются активированный уголь, цеолиты, бокситы, силикагель и алюмогель. Для уменьшения гидравлического сопротивления среды, через которую проходит газ адсорбенты преимущественно изготавливают в форме шариков и гранул.

В качестве адсорбентов используют активированный уголь, цеолиты (молекулярные сита), боксит, силикагель, алюмогель. Эти адсорбенты изготавливаются в виде шариков и гранул для уменьшения гидравлического сопротивления в слое, через который пропускается газ [5].

Существенным недостатком адсорбционного метода является более высокая стоимость, связанная с периодической заменой адсорбирующих элементов. Однако этот метод способен обеспечить довольно глубокое извлечение тяжёлых фракций углеводородов.

Наиболее экономически обоснованным способом подготовки природного газа повышенного давления является объединение процессов отбензинивания и адсорбционной осушки продукта. Такой метод является оптимальным, когда требуется достижение относительно низкой температуры точки росы. Также, этот способ обеспечивает высококачественную подготовку газа к транспорту на большие расстояния при приемлемых затратах, исключает подачу в газопровод неосушенного газа, что возможно при гликолевой осушке. В отличие от

установок НТС, эффективность работы которых падает по мере снижения конденсатного фактора сырого газа, адсорбционные установки эффективны для осушки и отбензинивания природного газа с содержанием углеводородов C_6+ от 0,5 до 7,5 г/м³.

Адсорбционный метод осушки газа является наиболее экологически чистым, безотходным и наименее агрессивным с точки зрения окружающей среды. При регенерации адсорбента отсутствует выделение углеводородов в атмосферу, а также попадание элементов адсорбента в магистральный газопровод.

2.1.3 Низкотемпературная конденсация

Если не учитывать некоторые потери газа при прохождении по трубопроводам и технологическому оборудованию, то процесс низкотемпературной конденсации можно назвать изобарным охлаждением до определенных температур, достигая которых при том же давлении выделяется жидкая фаза.

С помощью определенной конечной температуры процесса охлаждения, которая зависит от состава газа и давления в системе, достигается необходимая глубина извлечения заданных компонентов из добытого газа. Так определяется степень конденсации паровой фазы и сам процесс низкотемпературной конденсации продолжают до достижения этой степени.

Существуют различные технологические схемы обработки природного газа по технологии низкотемпературной конденсации. Они могут отличаться по составу и виду конечного выпускаемого продукта, по числу степеней сепарации, по виду теплообменников и устройств охлаждения.

По виду устройств охлаждения схемы низкотемпературной конденсации подразделяются на схемы с внутренним холодильным циклом, внешним циклом

и на схемы с комбинированным холодильным циклом, которые объединяют в себе внутренний и внешний циклы охлаждения.

2.1.4 Низкотемпературная сепарация природного газа

Технология низкотемпературной сепарации достаточно хорошо изучена, широко применяется на практике и является экономически обоснованной. Основным критерием, определяющим режим работы промышленных установок НТС, является обеспечение надежности транспортировки газа путем глубокого извлечения конденсата. Низкотемпературной сепарацией называют процесс извлечения жидких углеводородов из газов путем однократной конденсации при пониженных температурах с газогидромеханическим разделением равновесных газовой и жидкой фаз.

Степень извлечения углеводородов в процессах НТС зависит от уровня температуры, достигаемой в процессе расширения сырьевого газа и эффективности расширительного устройства. Так расширение газа с перепадом давления от 11 до 3,5 МПа на дроссельном клапане приводит к снижению температуры в сепараторе, что дает извлечение углеводородов C₃+ не более 70 %. Применение детандера при таком же перепаде давлений позволяет понизить температуру в низкотемпературном сепараторе и увеличить степень извлечения до 82 %. НТС, основанная на дросселировании газа, может быть применена в течение ограниченного периода разработки месторождения. Кроме того, эффект НТС понижается по мере уменьшения содержания углеводородов C₆+ в газе. Для продления срока эффективной эксплуатации установки НТС в период снижения давления газа на устьях скважин используют внешние источники холода, а также дожимные компрессорные станции.

2.2 Структура и архитектура АС УОГ УКПГ

Проектирование автоматизированной системы установки комплексной подготовки газа было выполнено с использованием трёхуровневой системы. Структурная схема приведена в альбоме схем на чертеже в приложении.

2.2.1 Полевой (нижний) уровень

Полевой уровень включает в себя набор различных датчиков, исполнительных механизмов, приводов. На этом уровне реализуется сбор информации о технологическом процессе, управляющие и регулирующие операции, самодиагностика состояния программного обеспечения, обмен информации.

Контроль технологических параметров выполнен с использованием средств КИПиА.

2.2.2 Средний уровень

На данном уровне происходит сбор и первичная обработка информации с устройств нижнего (полевого уровня), контроль указанных параметров и приём – передачу данных на верхний (информационно – вычислительный) уровень.

На основе данных, поступивших на средний уровень, оператором или автоматически формируются команды управления и регулирования.

В проектируемой АС средний уровень реализован при помощи ПЛК и модема, при помощи которого происходит обмен информация с верхним (информационно – вычислительным) уровнем.

2.2.3 Информационно-вычислительный (верхний) уровень

На данном уровне происходит сосредоточение, обработка и упорядочивание (формирование БД) информации с нижних уровней. Также предусматривается индикация необходимых параметров, регистрация и

хранение информации. Здесь происходит формирование отчетной документации и осуществление управления технологическими режимами системы.

Актуальность АРМ оператора УКПГ определяется:

- необходимостью повышения эффективности взаимодействия оператора (диспетчера) с системой и сведения к нулю его критических ошибок при управлении;
- сокращением времени на обработку информации, на поиск необходимой информации;
- улучшением качества контроля и учета аналоговых и дискретных параметров;
- управлением технологическим оборудованием, т.е. повышением эффективности работы оператора;
- С помощью серверной части выполняется хранение, обработка и обмен информацией.

Кодировка сигналов в системе SCADA

AAA_BBB_CCCCC,

где AAA – параметр, состоящий из 3-х символов, принимающий значения:

PRS (Pressure) – давление;

TER (Temperature) – температура;

FLW (Flow) – расход;

HMD (Humidity) – влагосодержание;

LVL (Level) – уровень;

VAL (Valve) – клапан.

BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:

SEP – ёмкость сепаратора;

ABS – абсорбер;

TK1 – ёмкость 1;

TK2 – ёмкость 2;

PI1 – магистральный трубопровод;
PI2 – трубопровод после сепаратора;
PI3 – трубопровод после абсорбера.
CCCC – уточнение:
GAS – газ;
DEM – деэмульгатор;
НН – верхнее предельное значение;
LL – нижнее предельное значение;
OPEN – открыто.

Знак подчеркивания «_» в данном случае является отделением одной части идентификатора от другой и не несет в себе другого смысла.

3 Комплекс аппаратно – технических средств

3.1 Выбор датчика температуры (изменил все)

Для сравнения датчиков температуры были выбраны несколько вариантов: Элемер ТСМУ 0104, Метран 274 и ТС 5008. Выбор окончательного решения был сделан на основании характеристики, приведенной в таблице 1.

Ключевые параметры выбора:

- диапазон измерений;
- цена;
- напряжение питания;
- степень защиты;
- вариант исполнения;
- срок службы;
- выходные сигналы;
- допускаемая погрешность.

Таблица 1 – Характеристика датчиков температуры

Наименование датчика	Элемер ТСМУ 0104	Метран 274	ТС 5008
Диапазон измерений	От минус 50 °С до 550 °С	От минус 50 °С до 500 °С	От минус 50 °С до 400 °С
Цена	от 6200 рублей	От 4190	От 7690
Напряжение питания	от 15 до 42 В	от 15 до 42 В	от 17 до 42 В
Степень защиты	IP54, IP65, IP67	IP65	IP65
Вариант исполнения	Общепромышленный, Взрывозащищённое	Общепромышленный, Взрывозащищённое	Общепромышленный, Взрывозащищённое
Срок службы	6 лет	Не менее 5 лет	8 лет
Выходные сигналы	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА
Допускаемая погрешность	± 0.15 %	± 0.25 %	± 0.25 %

Основываясь на характеристиках датчиков, был выбран Метран 274, его технические характеристики приведены в таблице 1.

Датчик Метран 274 предназначен для измерения температуры различных сред в зависимости от выбранного материала защитной арматуры. Использование данного преобразователя открывает возможность построения АСУ ТП без дополнительных преобразователей, так как измерительный преобразователь и чувствительный элемент первичного преобразователя преобразуют измеряемую величину в унифицированный выходной сигнал постоянного тока. Степень защиты от проникновения инородных тел, пыли и воды – IP65. Этого вполне достаточно для данного производства. В линейке имеется взрывозащищённое исполнение. Срок службы составляет более 5 лет. Диапазон температуры измеряемой среды в пределах нормы для этого технологического процесса. [13]

3.2 Выбор датчика уровня

Для выбора датчиков уровня были рассмотрены три варианта АТ100, ЛМК 858 и Сапфир-22ДУ. Основываясь, на представленных характеристика в таблице 2 был сделан выбор в сторону уровнемера АТ100 компании К-Тес. [14]

Технические характеристики всех датчиков приведены в таблице 2. [18]

Выбор основывался на оценки следующих характеристик:

- Давление среды;
- температура среды;
- цена;
- средний срок службы;
- температура окружающей среды;
- напряжение питания;
- степень защиты;
- выходные сигналы;

- диапазон измерения уровня;
- вариант исполнения;
- допускаемая погрешность

Таблица 2 – характеристика датчиков уровня

Наименование датчика	Сапфир-22ДУ	АТ100	ЛМК 858
Давление среды	От 0,1 до 20 МПа	От 0,1 до 20,7 МПа	От 0,04 до 1 МПа
Температура среды	От минус 50 °С до 120 °С	От минус 196 °С до 427 °С	От 0 °С до 50 °С
Цена	От 30 500 руб.	От 33 000 руб.	От 40 000 руб.
Средний срок службы	12 лет	20 лет	12 лет
Температура окружающей среды	от минус 20 °С до 80 °С	От минус 40 °С до 77 °С	От минус 10 °С до 50
Напряжение питания	От 9 до 36 В	От 13,5 до 36 В	От 9 до 6 В
Степень защиты	IP66, IP67	IP67	IP68
Выходные сигналы	От 4 до 20 мА, Modbus	От 4 до 20 мА, HART,	От 4 до 20 мА
Диапазон измерения уровня	До 20 м	До 22,3 м	До 15 м
Вариант исполнения	Общепромышленное, взрывозащищённое	Общепромышленное, искробезопасное, взрывозащищённое	Общепромышленное
Допускаемая погрешность	± 0,5	0,01 %	0.35 %

Принцип действия уровнемера АТ-100 основан на магнитострикции. В направляющей трубке находится провод, во нему через заданные моменты времени протекают импульсы тока. Ток в проводе взаимодействует магнитным полем создаваемым поплавком. Это приводит к возникновению крутильной деформации в проводе на уровне нахождения поплавка. Она с известной скоростью распространяется вдоль провода в оба конца. Пьезомагнитный элемент, расположенный в корпусе, принимает и преобразует получение

механические волны в импульс. Далее измеряется промежуток времени между отправленным и принятым импульсами. Этот импульс пропорционален измеряемому уровню. [17]

3.3 Выбор датчика расхода

В качестве датчика расходомера были рассмотрены три варианта: вихревой расходомер Rosemount 8800D, OPTISONIC 3400 и Метран-350. В результате анализа был выбран Метран-350. Технические характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика датчика расхода

Наименование датчика	Метран-350
Измеряемые среды	Жидкость, газ, пар
Погрешность	$\pm 1 \%$
Динамический диапазон	8:1, 14:1
Температура измеряемой среды	От минус 40 °С до 343 °С пар, от минус 40 °С до 398 °С жидкость,
Избыточное давление в трубопроводе	До 25 МПа
Выходной сигнал	От 4 до 20 мА, HART
Межповерочный интервал	4 года

Расходомер Метран-350 предназначен для измерения расхода и количества среды (вода, пар, газ и другие энергоносители) методом перепада давления с использованием осредняющих напорных трубок в качестве первичных измерительных преобразователей и передачи информации для управления технологическими процессами и использования в учетно-расчетных операциях[19].

Расходомер предназначен для работы во взрывобезопасных и/или взрывоопасных условиях. Опросный лист датчика расхода приведена в приложении №

3.4 Выбор датчика давления

В качестве датчика давления выбор исходил из нескольких вариантов: Метран 150, DMD 351, Rosemount 3051s.

Для сравнения характеристик датчиков давления приведены параметры в таблице 4.

По данной таблице сравнения характеристик был сделан выбор в сторону датчика давления Метран – 150.

Датчики давления Метран 150 используются для постоянного преобразования входных измеряемых величин в унифицированный токовый или цифровой сигнал в протоколе HART. [16]

Датчик состоит из электронного преобразователя и сенсорного модуля. Модуль состоит из аналого-цифрового преобразователя и измерительного блока. Под действием давления в измерительной камере происходит деформация чувствительного элемента. После чего происходит изменение электрического сигнала.

Параметры сравнения:

- измеряемые среды;
- давление измеряемой среды;
- степень защиты;
- температура окружающей среды;
- напряжение питания
- температура измеряемой среды
- исполнение;
- выходной сигнал;

- средний срок службы;
- погрешность.

Таблица 4 – Характеристика датчика давления

Наименование датчика	Метран-150	DMD 331	Rosemount 3051s
Измеряемые среды	Жидкость, газ, пар	Жидкость, газ	Жидкость, газ, пар
Давление измеряемой среды	От 0 до 68 МПа	От 0,02 до 1,6 МПа	От 0 до 27,6 МПа
Степень защиты	IP66	IP 65, IP67	IP65
Температура окружающей среды	От минус 40 °С до 85 °С	От минус 23 °С до 3 °С	От минус 21 °С до 85 °С
Напряжение питания	От 12 до 36 В	От 12 до 36 В	От 12 до 36 В
Температура измеряемой среды	От минус 40 °С до 350 °С	От минус 25 °С до 125 °С	От минус 75 °С до 205 °С
Исполнение	Искробезопасная цепь, взрывонепроницаемая оболочка	Общепромышленное, Взрывонепроницаемая оболочка	Общепромышленное, Взрывонепроницаемая оболочка
Выходной сигнал	От 4 до 20 мА, HART	От 4 до 20 мА, HART	От 4 до 20 мА, HART
Средний срок службы	12 лет	12 лет	10 лет
Погрешность	± 0,2 %	± 0,1 %	± 0,05 %

3.5 Выбор контроллерного оборудования

При выборе контроллерного оборудования было рассмотрено несколько отечественных вариантов: СТН-3000 производства АО «АтлантикТрансгазСистема», ЭЛСИ-ТМК производства «ЭлеСи», DCS-2000 производства ЗАО «Эмикон».

Все варианты имеют схожие характеристики. Так как на других газораспределительных станциях установлено контроллерное оборудование производства АО «АтлантикТрансгазСистема» СТН-3000, то в данной ВКР также будет использован данный контроллер.

В состав системы СТН-3000 входит полный набор технических средств для автоматизации территориально распределенных технологических объектов. [6]

Система обеспечивает в реальном масштабе времени следующие основные функции:

- сбор, передачу, прием данных с объектов (текущих параметров, сообщений телесигнализации, команд телеуправления и телерегулирования, интегральных значений параметров);
- анализ полученных данных и проверку их достоверности;
- отображение результатов анализа и контроля (в виде текста на технологических схемах и в таблицах, графиков, цветовой и звуковой сигнализации);
- проведение в реальном времени необходимых расчетов и диагностики технологического и сетевого оборудования;
- прямое управление объектом с обеспечением передачи и выполнения команд;
- «дружественный» диалог с пользователем при выполнении всех указанных действий.

3.6 Выбор исполнительного механизма

Мною был выбран привод SIEMENS SKC60. У этого привода реализуется линейное перемещение штока до 40 мм. Асинхронный мотор (с напряжением питания 230 В, потребляемой мощностью 20 Вт и моментом 2800 Н) обеспечивает трехпозиционную постоянную скорость реверсивного

перемещения штока. Следовательно, при дискретном изменении сигнала выхода ПЛК в диапазоне от 0 до 24 В скорость устанавливается постоянной – от 0 до 0,33 мм/с при открытии и от 0 до 2 мм/с при закрытии. Привод представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Электропривод SIEMENS SKC62

Общее перемещение штока осуществляется от 0 до 40 мм. Время перемещения штока составляет 120 с при открытии и 20 с при закрытии. При этом расход изменяется в пределах от 0 до 100 м³/ч.

4 Разработка автоматизированной системы управления

4.1 Разработка функциональной схемы

Функциональная схема автоматизации – технический документ, который входит в основной комплект рабочих чертежей проектируемой СА, в 26 соответствии с ГОСТ 21.408-2013. ФСА создается для отображения значимых технических решений.

На функциональной схеме автоматизации представляют технологическое оборудование, а также связующие компоненты (например, трубо- и газопроводы) автоматизированной системы, средства автоматизации и контуры, отвечающие за управление, регулирование и контроль.

Схема автоматизации может быть приведена в развернутом или упрощённом виде. Различие развернутого способа в том, что на схеме изображаются месторасположения и состав каждого отдельного контура и средств автоматизации. Схема автоматизации в развёрнутом виде приведена в приложении А. Схема по стандарту ANSI/ISA S5.1-2009 приведена в приложении Б.

На функциональной схеме мы видим следующие обозначения:

 – прибор измерения расхода, установленный по месту;

 – прибор измерения уровня, установленный по месту;

 – прибор измерения температуры, установленный по месту;

 – преобразователь значений расхода в токовый сигнал, установленный по месту;

⊙^{LT}_{7.2} – преобразователь значений уровня в токовый сигнал, установленный по месту;

⊙^{LIRC}_{7.3} – контур регулирования, индикации и регистрации уровня, установленный по месту;

⊙^{TIRC}_{17.3} – контур регулирования, индикации и регистрации температуры, установленный по месту;

⊙^{FIR}_{19.3} – контур индикации и регистрации расхода, установленный на щите оператора;

⊙^{TIR}_{21.3} – контур индикации и регистрации температуры, установленный на щите оператора.

4.2 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешних проводок представлена на чертежах в приложении В.

Внутри блоков, а также между ними от датчиков и исполнительных механизмов до клеммных коробок и шкафа САУ УКПГ прокладывается контрольный кабель КВВГ.

Данный кабель используется для прокладки в земле (траншеях), в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов.

Конструктивно КВВГ не очень отличается от того же ВВГ. Он имеет от 4 до 61 медных однопроволочных жил, каждая из которых заключена в поливинилхлоридную оболочку. Сверху идет общая изоляция из того же материала, отличающаяся по цвету (как правило, она черная). Заполнение каким-либо материалом, например мелонасыщенной невулканизированной резиной,

допускается, но может и отсутствовать. Сечение проводников обычно круглое, как и общее сечение кабеля. В экранированном кабеле присутствует экран из тонкого алюминия, дополненного сеткой из тончайшей медной проволоки, под общей оболочкой. В некоторых кабелях, в частности, КВВГнг-Is, может присутствовать дополнительный разделительный слой из полиэтилена или того же ПВХ. 2. Изоляция из поливинилхлоридного пластика.

Расшифровка:

К - кабель контрольный;

В - изоляция жил из поливинилхлоридного пластика;

В - оболочка из поливинилхлоридного пластика;

Г – гибкий, класс жилы I;

Нг – негорючая оболочка.

Обозначение кабеля КВВГ нг 10 х 2.5 100 м означает, что он состоит из 10 изолированных сердечников поперечным сечением 2.5 мм.

Таблица 5 – Характеристика кабеля

Температурный диапазон работы	От минус 50 °С до 50 °С
Максимально допустимая температура нагрева	До 70 °С
Максимум рабочего напряжения	50 Гц, 660 В
Допустимая влажность воздуха при 35 °С	98 %
Сопротивление изоляции	От 6 до 10 МОм
Строительная длина	150 м
Максимальный радиус изгиба	6 собственных диаметров
Вес контрольного кабеля	От 73 кг/км

4.3 Функционал ПО

Функционал операционных систем, относительно автоматизации, представлен следующим набором основных функций:

- контроль безопасности информации;
- обеспечение интерфейсов;
- управление тех. средствами сервера и АРМ.

К главным функциям ПО АРМ относятся управление исполнительными устройствами, ведение архива сообщений и обеспечение доступа к данным архива, отображение сообщений о критических значениях параметров, ошибках, сбоях. Помимо этого, в данный список можно включить визуализацию технологического процесса, возможность печати отчетов и возможность ввода данных в контроллер.

Сообщения должны содержать необходимую и достаточную информацию для оператора. В большинстве случаев, они содержат необходимое и измеренные значения, время и дату, условное имя датчика (его расположение в ТП). Данные сообщения можно структурировать по группам, по желанию заказчика, например.

Отображение ТП на экране содержит следующие элементы:

- отображение значений измеряемых параметров близи каждого датчика, а также значения состояния дискретных величин;
- упрощенные изображения технологических элементов, датчиков и исполнительных механизмов с их текущим состоянием;
- вывод другой необходимой информации, оговоренной с заказчиком.

Печать отчетных документов может осуществляться с заданной периодичностью автоматически или же непосредственно оператором или диспетчеров «вручную». Возможность ввода данных в контроллер подразумевает задание уставочных значений.

В данной ВКР отображение сообщений о критических значениях параметров, ошибках и ведение архива сообщений не предусматривается.

4.4 Разработка экранных форм

Для создания мнемосхем используется программное обеспечение MasterSCADA.

Разработанная мнемосхема содержит необходимые средства для реализации управления и контроля технологического процесса. Разработанная мнемосхема приведена в приложении Д.

4.5 Информационное обеспечение

4.5.1 Состав информационного обеспечения

Схема информационных потоков приведена в приложении Е.

Из данной схемы видно, что схема разделяется на несколько уровней. На первом уровне изображены исполнительные устройства и датчики. С нижнего уровня на средний поступают необходимые сигналы измерения и состояния, а также данные. От среднего уровня к исполнительным устройствам поступают команды управления.

На среднем уровне ПЛК направляет потоки преобразованной информации как на сервер БД, так и на АРМ оператора. АРМ оператора полученную информацию принимает и отображает. От него поступают команды управления, которые передаются на средний уровень. Регистрация действий оператора в виде журналов событий хранится в АРМ.

ПЛК также направляет потоки преобразованной информации на сервер БД. В сервере вся полученная информация структурируется, после чего обращаться к ней возможно посредством SQL запросов с помощью АРМ диспетчера и производственно-диспетчерской службы.

4.5.2 Метод контроля данных

Проверка состояния передающего датчика является основным методом контроля достоверности данных. Датчик проверяется на нахождение значения переданного параметра в пределах достоверного диапазона и проверяется на обрыв связи. После этого, производится проверка на соответствие заданным показателям.

4.5.3 Информационная совместимость

Использование международных стандартов для передачи данных и организации сетей обмена обеспечивает нужную совместимость с другими сетями. К данным стандартам можно отнести: Modbus RTU, RS-485, Ethernet, а также стандарт языков программирования ПЛК IEC 61131-3.

4.6 Разработка алгоритмов управления

Все алгоритмы представляют собой взаимосвязь модулей. Данные модули изображаются определенными символами, представленными в ГОСТ 19.701-90. Необходимости в наличии общего цикла внутри алгоритма нет, так как по правилам алгоритм цикличен.

4.7 Разработка алгоритма сбора данных

Данный алгоритм представлен на чертеже в приложении Г. На нём демонстрируется алгоритм сбора данных в сепараторе.

4.8 Разработка алгоритма автоматического регулирования технологическим параметром

В процессе абсорбции природного газа необходимо поддерживать уровень ДЭГ в абсорбере в заданном диапазоне. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем уровень ДЭГа в

абсорбере А - 1. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

Математическая модель автоматического регулирования давлением приведена в приложении. Данная схема состоит из следующих основных элементов: задание, ПИД-регулятор, частотный преобразователь, двигатель, редуктор, регулирующий орган, объект управления.

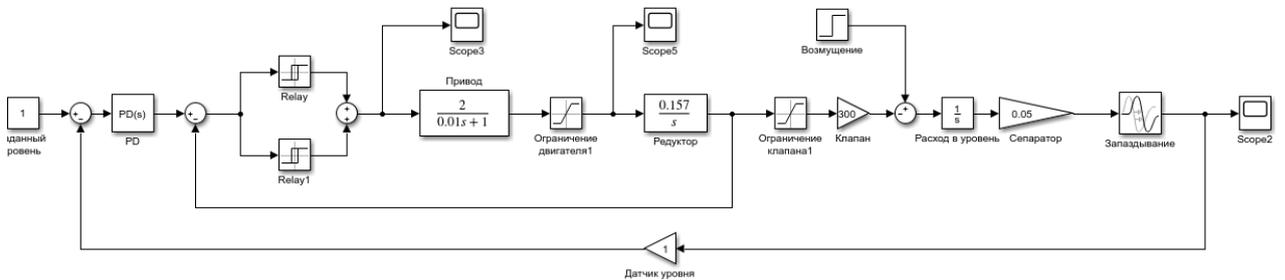


Рисунок 2 – Схема ПИД-регулирования уровня в сепараторе

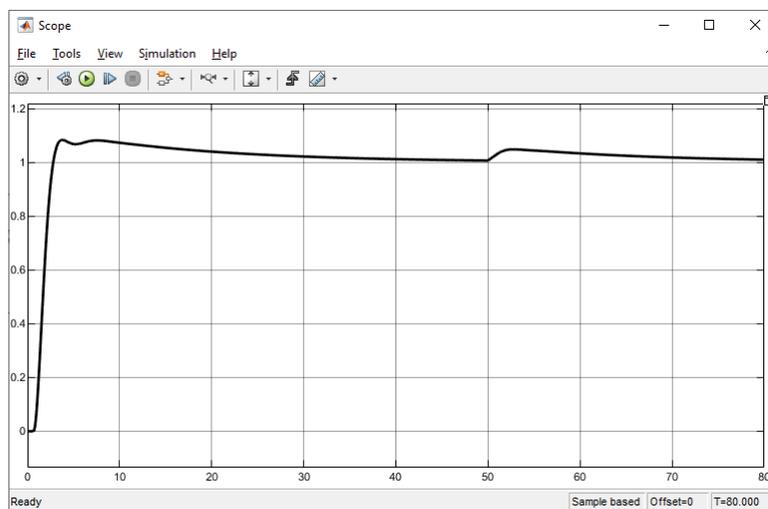


Рисунок 3 – График переходного процесса САР

5 Социальная ответственность

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Характерные правовые нормы трудового законодательства

Предполагается, что рассматриваемая в данной работе установка комплексной подготовки газа эксплуатируется при постоянном контроле со стороны оператора. Предусматривается наличие обслуживающего персонала, выполняющего техническое обслуживание и ремонт оборудования. Для обеспечения постоянного контроля и соблюдения нормального режима работы был принят сменный режим работы (ч.2 ст.103 ТК РФ), согласно графику сменности. При составлении графиков сменности работодатель учитывает мнение представительного органа работников в порядке, установленном (ст. 372 ТК РФ) для принятия локальных нормативных актов. Графики сменности, как правило, являются приложением к коллективному договору.

График сменности доводится до сведения работников не позднее, чем за один месяц до введения их в действие (ст.103 ТК РФ).

5.1.2 Основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя

Контроль параметров технологического процесса осуществляется оператором на АРМ.

Основные требования к рабочему месту оператора изложены в ГОСТ Р 50923-96.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать возможность размещения на рабочей поверхности необходимого комплекта оборудования и документов с учётом характера выполняемых работ.

Регулируемая высота рабочей поверхности стола должна изменяться в пределах от 680 до 800 мм. Механизмы для регулирования высоты рабочей

поверхности стола должны быть легко достигаемыми в положении сидя, иметь лёгкость управления и надёжную фиксацию.

Освещенность рабочего места оператора на рабочем столе в горизонтальной плоскости от общего искусственного освещения должна быть от 300 до 500 лк. В поле зрения оператора должны отсутствовать прямая и отраженная блескость.

5.2 Производственная безопасность

В таблице 1 приведены основные опасные и вредные факторы, связанные с работой на установке комплексной подготовки газа. Согласно ГОСТ 12.0.003-15 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [4].

Таблица 6 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Вид работы			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Повышенный уровень шума в помещении			+	Шум на рабочих местах – СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 [7];
2. Несоответствие нормам параметров микроклимата	+	+	+	Микроклимат – СанПиН 2.2.4.548 – 96 [8], Методические рекомендации МР 2.2.7.2129-06 [9];
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Освещение – СП 52.13330.2016 [10];
4. Поражение электрическим током	+	+	+	Электробезопасность – ГОСТ 12.1.038-8 [11];
5. Повышенный уровень электромагнитного излучения.	+	+	+	Электромагнитное излучение – ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. [12].

5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Источниками шума в основном являются машины и механизмы, в которых происходят соударения деталей, трение, их вынужденные колебания, завихрения воздуха. При наличии электромагнитных устройств переменного тока в соседних деталях из магнитных материалов возникает электромагнитный шум.

Источником шума могут быть также колебания воздуха, газа при движении по воздухопроводам, или при выхлопе. Это так называемый аэродинамический шум. Наиболее распространенным источником такого вида шума являются вентиляционные устройства.

У рабочих, которые имеют дело с грохочущими машинами и механизмами, возникают стойкие нарушения слуха, что нередко приводит к профессиональным заболеваниям (глуховатости и глухоты). Наибольшая потеря слуха наблюдается в течение первых десяти лет работы, и с течением времени эта опасность растет.

Шум неблагоприятно действует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание, увеличивает число ошибок во время работы, замедляет скорость психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию, например работающих на предприятиях или стройках, что способствует возникновению несчастных случаев.

Шум оказывает вредное влияние на физическое состояние человека: угнетает центральную нервную систему; вызывает изменение скорости дыхания и пульса; способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни; может приводить к профессиональным заболеваниям.

Таблица 7 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА.

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

При необходимости уровень шума можно снизить, используя средства индивидуальной защиты органов слуха, таких как специальные звуконепроницаемые вкладыши или наушники.

Несоответствие нормам параметров микроклимата

Основными параметрами измерения состояния микроклимата производственного помещения служат:

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

Источниками нарушения этих параметров являются:

- технологическое оборудования, которое имеет высокие температуры нагрева;
- нагретые до высоких температур детали и материалы;

– тепловая энергия, которая выделяется движущимися механизмами.

Также предусматривается проведение работ на открытом воздухе в различных климатических условиях.

Таблица 8 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный	(23 - 24)	(18 - 25)	(40 - 60)	(15 - 75)	0,1	Не больше 0,1
Теплый	(23 - 25)	(20 - 28)	(40 - 60)	55 при 28 °С	0,1	(0,1 - 0,2)

При отклонении фактических параметров от нормативных происходит нарушение теплообмена, терморегуляции и связанных с ними многих функций организма, что приводит к возникновению ряда заболеваний.

При лёгких формах перегревания появляются слабость, головная боль и головокружение, шум в ушах, сухость во рту и жажда, иногда тошнота, рвота.

При дальнейшем перегревании резко увеличивается потоотделение. При потере большого количества жидкости человек теряет большое количество солей и витаминов С и В₁, происходит сгущение крови, повышается её вязкость, что усложняет работу систем кровообращения и дыхания.

При воздействии на организм человека воздуха с температурой ниже допустимых значений, наоборот, кожные сосуды сокращаются, скорость кровотока через них снижается, что значительно уменьшает отдачу тепла организмом.

Таблица 9 – расход свежего воздуха

Характеристика помещения	Объёмный расход подаваемого в помещения свежего воздуха м ³ / на одного человека
Объём до 20 м ³ на человека	Не менее 30
от 20 до 40 м ³ на человека	Не менее 20
Более 40 м ³ на человека	Естественная

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека.

При правильно организованном освещении рабочего места сохраняется зрение человека и нормальное состояние его нервной системы, также обеспечивается безопасность в процессе производства.

Производство труда и качество выпускаемой продукции находится в прямой зависимости от освещения.

Нормирование освещенности для работы за ПК приведено в таблице 5.

Таблица 10 – нормирование освещенности для работы за ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различен, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение		Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КОЕ %, при	
							Верхнем или комбинированном	Боковом
Средней точности	От 0,5 до 0,1	В	1	Не менее 70	200	5	4	1,5
			2	Менее 70	150	10	4	1,5

Поражение электрическим током

ПЭВМ и периферийные устройства являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При работе с компьютером возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Электрические изделия по способу защиты человека от поражения электрическим током подразделяются на пять классов: 0, 01, 1, 2, 3.

ЭВМ можно отнести к классу 01, то есть, к изделиям, имеющим рабочую изоляцию, элемента для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания. При начале работы с ЭВМ необходимо проверить герметичность корпуса, не открыт ли токоведущие части. Убедиться в подключении заземляющего проводника к общей шине заземления, проверить его целостность. Если заземляющий проводник отключен, подключать его можно только при отключении машины от питающей сети.

Повышенный уровень электромагнитного излучения

Работа оператора ОСУ ТП в основном связана с работой за персональным компьютером. Вследствие чего на него оказывается воздействие электромагнитного излучения, источниками которого являются системный блок, монитор и кабели, соединяющие электрические цепи.

Электромагнитное излучение оказывает негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к раковым заболеваниям.

Таблица 11 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ ЭВМ
Напряжённость электрического поля	от 5 Гц до 2 кГц	25 В/м
	от 2 Гц до 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	от 5 Гц до 2 кГц	250 В/м
	от 2 Гц до 400 кГц	25 В/м
Напряженность электрического поля		15 В/м

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Повышенный уровень шума

Для уменьшения механического шума необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, заменять ударные процессы на безударные,

шире применять принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку вращающихся частей.

Снижение аэродинамического шума можно добиться уменьшением скорости газового потока, улучшением аэродинамики конструкции, звукоизоляции и установкой глушителей.

Также возможно снижение шума на пути его распространения посредством установки звукоизолирующих и звукопоглощающих преград в виде экранов, перегородок, кожухов, кабин, облицовки стен, потолков.

Несоответствие нормам параметров микроклимата

Для обеспечения нормальных условий и снижения концентрации вредных веществ в операторной предусмотрены естественная и искусственная вентиляции. Естественная вентиляция осуществляется через вентиляционные короба, искусственная вентиляция – общая приточновытяжная.

Снаружи предусмотрено включение автомеханической вентиляции, которая в аварийных случаях поможет избавиться от содержания вредных веществ.

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения в таблице 4 определен расход свежего воздуха.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Рабочая зона или рабочее место оператора АСУ ТП освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая при этом зрение. Осветительные приборы и рабочее место располагаются таким образом, чтобы отсутствовало прямое попадание лучей источника света в глаза.

Уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет от 0,5 до 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. По нормам

освещенности и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам средней точности для любого типа помещений.

В случае отключения рабочего освещения предусмотрено аварийное освещение $E = 10$ лк.

Эвакуационное освещение предусмотрено в проходах, на лестницах, которое обеспечивает освещенность в помещениях 0,5 лк, на открытых территориях 0,2 лк.

Поражение электрическим током

Для снижения вероятности поражения электрическим током на рабочем месте предусматривается ряд мероприятий.

Рабочие места должны быть оборудованы защитным занулением.

Подача электрического тока в помещении должна осуществляться от отдельного независимого источника питания.

Должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Необходимо принять меры к предотвращению доступа пользователей к частям компьютера, находящихся под опасным напряжением, защитным корпусом. Необходим контроль за состоянием изоляции. Работу по ремонту компьютера следует производить только лицам, имеющим соответствующую подготовку и прошедшим инструктаж по технике безопасности.

Повышенный уровень электромагнитного излучения

Для снижения влияния электромагнитного излучения необходимо то, что схемы размещения рабочих мест с ПЭВМ должны учитывать расстояния между рабочими столами с видеомониторами, которое должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м. Также учитывается режим работы и расположение ЭВМ относительно друг друга.

Расположение ЭВМ в помещении должно соответствовать Санитарным нормам, т.е. необходимо располагать ЭВМ к стене задней частью.

Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см. Вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более: в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц около 25В/м. Плотность магнитного потока должна быть в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц не более 250 нТл. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В.

5.3 Экологическая безопасность

В процессе эксплуатации УКПГ, а именно осушки и очистки газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим.

На УКПГ происходит выделение газоконденсатов с последующим сбросом в емкость для сбора газоконденсата. При хранении в емкости газоконденсата выделяет пары, которые по степени воздействия на организм человека, относятся к 4 классу опасности.

На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению испарения газоконденсата, путем герметизации емкости для сбора газоконденсата и откачивании его по соответствующему графику.

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

Воздействия на гидросферу. С целью охраны водоёмов 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.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Пожарная безопасность

Помещение и здание операторной относится к категории Д по степени пожарной опасности, так как в нем отсутствует обработка пожароопасных веществ, отсутствуют источники открытого огня. А стены здания и перекрытия выполнены из трудно сгораемых и несгораемых материалов (кирпич, железобетон, и др.).

При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической сети может произойти возгорание, которое грозит уничтожением ПЭВМ, документов и другого имеющегося оборудования. Система вентиляции может стать источником распространения возгорания.

К основным причинам пожаров на УКПГ можно отнести:

– непредвиденная утечка природного газа, что может привести к опасной концентрации природного газа;

– короткое замыкание в цепях систем автоматики;

– негерметичное соединение приборов и датчиков;

– несоблюдение правил пожарной безопасности на территории УКПГ

Пожарная безопасность на УКПГ должна обеспечиваться за счёт:

– предотвращения утечки природного газа;

- предотвращения образования на территории УКПГ горючей паровоздушной среды и предотвращения образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход газа, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего УКПГ, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и возгораний.

Для предупреждения пожаров от коротких замыканий и перегрузок необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей, дисплеев и других электрических средств автоматизации.

В диспетчерском помещении имеется порошковый огнетушитель, на входной двери приведен план эвакуации в случае пожара, и на досягаемом расстоянии находится пожарный щит. Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться углекислотные огнетушители типа ОУ – 2 или порошковые типа ОП – 5.

5.4.2 Взрывобезопасность

В связи с тем, что основной рабочей зоной является узел осушки газа, то необходимо рассмотреть взрывобезопасность. Взрывоопасными являются сепараторы, отстойники, дренажные емкости и трубопроводы.

Для предотвращения образования взрывоопасной среды и обеспечение в воздухе производственных помещений содержания взрывоопасных веществ применяется герметичное производственное оборудование, смонтированы системы рабочей и аварийной вентиляции, установлен отвод, удаление взрывоопасной среды и веществ, способных привести к ее образованию.

Установлены датчики дополнительной загазованности, для контроля состава воздушной среды.

Заключение по разделу «Социальная ответственность»

При выполнении раздела социальной ответственности были проанализированы и выявлены основные вредные и опасные факторы, которые могут возникать в процессе обслуживания и ремонта объектов разработанной системы, такие как: повышенный уровень шума на рабочем месте, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны, вероятность поражения электрическим током, повышенный уровень электромагнитного излучения. Были рассмотрены мероприятия по минимизации воздействия этих факторов.

Были выявлены источники негативного воздействия на окружающую среду и их последствия.

Также рассмотрены потенциальные источники возникновения чрезвычайных ситуаций, которые возникают в процессе эксплуатации установки. Приведены меры по борьбе с возникновением чрезвычайных ситуаций.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа существующей конкуренции необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Потенциальными потребителями результатов исследования являются крупные организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, а именно газодобывающие компании, которые имеют в своём распоряжении уже эксплуатируемые УКПГ или планируют внедрение новых установок подготовки газа. Для этих компаний разрабатывается автоматизированная система управления узла осушки газа установки комплексной подготовки газа.

6.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 12. Для составления оценочной карты используются имеющаяся информация по проектируемой АСУ ТП с использованием метода абсорбной очистки газа и метода адсорбной очистки газа.

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Наименование критерия	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Абсорбер	Адсорбер	Абсорбер	Адсорбер
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Степень очистки	0.12	4	4	0.48	0.48
2. Удобство в эксплуатации	0.07	4	3	0.28	0.21
3. Доступность поглощающего вещества	0.10	5	4	0.50	0.40

Продолжение таблицы 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Наименование критерия	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Абсорбер	Адсорбер	Абсорбер	Адсорбер
4. Сложность технологической схемы процесса	0.06	4	2	0.14	0.12
5. Регенерация поглощающего вещества	0.07	4	2	0.28	0.14
6. Конструктивная сложность аппаратов очистки	0.05	4	3	0.20	0.15
7. Образование отходов	0.08	3	5	0.24	0.40
8. Очистка газов с высокой концентрацией вредных компонентов	0.08	5	3	0.40	0.24
9. Безопасность	0.06	3	3	0.18	0.18
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Стоимость поглощающего вещества	0.08	5	3	0.40	0.24
2. Эксплуатационные затраты	0.09	4	3	0.36	0.27
3. Стоимость контрольного оборудования	0.06	3	4	0.18	0.24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.08	4	5	0.32	0.40
Итого:	1	63	52	3.96	3.37

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод о том, что технические критерии абсорбной осушки газа выше относительно рассматриваемого решения с использованием адсорбной осушки, однако используемый метод имеет недостаток, связанный с образованием большого количества отходов. Это связано с особенностями проекта и не является критичным.

Рассматривая экономические критерии эффективности можно заметить, что проект уступает в параметре предполагаемого срока службы. Это связано с особенностями использования мокрого метода очистки.

6.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ – метод, которые заключается в комплексном анализе научно-исследовательского проекта. SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (Угрозы).

Матрица SWOT-анализа приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Очистка газа с высокой концентрацией вредных компонентов. С2. Простота технологической схемы. С3. Высокая степень регенерации сорбента. С4. Конструктивная простота аппаратов очистки.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Образование большого количества отходов. Сл2. Затраты на контрольное оборудование. Сл3. Невысокий срок эксплуатации абсорбера. Сл4. Узкая направленность.
Возможности: В1. Использование новых сорбентов. В2. Использование зарубежного оборудования. В3. Повышение стоимости твёрдых веществ очистки.	В1С4. Простота конструкции аппаратов очистки позволит легко перейти на новые очистные вещества. В3С3. Высокая степень регенерации сорбента и повышение стоимости твердых очистных веществ может привести к увеличению потребности в абсорбных аппаратах.	В1Сл1. При использовании новых сорбентов возможно уменьшение отходов. В1Сл3. Закупка зарубежного оборудования может привести к уменьшению затрат на контрольное оборудование.

Продолжение таблицы 13 – Матрица SWOT-анализа

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых технологий очистки.</p> <p>У2. Развитие других методов очистки.</p> <p>У3. Внедрение дополнительных требований к продукции.</p>	<p>У1С1. Высокая степень очистки может стать существенным преимуществом при сравнении с новыми методами.</p> <p>У3С2. Технологическая схема позволит внедрение новых технических элементов или оборудования.</p>	<p>У3Сл4 Узкая направленность в отрасли позволит легче приспособиться к новым критериям.</p>
--	--	--

6.4 Планирование научно-исследовательских работ

6.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

В качестве исполнителей в проекте представлены руководитель и инженер. Перечень этапов, работ и исполнителей приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Теоретические исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение применяемых систем	Инженер
	4	Выбор компонентов, применяемых в проекте	Инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер

Продолжение таблицы 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Построение моделей и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка полученных результатов	Руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер
	11	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер
	12	Составление схемы информационных потоков	Инженер
	13	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	15	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	16	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
17	Проектирование SCADA-системы	Инженер	
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Инженер

6.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

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

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

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

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

Представим ленточный график в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

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

где $T_{кi}$ – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях;

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22, \quad (4)$$

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

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

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

Полученные данные сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы						Длительность работы в рабочих днях, T_{pi}		Длительность работы в календарных днях, T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}$, чел-дни		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
Составление и утверждение технического задания	1		3		1.8		1.8		2	
Подбор и изучение материалов по теме		2		4		2.8		2.8		3
Изучение существующих систем		2		4		2.8		2.8		3
Выбор компонентов, применяемых в проекте		2		5		3.2		3.2		4
Календарное планирование работ по теме	3	3	4	4	3.4	3.4	1.7	1.7	2	2
Построение моделей и проведение экспериментов		3		6		4.2		4.2		5
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	2	3	3	2.4	2.4	1.2	1.2	2	2
Оценка полученных результатов	1		3		1.8		1.8		2	

Продолжение таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы						Длительность работы в рабочих днях, T_{pi}		Длительность работы в календарных днях, T_{ki} t_{min} , чел-дни	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Определение целесообразности проведения ОКР	1		2		1.4		1.4		2	
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA		1		2		1.4		1.4		2
Разработка структурной схемы автоматического регулирования сигналов		1		2		1.4		1.4		2
Составление схемы информационных потоков		1		2		1.4		1.4		2
Разработка схемы внешних проводок		2		3		2.4		2.4		3
Разработка алгоритмов сбора данных		1		2		1.4		1.4		2
Разработка алгоритмов автоматического регулирования		2		3		2.4		2.4		3
Составление перечня вход/выходных		1		2		1.4		1.4		2
Проектирование SCADA-системы		3		5		3.8		3.8		5
Составление пояснительной записки		2		3		2.4		2.4		3
Итого							7.9	33.9	10	43

Таблица 16 – Календарный план-график выполнения проекта

№ работ	Вид работ	Дни	Месяц							
			Март			Апрель				
			1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	2	1							
2	Подбор и изучение материалов по теме	3	1							
3	Изучение существующих систем	3	1							
4	Выбор компонентов, применяемых в проекте	4	1	2						
5	Календарное планирование работ по теме	2		2						
6	Построение моделей и проведение экспериментов	5		2	3					
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2			3					
8	Оценка полученных результатов	2			3					
9	Определение целесообразности проведения ОКР	2			3					
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	2			3					
11	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2			3					
12	Составление схемы информационных потоков	2			3					
13	Разработка схемы внешних проводок	3			3	1				
14	Разработка алгоритмов сбора данных	2			3	1				
15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	3			3	1				
16	Составление перечня вход/выходных сигналов	2			3	1				
17	Проектирование SCADA-системы	5			3	1	2			
18	Составление пояснительной записки	3			3	1	2			

На основе полученной таблицы 15 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ с разбивкой по месяцам и декадам. График работ приведен в таблице 16.

6.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

6.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (5)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 17 сведены данные о материальных затратах.

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Ноутбук Acer Aspire E 15	Шт.	1	23490	23490
Мышь A4Tech	Шт.	1	1300	1300
Итого:				24790

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

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением программного оборудования, необходимого для проведения работ по

конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам. Расчет затрат по данной статье приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на приобретение ПО

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Matlab	Шт.	1	8130,5	8130,8
Microsoft Office 2016	Шт.	1	9353	9353
Итого:				17483,8

6.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

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

$$Z_{ЗП} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (6)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (10% от основной).

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

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;
 $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;
 T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.
Среднедневная зарплата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;
 M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:
при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;
 F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн., равный 251.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (9)$$

где $Z_{ТС}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;
 $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;
 k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно от 0,2 до 0,5;
 k_p – районный коэффициент, равный 1,3 для Томска.

Расчет основной платы представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33 664	0,3	-	1,3	56 892,16	2 357,28	7,9	18 622,51
Инженер	12 663	0,3	-	1,3	21 400,47	886,71	33,9	30 059,47
Итого:								48 681,98

6.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (10)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (0,1).

Получим:

$$Z_{допHP} = 0,12 \cdot 18622,51 = 2234,7 \text{ руб.}$$

$$Z_{допД} = 0,12 \cdot 30059,47 = 3607,14 \text{ руб.}$$

6.5.5 Отчисление во внебюджетные фонды

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (11)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Расчет отчислений приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений	Отчисления
Руководитель	18 622,51	2 234,7	0,271	5 652,30
Инженер	30 059,47	3 607,14		9 123,65
Итого				14 775,95

6.5.6 Прочие прямые затраты

К данному виду затрат относятся затраты на электроэнергию. Для юридических лиц стоимость 1 кВт·ч составляет 5,8 рублей. При умеренном пользовании ноутбук средней мощности потребляет 100 Вт в час в среднем. В день на работу затрачивается 6 часов, всего на работу с компьютером и

оборудованием затрачивается 34 дня у инженера и 9 дней у руководителя. Тогда затраты на электроэнергию составят:

$$Z_{эн} = 100 \cdot \frac{5,8}{1000} \cdot 6 \cdot 43 = 149,64 \text{ руб.}$$

6.5.7 Накладные расходы

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

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

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов, 16 %.

Получим:

$$Z_{накл} = 0,16 \cdot (48681,98 + 5841,84) = 8723,81 \text{ руб.}$$

6.5.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта.

Определение бюджета затрат приведено в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб
1. Материальные затраты НТИ	24 790
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	17 483,8
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	48 681,98

Продолжение таблицы 21 – Расчёт бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5 841,84
5. Отчисление во внебюджетные фонды	14 775,95
6. Прочие расходы	149,64
7. Накладные расходы	8 723,81
8. Бюджет затрат НИИ	120 447,02

6.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (13)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Φ_{max} зависит от сложности проекта для которого разрабатывается АСУ.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

Сравнительный анализ приведен в таблице 22.

Таблица 22 - Сравнительная оценка вариантов исполнения

Критерии	Весовой коэффициент	Абсорбция	Адсорбция
1. Степень очистки	0.20	4	4
2. Удобство в эксплуатации	0.15	4	3
3. Доступность поглощающего вещества	0.18	5	4
4. Сложность технологической схемы процесса	0.10	4	2
5. Регенерация поглощающего вещества	0.12	4	2
6. Конструктивная сложность аппаратов очистки	0.10	4	3
7. Образование отходов	0.15	3	5
Итого	1	28	23

$$I_{p-исп1} = 0,20 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,18 \cdot 5 + 0,10 \cdot 4 + 0,12 \cdot 4 + 0,10 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 4,03$$

$$I_{p-исп2} = 0,20 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,18 \cdot 4 + 0,10 \cdot 2 + 0,12 \cdot 2 + 0,10 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 3,16$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} \quad (15)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (16)$$

Результаты расчета показателей сведены в таблицу 23.

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработок

Показатель	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4.03	3.16
Интегральный показатель эффективности	4.03	3.85
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1.05	0.96

Заключение

В ходе данного ВКР была разработана проектная документация на автоматизацию установки комплексной подготовки газа. Проектная документация представлена в виде структурной схемы, функциональной схемы в соответствии с ГОСТ 21.208-2013 и стандартом ANSI и остальных документов.

Также была разработана сама система автоматизации. Она включает в себя минимальный набор датчиков и исполнительных механизмов. В дальнейшем эта система может быть подвержена модернизации. В эту модернизацию необходимо включить средства противоаварийной и противопожарной защиты.

Также было разработано алгоритмическое обеспечение технологического процесса, а именно были разработаны алгоритмы открытия и закрытия кранов со SCADA-системы, а также алгоритм пуска/остановки технологического оборудования и алгоритм сбора данных.

Помимо этого, была разработана экранная форма для обеспечения непрерывного контроля технологического процесса.

Список используемой литературы

- 1) Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009.
- 2) ГОСТ 19.701-90 «ЕСПД Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения».
- 3) Тулина Н.Л. Анализ вариантов реконструкции УКПГ путем моделирования в среде Petro-SIM // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XVI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 25-29 мая 2015. – Томск: ТПУ, 2015. – Т. 2 – С. 93-95.
- 4) Тулина Н.Л., Колмогорова В.А. Моделирование вариантов реконструкции установки комплексной подготовки газа // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 6-10 апреля 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015 – Т. 2 – С. 234-236.
- 5) Теория и опыт добычи газа [Электронный ресурс] / Геологическая библиотека GeoKniga / URL: <http://www.geokniga.org/books/12501/> – (дата обращения: 4.06.2019).
- 6) Приборы и средства автоматизации [Электронный ресурс] / поисковой ресурс poisk-ru / URL: <https://poisk-ru.ru/s36124t7.html> – (дата обращения 10.06.2019).
- 7) СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки/ – введен 1996-10-31.
- 8) СанПиН 2.2.4.548 – 96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений/ – Введ. 1996-10-01.

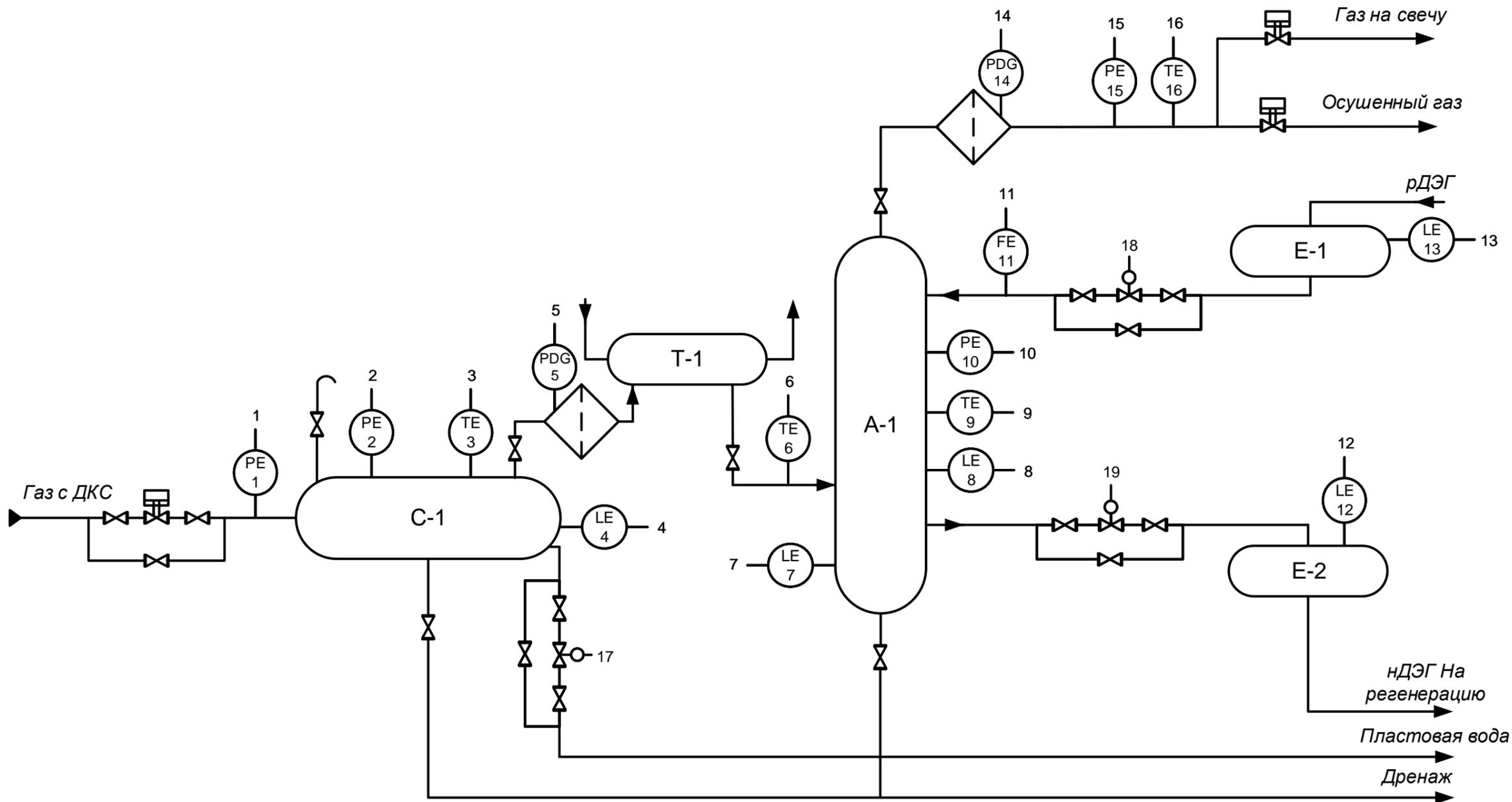
- 9) Методические рекомендации 2.2.7.2129-06 Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях/ Введ. – 2006-09-19
- 10) СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение/ – Введ. 2017-05-06.
- 11) ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов/ Введ. – 19983-07-01
- 12) ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля/ – Введ. 1986-01-01
- 13) Датчик температуры Метран 274 [Электронный ресурс] / Emerson Electric Co., // URL: <https://www.emerson.com/documents/automation/catalog-271--274-276-metran-ru-ru-454862.pdf> – (Дата обращения 10.06.2019)
- 14) Сапфир-22ДУ датчик для измерения уровня [Электронный ресурс]/ АООТ "Теплоприбор", г.Рязань// URL: https://teploprbor.nt-rt.ru/images/manuals/sapfir_22_du.pdf – (Дата обращения: 11.06.2019)
- 15) ОВЕН ПЛК160. Технические характеристики [Электронный ресурс] / Контрольно-измерительные приборы ОВЕН: датчики, контроллеры, регуляторы, измерители, блоки питания и терморегуляторы// URL: https://www.owen.ru/product/programmiruemij_logicheskij_kontroller_oven_plk160/specifications – (Дата обращения: 02.06.2019)
- 16) Датчики давления Метран 150 [Электронный ресурс] / Emerson | Emerson RU// URL: <https://www.emerson.com/ru-ru/catalog/metran-150-ru-ru> – (Дата обращения: 02.06.2019)
- 17) Уровнемер АТ100 технические характеристики. Цена [Электронный ресурс] / Спецкомплектприборы – многострикционный уровнемер// URL:

<http://www.skpcorp.ru/izmerenie-i-signalizatsiya-urovnya-zhidkikh-i-sypuchikh-sred/magnitostriktsionnye-urovnamery/at100> – (Дата обращения: 25.05.19)

18) Датчик уровня ЛМК 858 Технические характеристики [Электронный ресурс] / РусАвтоматизация ЛМК – погружной датчик уровня агрессивных сред// URL https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/lmk-858

19) Датчик расхода Метран 350 принцип работы, технические характеристики, описание [Электронный ресурс] / Emerson Electric Co.,// URL https://zinref.ru/000_uchebniki/05300_tehnika/022_00_00_rashodomer_metran_350/002.htm

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Структурная схема



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

	1	2	3	4	16	5	6	7	17	8	19	9	10	11	18	12	13	14	15	16	
	МПа	МПа	°C	м		Па	°C	м		м		°C	м	м³/ч		°C	%	Па	МПа	°C	
Приборы по месту	PT 1-1	PT 2-1	TT 3-1	LT 4-1 ^H		PDG 5-1	TT 6-1	LT 7-1		LT 8-1 ^H		TT 9-1	PT 10-1	FT 11-1		TT 12-1	LT 13-1 ^H	PDG 14-1	PT 15-1	TT 16-1	
Шкаф управления	PIRA 1-2	PIRA 2-2	TIRA 3-2	LIRA 4-1	PC 7-3	PDIA 5-2	TIRA 6-2	LIRA 7-2	LC 8-3	LIRA 8-2	LC 8-3	TIRA 9-2	PIRA 10-2	FIRA 11-2	FC 11-3	TIRA 12-2	LIRA 13-2	PDIA 14-2	PIRA 15-2	TIRA 16-2	
Телесигнализация	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Телеизмерение	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Телеуправление	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

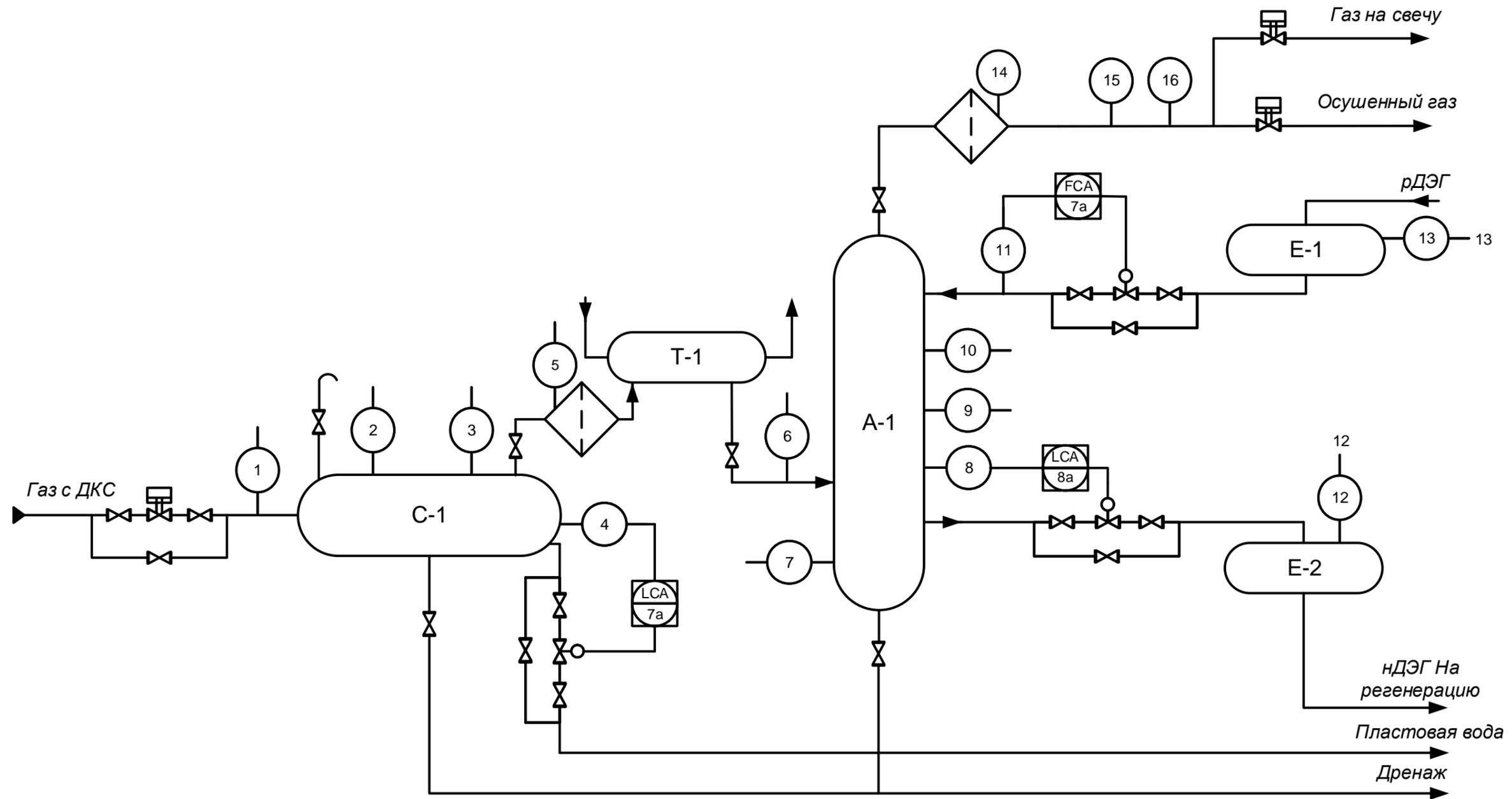
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Сидоренко И.В.			
Проверил	Заревич А. И.			
Т. Контр.				
Утвердил				

ФЮРА.425280.001.ЭС.01			
Функциональная схема автоматизации Узла осушки газа УКПГ			Лит
			Масса
			Масштаб
			У
			Лист 1
			ТПУ ОАР, ИШИТР
			Группа 8Т5А

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Структурная схема по ANSI/ISO S5/1-2009

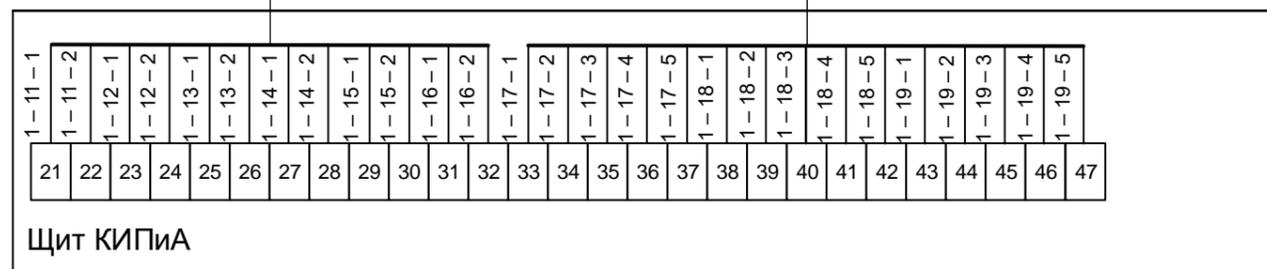
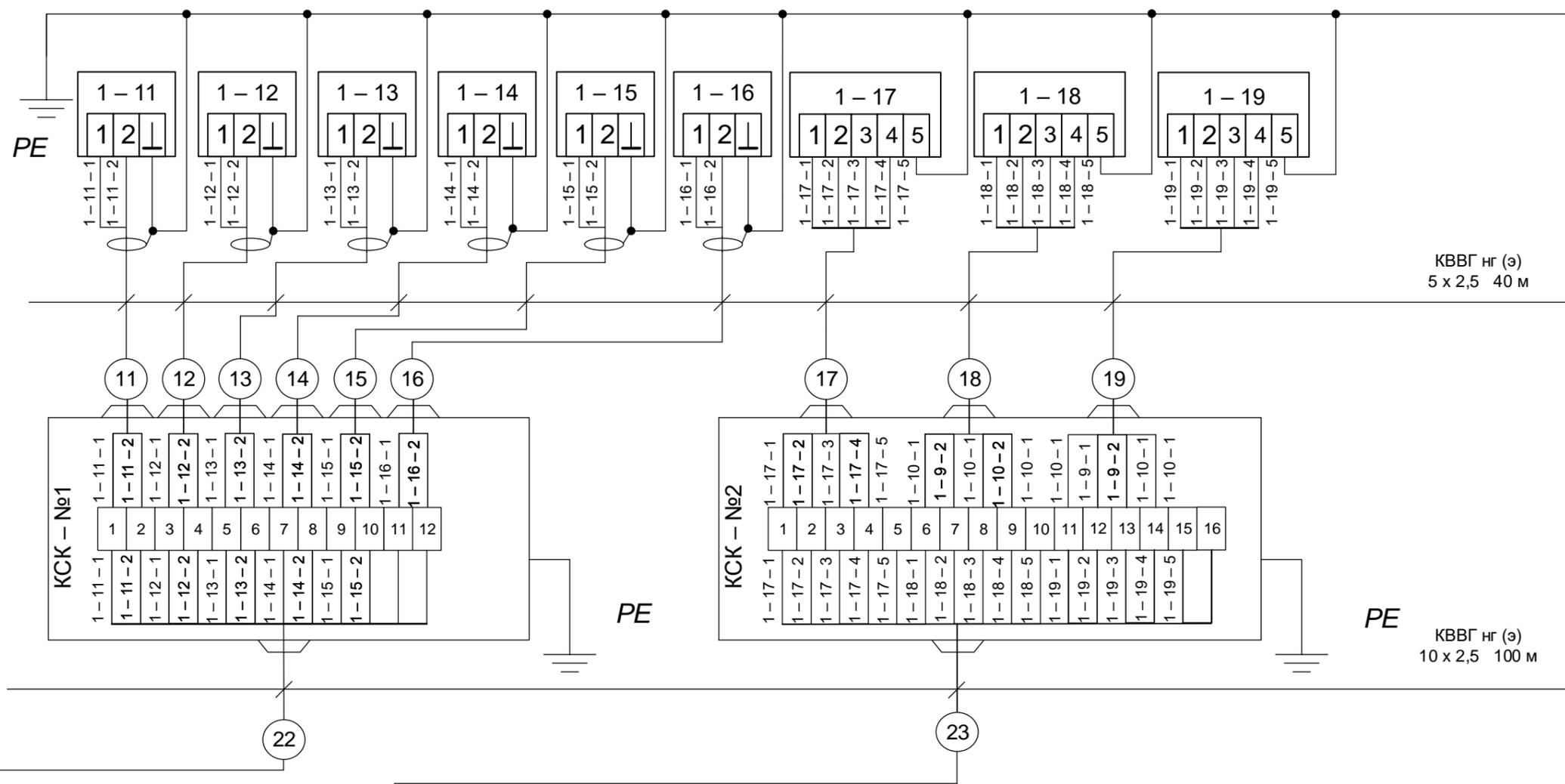


					ФЮРА.425280.001.ЭС.02			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Функциональная схема автоматизации по ANSI	<i>Лит</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>		Сидоренко И.В.				у		
<i>Проверил</i>		Заревич А. И.						
<i>Т. Контр.</i>								
<i>Утвердил</i>								
						<i>Лист 2 Листов 7</i>		
						<i>ТПУ ОАР, ИШИТР Группа 8Т5А</i>		

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Схема внешних проводок

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Схема внешних проводок

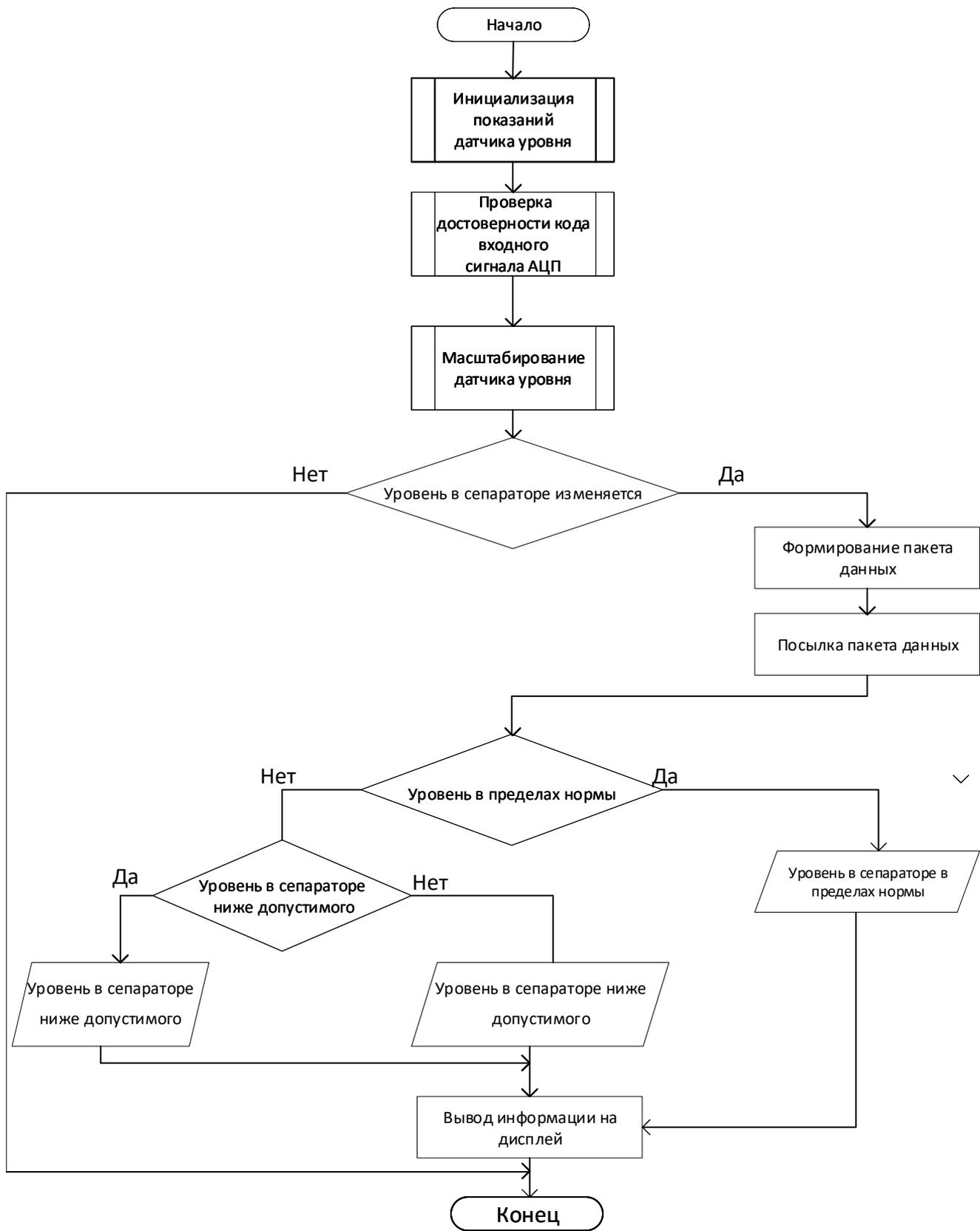
Наименование параметра	Расход	Уровень	Уровень	Перепад давления	Давления	Температура	Положение задвижки	Положение задвижки	Положение задвижки
Место отбора сигнала	Расход в абсорбере	Уровень в емкости 2	Уровень в емкости 1	Фильтр	На выходе	На выходе	Сепаратор	В абсорбер	С абсорбера
Тип датчика	Метран 150	АТ100	АТ100	Метран 274	Метран 150	Метран 274	SKC60	SKC60	SKC60
Позиция	1 – 11	1 – 12	1 – 13	1 – 14	1 – 15	1 – 16	1 – 17	1 – 18	1 – 19



					ФЮРА.425280.001.ЭС.04			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Схема внешних проводок	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.	Сидоренко И.В.					У		
Проверил	Заревич А.И.							
Т. Контр.						Лист 4 Листов 7		
Утвердил						ТПУ ОАР, ИШИТР Группа 8Т5А		

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Сидоренко И.В.			
Проверил	Заревич А.И.			
Т. Контр.				
Утвердил				

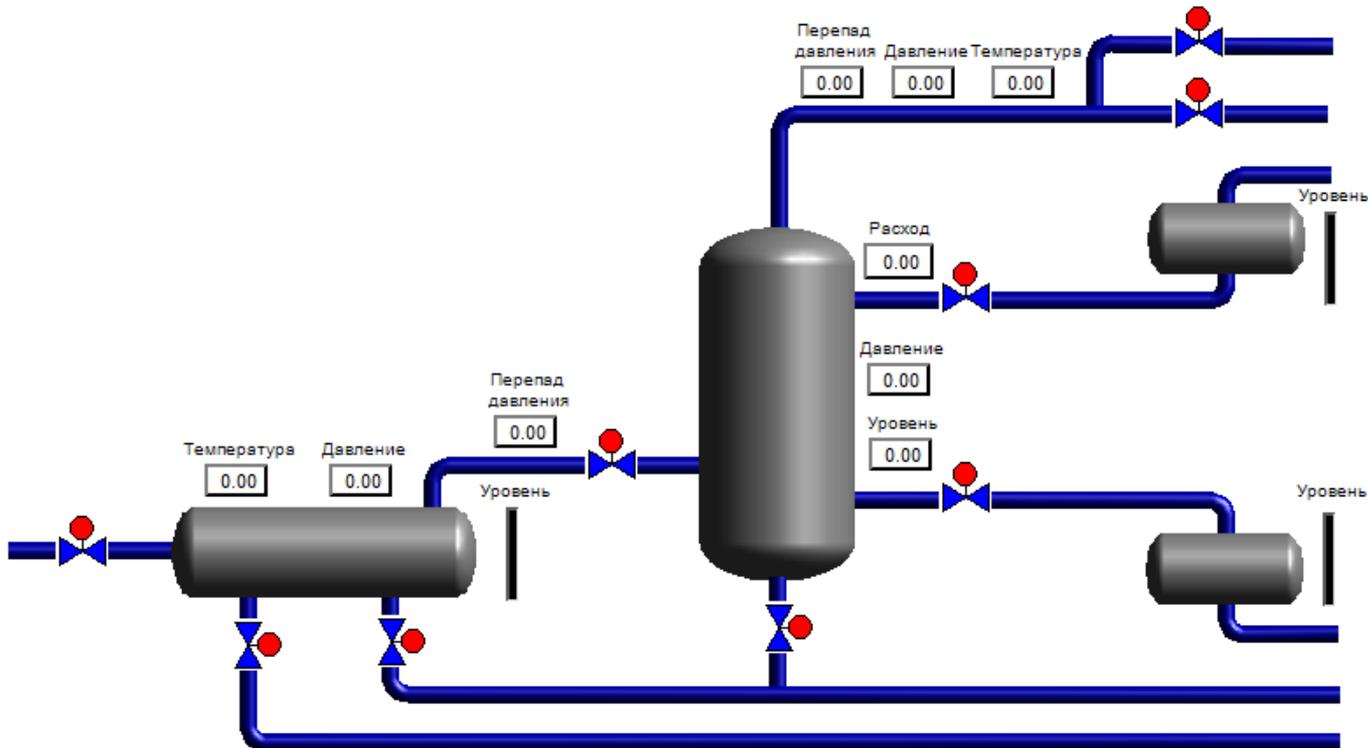
ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
Алгоритм сбора данных



ФЮРА.425280.001.ЭС.05

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Алгоритм сбора данных	Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб.	Сидоренко И.В.					у			
Провер.	Заревич А.И.								
Т.контроль									
Н.контроль									
Утв.									
						Лист 5		Листов 7	
						ТПУ ОАР, ИШИТР Группа 8Т5А			

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)
Мнемосхема

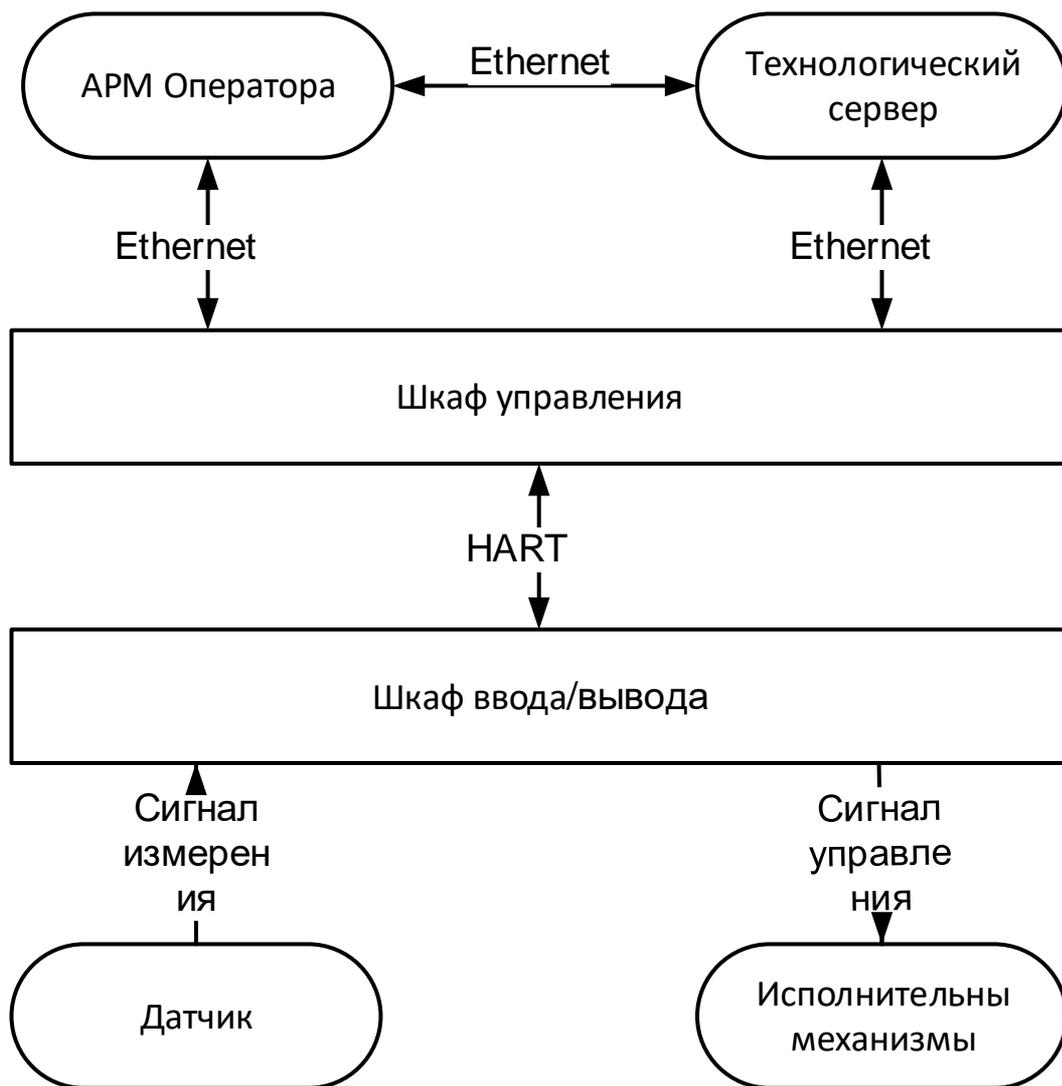


					ФЮРА.425280.001.ЭС.06						
					<i>Мнемосхема</i>						
									Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					у		
Разраб.		Сидоренко И.В.									
Провер.		Заревич А.И.									
					<i>Лист 6</i>		<i>Листов 7</i>				
					<i>ТПУ ОАР, ИШИТР</i>						
					<i>Группа 8Т5А</i>						
Н.контроль											
Утв.											

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Схема информационных потоков



					ФЮРА.425280.001.ЭС.07			
					Схема информационных потоков	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у		
Разраб.		Сидоренко И.В.						
Провер.		Заревич А.И.						
Т.контроль								
					Лист 7 Листов 7			
Н.контроль					ТПУ ОАР, ИШИТР			
Утв.					Группа 8Т5А			