

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация системы управления технологическим процессом цеха сепарации газа на Восточно-Уренгойском месторождении

УДК 681.51:004.896:622.276.054.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т52	Люкшинов Владимир Сергеевич		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко В. В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2020 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 область их применения.
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно–техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Уровень образования – Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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

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

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

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т52	Люкшинов Владимир Сергеевич

Тема работы:

Модернизация системы управления технологическим процессом цеха сепарации газа на Восточно-Уренгойском месторождении	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в</i></p>	<p>Объект исследования – цех сепарации газа. Режим работы – непрерывный. Вид сырья – газ. Цель работы: замена комплекса технических средств цеха сепарации УКПГ ВУЛУ на более дешёвые Российские аналоги без потери качества.</p>
--	--

<i>плана безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Описание технологического процесса: <ul style="list-style-type: none"> – Синтез структуры САУ; – Выбор комплекса аппаратно-технических средств; – Разработка экранных форм; – Разработка алгоритмов управления; Разработка схемы соединения внешних проводок;
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Функциональная схема автоматизации; Схема соединения внешних проводок; Перечень входных/выходных сигналов технологического процесса; SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1 Основная часть	Доцент ОАР ИШИТР, к.т.н., Заревич А. И.
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП, к.э.н., Конотопский В.Ю.
3 Социальная ответственность	Ассистент ООД ШБИП Матвиенко В. В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т52	Люшкинов Владимир Сергеевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т52	Люкшинов Владимир Сергеевич

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Должностной оклад научного руководителя – 33664 руб. Должностной оклад инженера – 9489 руб.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизации ПК – 10 %</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Социальные отчисления – 30 % от ФЗП НДС – 20 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Планирование работ и оценка времени выполнения работ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Смета затрат на выполнение ВКР</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение срока окупаемости Определение накопленного денежного эффекта</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Таблица временных показателей проведения работ*
2. *Линейный график работ*

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН УОД	Конотопский Владимир Юрьевич	к. э. н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т52	Люкшинов Владимир Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т52	Люкшинову Владимиру Сергеевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Тема ВКР:

Модернизация системы управления технологическим процессом цеха сепарации газа на Восточно-Уренгойском месторождении	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочей зоной является цех сепарации газа на Восточно-Уренгойском месторождении. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров установки газосепаратора.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) 2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. 3. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – Взрывоопасность; – Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу; – Электрический ток (источник - электрооборудование автоматики); – Повышенный уровень статического электричества. Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – Повышенный уровень вибрации; – Повышенный уровень шумов на рабочем месте; – Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на объекте: утечка газа, возгорание, пожар, взрыв. Наиболее распространённым типом ЧС является пожар, взрыв.
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД УОД	Матвиенко Владимир Владиславович	ассистент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т52	Люшкинов Владимир Сергеевич		

Реферат

Пояснительная записка содержит 129 страниц машинописного текста, 20 рисунков, 14 таблиц, 1 список использованной литературы из 47 наименований, 5 приложений.

Объектом исследования является АСУТП участка сепарации газа на газовом месторождении Восточно-Уренгойском лицензионном участке.

Целью работы является замена комплекса технических средств АСУТП на Российские аналоги без потери качества управления технологическим процессом сепарации газа, а также подбор более дешевых Российских аналогов.

В данной работе выполнено исследование системы контроля и управления технологическим процессом участка сепарации газа. Разработаны функциональная схема автоматизации, схемы внешних проводок, алгоритм сбора данных, произведен подбор датчиков и элементов системы.

Ключевые слова: автоматизация, PID-регулятор, газ, АСУТП, сепаратор, датчик.

Содержание

Введение	16
1 Определение требований к системе.....	17
1.1 Назначение системы АСУ ТП.....	17
1.2 Требования к техническому обеспечению АСУ ТП.....	17
1.3 Требования к системе АСУ ТП.....	18
1.4 Требования к программному обеспечению АСУ ТП	19
1.5 Требования к информационному обеспечению АСУ ТП	20
2 Объект модернизации	22
2.1 Краткая характеристика района расположения объекта	22
2.2 Наименование и назначение объекта	23
2.3 Определение сепаратора.....	24
2.4 Краткое описание технологии УКПГ	26
2.5 Подробное описание технологического процесса сепаратора С-01 и ГС-01	28
2.6 Функциональная схема автоматизации.....	30
2.7 Средства КИПиА	31
2.8 Комплекс технических средств.....	33
2.8.1 Местный контроль давления.....	33
2.8.2 Дистанционный контроль давления	35
2.8.3 Дистанционный контроль температуры	37
2.8.4 Дистанционный контроль уровня.....	38
2.8.5 Дистанционный контроль перепада давления	40
2.8.6 Местное и дистанционное управление регулирующим клапаном	41
2.8.7 Контроллер.....	43
2.9 Схема внешних проводок	45
2.10 Структура автоматизации.....	47
2.11 Алгоритм сбора данных измерений	49

2.12 Алгоритм автоматического регулирования технологического параметра.....	50
2.13 Анализ поведения системы при возмущающем воздействии	54
2.14 Экранные формы	55
2.15 Модернизация КИПиА	56
2.15.1 Датчик давления	56
2.15.2 Датчик температуры	58
2.15.3 Датчик уровня.....	60
2.15.4 Датчик перепада давления.....	63
2.15.5 Электропневматический позиционер.....	64
2.16 Сравнение оборудования.....	67
2.17 Монтаж оборудования	67
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	69
3.1 Организация и планирование работ	69
3.4 Структура работ в рамках научного исследования.....	70
3.5 Разработка графика проведения научного исследования	71
3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	77
3.3.1 Расчет материальных затрат.....	77
3.3.2 Расчет заработной платы	77
3.3.3 Расчет затрат на социальный налог	78
3.3.4 Расчет затрат на электроэнергию	78
3.3.5 Расчет амортизационных расходов.....	79
3.3.6. Расчет прочих расходов.....	81
3.3.7. Расчет общей себестоимости разработки	81
3.3.8. Расчет прибыли.....	82
3.3.9. Расчет НДС	82
3.4.10 Экономическая эффективность	82
4 Социальная ответственность	83

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	83
4.1.1 Режим рабочего времени	83
4.1.2 Защита персональных данных работника.....	85
4.1.3 Виды компенсаций при работе во вредных условиях труда	87
4.1.4 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	88
4.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов	89
4.3 Анализ вредных производственных факторов	91
4.3.1 Повышенный уровень шума	91
4.3.2 Повышенный уровень вибрации.....	93
4.3.3 Недостаток освещенности производственных объектов	94
4.3.5 Воздействие вредного вещества на организм человека	95
4.3.6 Загазованность	96
4.4 Анализ опасных производственных факторов	97
4.4.1 Электробезопасность	97
4.4.3 Пожаробезопасность	98
4.4.4. Температура поверхности оборудования	100
4.4.5 Электромагнитное излучение	101
4.5 Экологическая безопасность	102
4.5.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	102
4.5.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду.....	103
4.5.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	104
4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	105
4.6.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	105
4.6.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований.....	107
4.6.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	107

4.6 Вывод по разделу.....	109
Заключение.....	110
Список использованных источников.....	111
Приложение А (обязательное) Структурная схема	117
Приложение Б (обязательное) Функциональная схема	119
Приложение В (обязательное) Схема внешних проводок.....	121
Приложение Г (обязательное) Перечень входных/выходных сигналов	125
Приложение Д (обязательное) Алгоритм сбора данных канала измерения уровня.....	127

Термины и определения

Для данной работы применены следующие термины с соответствующими элементами:

УКПГ – установка комплексной подготовки газа;

ВУЛУ – восточно-уренгойский лицензионный участок;

ГФУ – газо-факельная установка;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

СНиП – строительные нормы и правила;

АРМ – оператора автоматизированное рабочее место оператора;

БД – база данных;

САО – система автоматической остановки;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ПЛК – программируемый логический контроллер.

Обозначения и сокращения

В данном разделе приведены обозначения и сокращения по тексту:

ПИД-регулятор: устройство, применяемое в контурах правления, оснащенное звеном обратной связи. Регуляторы применяются для расчета и формирования сигнала правления в автоматических системах, в которых необходимо достижение качества и точности переходных процессов регулирования;

SCADA: программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления;

HART: набор коммуникационных стандартов для промышленных сетей. Предназначен для подключения промышленных датчиков. Включают проводной и беспроводной физические уровни, а также протокол обмена;

Интерфейс (RS-232, RS-422, RS-485): стандарт физического уровня для асинхронного интерфейса.

Газосепаратор: устройство, предназначенное для удаления жидкой фазы и механических примесей из потоков сжатого газа.

Введение

Целью данной работы является замена комплекса технических средств цеха сепарации УКПГ ВУЛУ на Российские аналоги без потери качества

В 21 веке проблема импортозамещения в России приобрела как никогда актуальное значение. Многие товары и услуги в нашей стране импортируются, так как внутренний рынок не может обеспечить спрос. После введения Западом данная проблема усугубилась еще сильнее. В данное время проблемы импортозамещения являются стратегическими, от их решения зависит будущее роста и развития национальной экономики.

Часто используемая стратегия импортозамещения – это постепенный переход от производства простых товаров к наукоемкой и высокотехнологичной продукции. Этот эффект достигается путем повышения качества производства и внедрения новых технологий, а также повышения уровня образования всех слоев населения. Сама по себе такая стратегия подразумевает постепенное развитие всего производства, путем повышения качества всего производимого товара, технологий, применяемых на предприятиях, развитие перспективных инноваций.

Выпуск надежной конкурентной продукции, сокращение импортоемкости цехов автоматизированного производства и объемов некритического импорта на автоматизированном производстве должны уже в ближайшие 5-7 лет обеспечить более 10-15% роста промышленного производства.

В данной работе будет предложен проект по замене комплекса технических средств существующей системы управления технологическим процессом сепараторов С-01 и ГС-01 на не менее качественные Российские аналоги, с сохранением всех технологических возможностей, предоставляемых уже установленным оборудованием. Это должно как снизить затраты на закупку/замену оборудования, так и положительно сказаться на всеобщем уровне экономики РФ.

1 Определение требований к системе

1.1 Назначение системы АСУ ТП

Автоматизированные системы управления предназначены:

- для сбора и обработки данных от средств измерений технологического процесса;
- для выполнения заданного алгоритма работы технологического процесса путем контролирования параметров технологического процесса и создания управляющих воздействий на исполнительных механизмах;
- для представления всей информации на мониторе оператора о текущем состоянии работы технологического процесса;
- для аварийной и предупредительной сигнализации при нарушении параметров технологического процесса, то есть выхода значений за аварийные и предаварийные пределы;
- для сбора и обработки данных об исполнительных механизмах технологического процесса;
- контроля уровня загазованности, нахождения в заданных нормативных параметрах технологического процесса, а также перевод «Цеха сепарации установки комплексной подготовки газа (УКПГ)» в безопасное состояние при нарушении нормативных параметров технологического процесса;
- для сбора и обработки данных о состоянии технологического оборудования.

1.2 Требования к техническому обеспечению АСУ ТП

Комплекс технических средств АСУ ТП должен соответствовать всем условиям выполнения всех автоматизированных функций АСУ ТП.

Контроллер должен иметь возможность пополнения и запаса по каналам ввода/вывода сигналов не менее 20%, для возможности введения в эксплуатацию новых средств измерения и улучшения системы технологического процесса.

Технические средства АСУ ТП должны быть выполнены и смонтированы в соответствии с требованиями технической, эксплуатационной и нормативной документации. Эксплуатация и функционирование технических средств АСУ ТП должна быть удобна при выполнении технического обслуживания.

Все внешние элементы оборудования, находящегося под напряжением, обязаны иметь защиту от случайного прикосновения, а также иметь защитное заземление.

Средства измерения, используемые в системе, должны быть выполнены во взрывозащищённом исполнении. А также оснащены системами искробезопасных цепей. Чувствительные элементы всех средств измерения не должны подвергаться воздействию агрессивной измеряемой среды, а значит должны быть либо выполнены из коррозионностойких материалов, либо для их использования применены мембранные разделители сред.

1.3 Требования к системе АСУ ТП

Автоматизированная система управления должна проектироваться по иерархическому принципу с использованием стандартных протоколов межуровневого обмена информацией.

Выбор структуры информационно-управляющей системы, программируемый логический контроллер, средства измерения и исполнительные механизмы осуществляются на альтернативной основе и имеют экономическое и техническое обоснование.

В системе должна быть возможность аварийной остановки технологического процесса по физическим каналам.

Система должна предусматривать возможность автономной работы. Отключения каналов контроля параметров, определяющих взрывоопасность объекта должны фиксироваться системой.

Система должна быть защищена от несанкционированного доступа к управлению, функциями и информацией с помощью прав доступа, паролей и других способов.

Требования к метрологическому обеспечению средств АСУ ТП:

- Погрешность средств измерений давления не более 1 %.
- Погрешность средств измерений температуры не более 2,5 °С.
- Погрешность средств измерений уровня не более 1 %.

В измерительных каналах системы находятся следующие компоненты: средства измерения давления, преобразователи, средства измерения температуры, устройства связи с объектом (контроллеры), линии связи и передачи данных, программное обеспечение. В составе системы разрешено использовать компоненты, прошедшие Государственную поверку на наличие соответствия действующей на них нормативно-технической документации и находящиеся в Государственном реестре средств метрологического контроля.

1.4 Требования к программному обеспечению АСУ ТП

Программное обеспечение УКПГ должно включать в себя следующие компоненты: системное программное обеспечение, инструментальное программное обеспечение, общее прикладное программное обеспечение и специальное прикладное программное обеспечение.

Программное обеспечение АСУ ТП должно обладать следующими свойствами:

- полная достаточная функциональность;
- надежность или безотказность (в том числе восстанавливаемость, наличие средств диагностирования ошибок);
- модифицируемость;
- модульность построения;

- удобство эксплуатации и обслуживания.

АРМ оператора представляет собой интерфейс между человеком (оператором) и процессом и выполняет следующие функции:

- управление данными нижнего уровня, поступающими по локальной сети системы контроля и управления в масштабе реального времени;
- отображение технологических и аварийных сообщений;
- сигнализация неисправности локальной сети и фиксация недостоверности данных;
- оперативное управление технологическим процессом и оборудованием;
- обнаружение и отображение критических и аварийных ситуаций;
- отображение информации о текущих параметрах технологического процесса на мнемосхеме оператора;
- вывод сигнализации о нарушении работы технологического оборудования или отклонения от параметров рабочего процесса.

1.5 Требования к информационному обеспечению АСУ ТП

Средства информационного обеспечения программного пакета управления системой УТПГ должны включать в себя:

- систему электронных документов и отчетности, которая может быть выражена в виде набора форм;
- распределенную структурированную базу данных (БД), которая должна осуществлять хранение системы;
- средства ведения и управления базами данных.

Для эффективной работы обслуживающего персонала (операторов) с большими объемами получаемой информации, а также для выработки режимов

взаимодействия с системой, информационное обеспечение системы должно иметь структурированную иерархию понятную для персонала.

К стандартным типам операционных панелей (видеоизображения, кадры, окна) относятся:

- панели общего обзора. На ней должна отображаться работа всего производства в целом, она необходима для получения доступа к остальным, более подробным панелям;

- мнемосхемы. Чаще всего используемые панели - на них отображается графическое изображение основного технологического оборудования, средств КИПиА, структура алгоритмов управления и защиты, а также их состояние;

- панели настройки. Панель необходимая для доступа к настройкам или внутренним параметрам технологического оборудования;

- панели сигналов тревоги. Панель отображающая все предупредительные и аварийные сигнализации, а также время, когда они произошли;

- панели регистрации процессов управления и регулирования (тренды).

Вид панелей для графического отображения данных о ходе процесса во времени.

2 Объект модернизации

2.1 Краткая характеристика района расположения объекта

Административно кусты скважин Ново-Уренгойского лицензионного участка расположены в Пууровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа.

Ближайший населенный пункт от участка кустов скважин - г. Новый Уренгой.

Ближайшая железнодорожная станция от мест расположения кустов скважин - станция г. Новый Уренгой, а ближайший аэропорт, принимающий самолеты и вертолеты, расположен в г. Новый Уренгой.

Ново-Уренгойское месторождение находится в 26 км на юго-восток от г. Новый Уренгой. В границы лицензионного участка Ново-Уренгойское газоконденсатное месторождение находится на землях Госземзапаса.

Ново-Уренгойское месторождение находится в сильно заозеренной и заболоченной местности.

Гидрография района представлена крупными озерами Юдэмалто, Вэнекото, Толтто, Хабевкото и большим количеством мелких озер. Из рек наиболее крупные реки: Ямсовей, Юдэяха, Нидсяяха.

Кусты скважин расположены на равнине с перепадом высот от 35 м. до 51 м. над уровнем моря. Равнина представляет собой лесотундровые и болотные ландшафты. Участки лишайниковых тундр чередуются с елово-лиственничным редколесьем. Растительность скудная, характерная для зоны тундры: высокий кочкарник и редкие кусты ивняка.

Геологический зона представляет собой распространённые местами вечно мерзлые грунты, поверхностные и глубинные.

Протяжённые мёрзлые торфяные болота по ландшафту. Здесь развиты бугры пучения, гряды, воронки, просадочные впадины, большое число озер термокарстового происхождения. Рельеф района расположения кустов скважин является типичным для многолетнемерзлых пород. Проявляется сильный отпечаток

эрозионной деятельности рек, ручьев и оврагов. Вся территория сильно заболочена - местами до 70 %, а озерность достигает 20 %. Из за географического расположения в зоне многолетней мерзлоты, основная доля болот приходится на мерзлые бугристые болота.

Резко континентальный климат покрывает большую часть района. Продолжительная холодная зима. Короткое, но теплое лето. Короткие переходные сезоны - осень и весна. Поздние весенние и ранние осенние заморозки, резкие колебания температуры в течение года и даже суток.

Продолжительность периода устойчивых морозов - 201 день. Безморозный период длится не больше 88 дней. Первые заморозки начинаются в начале осени, последние в конце весны.

Средняя температура в год - минус 7,8 °С. Средняя температура зимой (самых холодный месяц – январь) - минус 26,4 °С. Средняя температура летом (самый жаркий месяц – июль) - плюс 15,4 °С. Абсолютный минимум - минус 56 °С, а абсолютный максимум плюс 34 °С.

Осадков выпадает много - за теплый период до 397 мм, за холодный период до 117 мм, годовая сумма осадков - 514 мм. Из за большого количества осадков практически круглогодично держится высокая влажность воздуха. Средняя относительная влажность в течение года изменяется от 69 % (в июле) до 85 % (в октябре).

2.2 Наименование и назначение объекта

Полное наименование объекта - Установка комплексной подготовки газа на Восточно-Уренгойском лицензионном участке (далее, как ВУ УКПГ) ЗАО «РОСПАН ИНТЕРНЭШНЛ» ОАО «НК Роснефть».

Установка комплексной подготовки газа на Восточно-Уренгойском лицензионном участке (ВУ УКПГ) ЗАО «РОСПАН ИНТЕРНЭШНЛ» введена в действие в 1999 году. В марте 2004 года произведена реконструкция УКПГ до

состава модуля №1. В августе 2009 года завершена реализация проекта «Модернизации Систем Целостности».

Установка ВУ УКПГ предназначена для подготовки газа ачимовских отложений до параметров, предусмотренных СТО Газпром 089-2010 «Газы горючие природные, поставляемые и транспортируемые по магистральным газопроводам» и конденсата до параметров, определенных требованиями стандарта ЗАО «РОСПАН ИНТЕРНЭШНЛ» СТО 001-2008 «Конденсат газовый стабильный, выпускаемый ЗАО «РОСПАН ИНТЕРНЭШНЛ»».

Установка ВУ УКПГ первоначально после модернизации была рассчитана на производительность по сухому газу – 4,5 миллионов стандартных кубических метров в сутки, стабильного газового конденсата – 1700 тонн в сутки.

Режим работы ВУ УКПГ - непрерывный, круглосуточный, 350 дней в году.

Подготовленный газ с ВУ УКПГ поступает в газотранспортную систему ОАО «Газпром», а стабильный газовый конденсат вывозится автомобильными цистернами на несколько хранилищ третьих сторон для дальнейшей погрузки и транспортировки по железной дороге.

2.3 Определение сепаратора

В настоящее время в нефтегазовой промышленности применяют различные виды газосепараторов, которые предназначены для отделения газа от добываемой из скважины жидкости. Газосепаратор – устройство, предназначенное для удаления жидкой фазы и механических примесей из потоков сжатого газа. Широко используется в технологиях добычи, транспортировки и хранения газовых смесей. Применяется в качестве оснастки на распределяющих и компрессорных станциях, предприятий по переработке газа.

Существуют сепараторы секционного и автономного (со встроенными внутри секциями) исполнения. Данные аппараты имеют секции для: предварительной сепарации, секцию отстоя и каплеуловительную секцию.

Сепараторы разделяют по:

- характеру используемых в технологии сил: инерционные, гравитационные, центробежные или смешанного типа;
- своему положению в пространстве и геометрической форме: цилиндрические (наклонные, горизонтальные, вертикальные) или сферические;
- положению сборника для сепарированной жидкости - с выносным сборником или расположенном в объёме газового сепаратора;
- рабочему давлению - высокого (свыше 2,5 МПа), низкого (до 0,6 МПа), среднего (от 0,6 до 2,5 МПа).

В данной работе рассматриваются горизонтальный гравитационный сепаратор (С-01) и вертикальный сепаратор мультициклонного типа (ГС-01).

Горизонтальный газосепаратор состоит из емкости, внутри которой размещены две или более наклонные полки, устройство для предотвращения образования воронки, пеногаситель и влагоотделитель. Емкость сепаратора оборудована патрубком для ввода газоконденсатной смеси, штуцерами выхода газа и газоконденсата, а также имеет люк-лаз для проведения проверок. Наклонные полки заделаны в виде желобов с отбортовкой не менее 150 мм. В части сепаратора для ввода газоконденсатной смеси в сепаратор имеется распределительное устройство.

Принцип работы горизонтального сепаратора. Газожидкастная смесь, направляется в сепаратор и замедляет скорость потока до скорости, при которой небольшое количество примесей оседает под действием гравитации. Сепараторы данной конструкции очень просты в исполнении, но также громоздки и металлоёмки. Эффективность данных сепараторов достигает (отношение масс двух фаз - уловленной и поступающей) (75 - 90) %.

Вертикальный сепаратор представляет из себя цилиндрический корпус установленный вертикально с днищами полусферического типа, снабженный патрубками вывода жидкой и газовой фаз, а также патрубками для ввода

газожидкостной смеси и предохранительной регулирующей арматурой с устройствами, обеспечивающими разделение газа и жидкости.

Газовые сепараторы центробежного типа работают по данному принципу. Газожидкостная смесь, проходя в сепаратор, попадает в цилиндрическую (или кольцевую) камеру сепарации. Благодаря своей скорости и центробежным силам примеси осаждаются на внутренних стенках корпуса сепаратора. Эффективность работы такого сепаратора определяется показателем жидкости в газе, отводимом в трубопровод для дальнейшей обработки. Чем этот показатель меньше, тем лучше работает сепаратор. Наиболее эффективные типы газовых сепараторов, прямоточные центробежные сепараторы однопоточного и мультициклонного типов, которые по эффективности сепарации для твёрдых частиц достигают (98 - 99,5) %.

2.4 Краткое описание технологии УКПГ

Установка комплексной подготовки газа представляет собой технологическую линию с аппаратами. Технологическое оборудование располагается на свайных основаниях в открытом виде на отбордюранных площадках и в закрытом блоке.

Для обеспечения разделения сырого газа (газоконденсатной смеси) на газ осушенный и стабильный конденсат применяется установка подготовки газа по методу низкотемпературной сепарации. Принцип действия данной установки в том, что поток газа проходит последовательно через три ступени сепарации, отличающиеся параметрами разделения (температура, давление). Условия разделения обеспечивают максимальную конденсацию, а также выделение жидкой фазы определенного состава.

Газоконденсатная смесь из входного манифольда, поступает под давлением (8,0 - 12,0) МПа и температурой смеси газоконденсата в диапазоне от 20 до

30 °С, поступает в сепаратор 1-ой ступени С-01, где происходит первичная сепарация.

После С-01 газ проходит через вертикальный сепаратор ГС-01 для удаления капельной жидкости. Затем газ поступает в теплообменник Т-01, где охлаждается в противотоке с холодным осушенным газом, что приводит к дальнейшему выпадению капельной жидкости.

Эти жидкости отделяются в сепараторе 2-ой ступени С-1. В дальнейшем поток газа из С-1, поступает в противотоке с холодным осушенным газом в Т-1, дросселируется клапаном (Джоуля-Томпсона) до среднего давления (5,0 - 7,5) МПа.

После дроссельного клапана флюиды поступают в низкотемпературный сепаратор С-2, где проходят окончательную стадию сепарации жидкости. Холодный осушенный газ возвращается в теплообменники Т-1 и Т-01, а затем, через замерной узел, поступает в газотранспортную систему Газпром.

Жидкость из сепараторов С-01 и С-1 минуя клапаны регулирования уровня направляется в разделительную ёмкость для конденсата Р-01, которая постоянно работает под давлением (5,0 - 7,5) МПа. Из сепаратора С-2 жидкость посредством клапана регулирования уровня направляется в теплообменник Т-02, где она разогревается в противотоке с газом, поступающим из разделительной ёмкости конденсата Р-01. В дальнейшем жидкость поступает в выветриватель 2-ой ступени В-1.

Из Р-01 газ дегазации направляется через Т-02 и поступает в низкотемпературный сепаратор С-2. Жидкость из Р-01, поступает в ёмкость В-1 посредством клапана регулирования уровня.

Давление в ёмкости В-1 достигает от (0,7 - 1,8) МПа. Газ дегазации сбрасывается из В-1 посредством клапана контроля давления на ГФУ. Из В-1 жидкость через клапан контроля уровня направляется в систему стабилизации конденсата, где давление снижается и достигает 0,55 МПа.

Нестабильный конденсат нагревается горячей водой в теплообменнике Т-4. Легкие фракции, образующиеся при нагревании конденсата до 65°C, далее сепарируются в сосудах дегазаторах Д-1÷Д-3. Д-1, Д-2 работают параллельно, Д-3 работает последовательно.

Давление в дегазаторах варьируется от 0,03 до 0,35 МПа.

Газ дегазации направляется на факел высокого давления для сжигания. Из дегазаторов Д-1 - Д-3, жидкости поступают в резервуары хранения конденсата Р-1 и Р-2.

В теплообменнике Т-3 стабилизации конденсата, конденсат нестабилизированный после В-1 подогревается в противотоке с горячим стабилизированным конденсатом внутри теплообменника Т-3 перед дальнейшим подогревом в противотоке с горячей водой в теплообменнике Т-4 для достижения необходимой величины давления насыщенных паров. Жидкости из дегазаторов Д-1÷Д-3 проходят через Т-3 от насосов перекачки Р-131/А,В,С, где они охлаждаются перед направлением в резервуары для хранения конденсата Р-1, Р-2 до температуры (10 – 20) °С. Сброс газа из дегазаторов Д-1÷Д-3 производится на факельные сепараторы с дальнейшей утилизацией на факельном стояке УКПГ [1].

2.5 Подробное описание технологического процесса сепаратора С-01 и ГС-01

Посредством входного манифольда смесь газоконденсата попадает в сепаратор 1-ой ступени (С-01). После попадания жидкости в емкость происходит отделение газа от жидкости под действием гравитации.

Далее газ проходит эффективное отделение газа от капельной жидкости в вертикальном сепараторе ГС-01 мультициклонного типа. Сосуды С-01 и ГС-01 выполнены в виде блока, при этом уровень жидкости в ГС-01 не предусмотрен: жидкость из сепаратора ГС-01 возвращается в сепаратор

С-01 самотёком. Газ из сепаратора ГС-01 поступает в теплообменник Т-01 (типа газ/газ).

Конденсат из сепаратора С-01 минуя фильтр Ф-01 направляется в разделитель фаз Р-01. Уровень жидкости в сепараторе С-01 регулируется клапаном LV-1101.

Расчётное давление сосудов С-01 и ГС-01 составляет 16,0 МПа, защита от избыточного давления обеспечивается посредством предохранительного клапана, установленного на входной гребенке.

Давление в сосудах контролируется местным манометром PI-02. Для индикации давления в системе используется преобразователь давления РТ-1116, расположенный на трубопроводе сырого газа после сепаратора ГС-01.

Датчик РТ-1105 обеспечивает формирование сигнала для приведения в действие САО-1 при аварийно высоком давлении (13,0 МПа).

Клапан сброса давления (PDV-1101) сбрасывает давление из сосудов С-01 и ГС-01 на факел ВД при активации САО-0. Скорость сброса давления определяется ограничительной диафрагмой с диаметром отверстия 32 мм.

При нормальной работе ВУ УКПГ задвижки HV-1111 и HV-1112 на линии клапана PDV-1101 должны быть в открытом положении.

Кроме клапана PDV-1101 для продувки сосудов С-01 и ГС-01 на факел имеются задвижки HV-1109 и HV-1110 (НЗ).

Рабочий уровень жидкости (650 мм от нижней образующей обечайки сосуда) в С-01 контролируется датчиком LT-1101, с формированием сигналов высокого (950 мм от нижней образующей обечайки сосуда) и низкого (400 мм от нижней образующей обечайки сосуда) уровня.

Датчик LT-1106 обеспечивают формирование сигнала для приведения в действие САО-1 при аварийно высоком (1200 мм от нижней образующей обечайки сосуда) или аварийно низком (550 мм от нижней образующей обечайки сосуда) уровне в С-01.

Перепад давления на внутренних элементах (мультициклонах) сепаратора ГС-01 контролируется датчиком PDT-1104 с предупредительной сигнализацией высокого перепада давления (0,07 МПа).

Дренаживание технологических жидкостей из сепараторов С-01, ГС-01, фильтра Ф-01 и уровнемерных колонок производится в закрытую дренажную ёмкость V-7010.

Для байпасирования клапана LV-1101 при его настройке или для экстренного сброса жидкости используются задвижки HV-1107 и HV-1108.

В случае необходимости замены клапана LV-1101 открыть шаровой кран №30, закрыть краны №29, 32, HV-1105, HV-1106. Регулирование уровня осуществлять шаровым краном №34.

Для дистанционного контроля давления в трубопроводе конденсата на выходе из сепаратора (после регулирующего клапана LV-1101) используется датчик PT-1106, формирующий предупредительные сигналы высокого (7,5 МПа) и низкого значения (4,5 МПа), которые возникают при наличии гидрата (парафиновой пробки) или разгерметизации трубопровода.

Для отсечения фильтра Ф-01 используются шаровые краны №№ 28 и 29; при этом запрещено проводить работы по вскрытию (разгерметизации) фильтра при работающей установке [2].

2.6 Функциональная схема автоматизации.

Функциональная схема автоматизации - это документ, водоснабжение в котором описана функционально - блочная структура всех узлов представленного технологического процесса. На данной схеме, с помощью регламентированных условных изображений, описаны все части системы автоматического контроля, регулирования и управления представленной системы. Также на ней отображены все связи между элементами системы, благодаря чему можно понять принцип работы всей системы [3].

Посредством функциональной схемы решаются вопросы:

- состояния технологического процесса и использованного оборудования, которые в свою очередь дают базовое представление технологического процесса;
- принципы действия автоматизированной системы. Необходимые воздействия на системы и элементы управления, настройки технологических параметров режима работы;
- контроль, регистрацию или архивацию технологических параметров всех процессов, а также состояние технологического оборудования и его количества.

Функциональная схема автоматизации приведена в приложении В.

2.7 Средства КИПиА

На сепараторах С-01 и ГС-01 имеются следующие КИП:

- Местный контроль давления в сепараторе (манометр PI-02);
- Местный контроль температуры в сепараторе (термометр TI-08);
- Дистанционный контроль температуры углеводородных флюидов на входе сепаратора (датчик TT-1112);
- Местный контроль уровня в сепараторе (уровнемеры LG-1101, LG-1102);
- Дистанционный контроль и регулирование уровня конденсата в сепараторе (датчик LT-1101 и регулирующий клапан LV-1101) с предупредительной сигнализацией при отклонении уровня до высокого или низкого значения;
- Дистанционный контроль высокого предельного и низкого предельного уровня конденсата (датчик LT-1106), аварийная сигнализация и формирование сигнала САО-1;

- Местный контроль давления в трубопроводе конденсата на выходе из сепаратора после клапана регулирования уровня до шарового крана № 34 (манометр PI-03) и после шарового крана № 34 (манометр PI-04).
- Дистанционный контроль давления в трубопроводе конденсата на выходе из сепаратора после клапана регулирования уровня после шарового крана № 34 (датчик PT-1106) с предупредительной сигнализацией высокого и низкого значения;
- Дистанционный контроль высокого предельного давления в трубопроводе углеводородных флюидов на входе сепаратора (датчик PT-1105), аварийная сигнализация и формирования сигнала CAO-1;
- Дистанционный контроль перепада давления на внутренних устройствах каплеотбойника ГС-01 (датчик PDT-1104) с предупредительной сигнализацией высокого перепада давления;
- Местное управление (открытие, закрытие) продувочным клапаном PVD-1101;
- Автоматическое открытие продувочного клапана PVD-1101 происходит по сигналу CAO-0 и при отсутствии электрического напряжения на соленоиде клапана.
- При открытии клапана PVD-1101 без управляющего сигнала CAO-0, либо при его не полном открытии / закрытии формируется аварийный сигнал о неисправности PVD-1101, отображающийся на экране АРМ оператора;
- Местное управление регулирующим клапаном LV-1101;
- Дистанционное управление регулирующим клапаном LV-1101 с АРМ оператора;
- Автоматическое дистанционное управление регулирующим клапаном LV-1101;

– Автоматическое закрытие регулирующего клапана LV-1101 происходит по сигналу CAO-1 и при отсутствии электрического напряжения на соленоиде клапана.

Индикация положения (открыт/закрыт), состояния (процент открытия/закрытия), неисправности (отсутствие электрического напряжения на соленоиде клапана, отсутствие питающего воздуха КИП, неполное закрытие по сигналу CAO-1) регулирующего клапана LV-1101 [2].

2.8 Комплекс технических средств

Для поддержания бесперебойной работы технологического процесса в УКПГ необходимо постоянно контролировать технологические параметры, такие как уровень, давление, температура, состояние окружающей среды (загазованность). Для этого применяется комплекс технических средств - датчиков, измерительных преобразователей, устройств связи, контроллеров, и другого технологического оборудования. Все показания с таких приборов нижнего уровня по каналам связи передаются в операторную УКПГ.

2.8.1 Местный контроль давления

Местный контроль давления в сепараторе обеспечивается манометрами МП4-У2.

Манометры МП4-У2 - приборы для измерения давления и разряжения неагрессивных, некристаллизующихся жидкостей, пара, газа в том числе кислорода, ацетилена, хладонов. В стандартном исполнении изготовлен из следующих материалов: корпус - из стали, стекло - органическое, механизм и штуцер - латунный сплав. Чувствительный элемент прибора - трубка Бурдона. Трубка Бурдона - это кольцеобразная трубка с овальным сечением. Давление измеряемой среды действует на внутреннюю поверхность трубки и вызывает

перемещение незакрепленного конца трубки. Это движение является измерением давления и отображается посредством механизма.

Гарантийный срок эксплуатации 18 месяцев со дня ввода манометра в эксплуатацию при соблюдении правил эксплуатации, хранения и монтажа согласно ГОСТ 2405-88. Интервал калибровки или периодичность поверки - 2 года. Класс точности - 1,5. Температура окружающей среды (минус 50 - 60). °С. Степень защиты: IP40. Манометр МП4 - У2 представлен на рисунке 1.

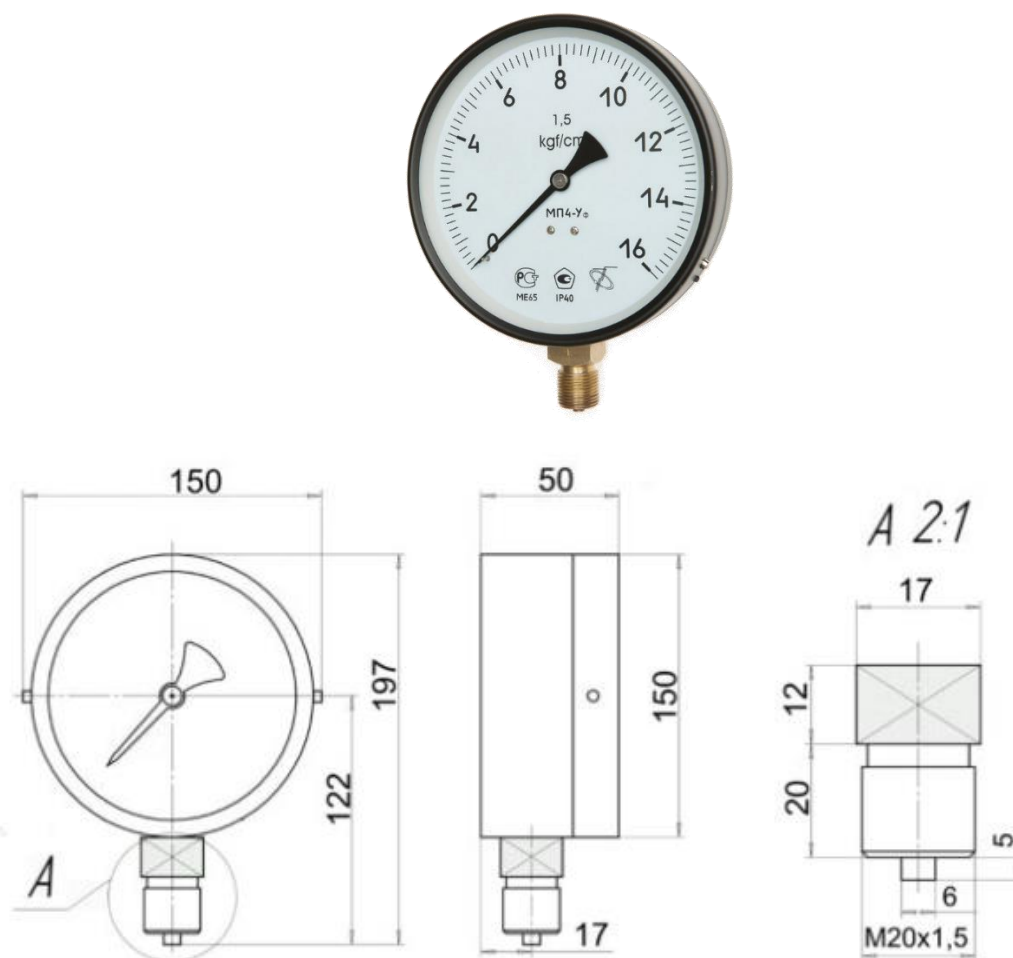


Рисунок 1- Манометр МП4 - У2

2.8.2 Дистанционный контроль давления

Для дистанционного контроля давления в трубопроводе конденсата на выходе из сепаратора (РТ-1106) используется преобразователь давления Rosemount 3051Т.

Серия датчиков Rosemount 3051 представляет собой широкий диапазон моделей. Приведем обозначения датчиков давления 3051 по конструкции и исполнению, а также измеряемому давлению:

- С - копланарная конструкция на базе емкостного/тензорезистивного сенсора;
- Т - штуцерная конструкция на базе тензорезистивного сенсора;
- D - для измерения перепада давлений;
- G - для измерения избыточного давления;
- А - для измерения абсолютного давления.

Конструкция (Т) модуля с дополнительным использованием усовершенствованного пьезорезистивного чувствительного сенсора для измерений избыточного и абсолютного давлений с диапазонами измерений от 2,07 до 68950 кПа.

Датчик с сенсором на основе тензорезистора работает по следующему принципу: измеряемое давление посредством разделительной мембраны и заполняющей жидкости направляется на измерительную мембрану, на которую прикреплен тензорезистр. При изгибе мембраны происходит изменение сопротивления в тензорезистре, который разбалансирует цепи моста Уинстона, подключенного к тензорезистору. Сигнал рассогласования преобразуется в цифровой сигнал для обработки микропроцессором.

В модуль сенсора датчика имеет встроен термометр для корректировки и учета эффекта температуры. На заводе изготовителе все сенсоры и модули подвергают воздействию температур и давлений по всему рабочему диапазону в результате чего корректирующие коэффициенты задаются на ПЗУ датчиков и

используются для коррекции выходного сигнала во время работы датчика в тяжёлых условиях эксплуатации.

Схема конструкции электронного преобразователя давления позволяет производить тестирование системы и конфигурирование или калибровку датчика с помощью коммуникатора HART моделей 475, 375. Конструкция электронного блока по двухсекционному типу позволяет возможность подключения к клеммам без нарушения целостности прибора и его электронных схем.

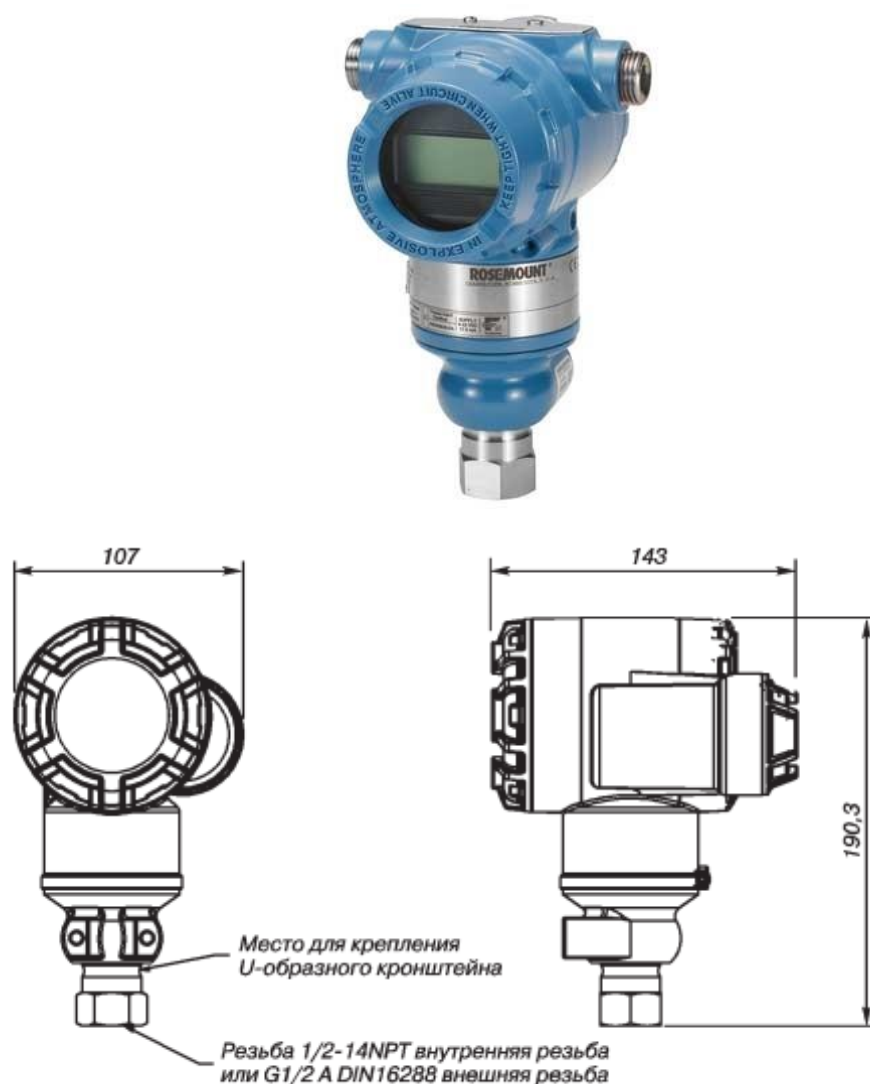


Рисунок 2 - Датчик давления Rosemount 3051T

Дистанционный контроль высокого предельного давления в трубопроводе углеводородных флюидов на входе сепаратора (датчик PT-1105) также обеспечивается датчиками давления Rosemount 3051T. Rosemount 3051T представлен на рисунке 2 [5].

2.8.3 Дистанционный контроль температуры

Дистанционный контроль температуры углеводородных флюидов на входе сепаратора (ТТ-1112) обеспечивает датчик температуры Rosemount 248.

Датчик температуры Rosemount 248 предназначен для измерения температуры жидких и газообразных сред путем преобразования измерительным преобразователем ИП 248 для сигнала преобразователя температуры в выходной унифицированный сигнал постоянного тока (4 - 20) мА, а также в цифровой сигнал для передачи по HART-протоколу.

Rosemount 248 состоит из термопреобразователя сопротивления и измерительного преобразователя ИП 248. Термопреобразователи работающие по принципу измерения сопротивления после термопар на втором месте среди преобразователей температуры. Принцип их действия, которых основывается на зависимости электрического сопротивления металла (в основном используются медь, никель или платина) или полупроводника от температуры. Главное преимущество таких чувствительных элементов - высокая стабильность.

Предел погрешности автоматической компенсации температуры холодных спаев термопары не больше $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Для входного сигнала от термопары к пределу допускаемой основной погрешности ИП добавляется предел погрешности автоматической компенсации температуры холодных спаев термопары не больше $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Работа термопреобразователя Rosemount 248 осуществляется дистанционно, обеспечивая при этом в настройках прибора: перенастройка диапазонов измерений, выбор его основных параметров, выбор единиц измерения,

запрос информации о ИП 248. Диапазон измеряемых температур (минус 50 - 450) °С. Датчик температуры Rosemount 248 представлен на рисунке 3 [6].

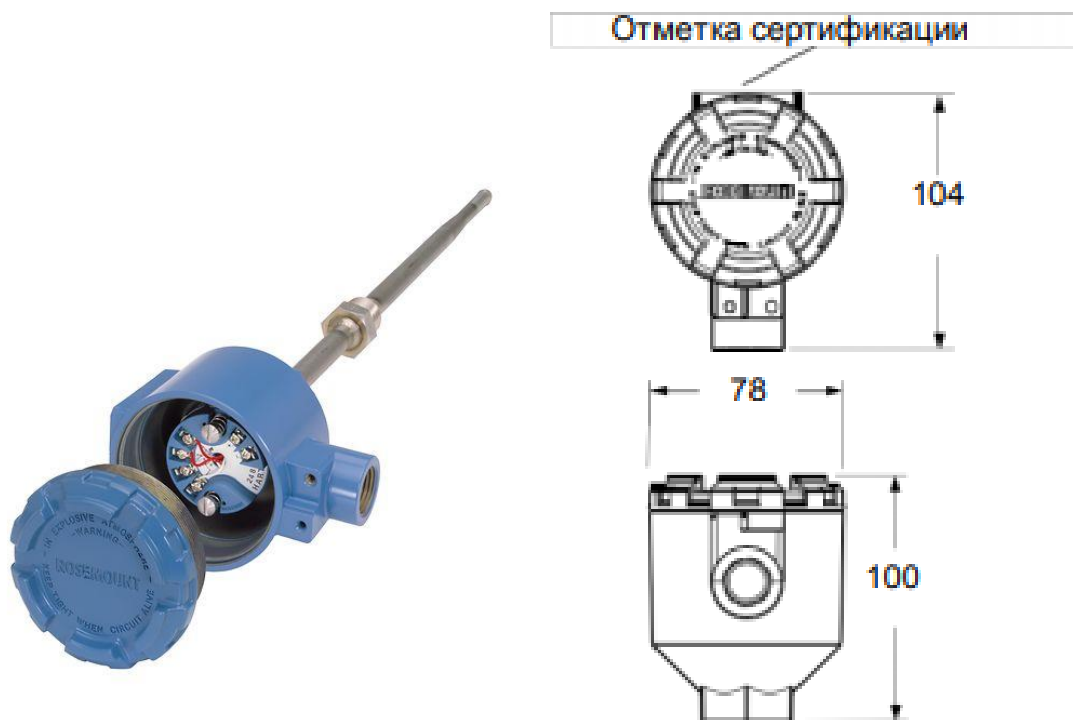


Рисунок 3 - Датчик температуры Rosemount 248

2.8.4 Дистанционный контроль уровня

Дистанционный контроль уровня конденсата (LT-1101) в сепараторе обеспечивают датчики Rosemount 3300.

Уровнемеры Rosemount 3300 экономически эффективны в тех случаях, где не могут быть использованы другие двухпроводные датчики. Датчики разработаны по волновидной технологии с улучшенными параметрами обработки сигнала и большей чувствительностью что позволяет датчикам серии 3300 одновременно измерять уровень и уровень границы раздела сред. Подключение по двухпроводной схеме обеспечивает простоту и надежность установки. Уровнемер легко настраивается посредством полевого коммуникатора HART 375 или программы для

ПК Radar Configuration Tools (RCT), в пакет программы включен мастер установки и приложение для анализа сигналов.

Уровнемеры Rosemount 3300 работают по принципу рефлектометрии с разрешением времени (TDR - Time Domain Reflectometry). Измерение происходит с помощью микроволнового импульса малой мощности, который длится одну наносекунду, направляемый по зонду, который погружен в измеряемую среду. В то время как импульс достигнет поверхности среды с иной диэлектрической проницаемостью, часть его энергии отразится к датчику. Интервал времени между отправленным (опорным) сигналом и отраженным обратно импульсом пропорционален величине расстояния до поверхности продукта или поверхности раздела двух сред. Импульсы, посылаемые радаром, почти не подвержены воздействию, температуры и давления, формы резервуара или оборудования, установленного внутри резервуара, благодаря чему достигается высокая точность измерений.

Для датчиков уровня Rosemount 3300 существуют различные измеряющие зонды. Их характеристики меняются в зависимости от необходимого тех. задания (измеряемой среды, длины зонда, скоростью изменения параметров). В данном случае используется коаксиальный зонд. Это качественное решение для измерения уровня, а также раздела сред любых достаточно чистых жидкостей, например, водных растворов, спирта, растворителей, жидкого аммиака и сжиженного нефтяного газа. Для использования в жидкостях с турбулентностью и сильным перемешиванием, малой диэлектрической проницаемостью, пеной или паром вблизи с зондом (коаксиальный зонд играет роль успокаивающего конца).



Рисунок 4 - Датчик уровня Rosemount 3300

Дистанционный контроль высокого предельного и низкого предельного уровня конденсата (датчик LT-1106) также обеспечивается датчиком Rosemount 3300. Датчик уровня Rosemount 3300 представлен на рисунке 4 [7].

2.8.5 Дистанционный контроль перепада давления

Дистанционный контроль перепада давления на внутренних устройствах каплеотбойника ГС-01 (датчик PDT-1104) обеспечивается датчиком перепада давления Rosemount 3051С.

Датчики на базе емкостной ячейкой с сенсорным модулем для измерения перепада давлений, абсолютного давления, избыточного давления, с пределами измерений от 0,025 до 27580 кПа.

В датчиках на базе емкостного сенсора давление процесса передается на измерительную мембрану через разделительные мембраны и заполняющую жидкость, расположенную между пластинами конденсатора. Под воздействием давления происходит прогиб мембраны и в результате изменяется электрическая

емкость ячеек, состоящих из сенсорной мембраны и пластин конденсатора. Датчик перепада давления Rosemount 3051C представлен на рисунке 5 [8].

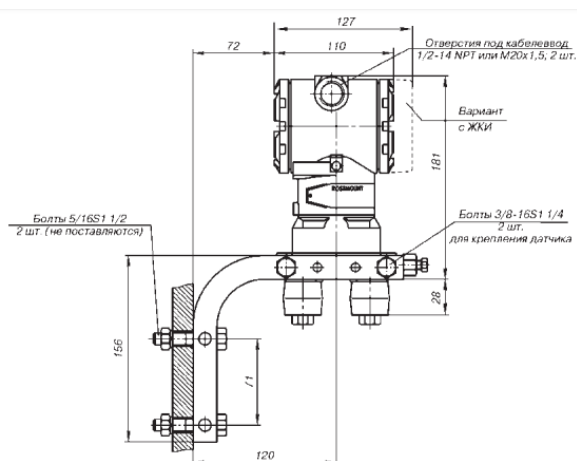


Рисунок 5 - Датчик перепада давления Rosemount 3051C

2.8.6 Местное и дистанционное управление регулирующим клапаном

Местное и дистанционное управление клапаном LV-1101 осуществляет электропневматический позиционер SIPART PS2;

В настоящее время SIPART PS2 является наиболее широко применяемым позиционером для линейных и неполнооборотных клапанных приводов в различных отраслях промышленности. И на то есть свои причины. Отлично зарекомендовавшая себя универсальная конструкция обеспечивает большой

диапазон хода клапана, интеллектуальную диагностику и возможность использования таких протоколов связи, как HART, PROFIBUS PA или Foundation Fieldbus. Электропневматический позиционер SIPART PS2 представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 - Электропневматический позиционер SIPART PS2

Надежно защищен для эксплуатации в агрессивной среде. Благодаря исполнению в корпусе из поликарбоната Makrolon®, алюминия или нержавеющей стали позиционеры SIPART PS2 могут эксплуатироваться практически в любых условиях. В стандартной конфигурации устройство поставляется с классом защиты IP66 или NEMA 4x и без проблем работает в самых сложных условиях и агрессивных средах. А инновационный пневматический блок позволяет ему работать несколько дней даже с влажным сжатым воздухом. Перепады температуры и давления в системе трубопроводов никак не влияют на

эффективность работы SIPART PS2. Отказы практически невозможны, а система управления работает безупречно.

Благодаря широкому диапазону хода, SIPART PS2 можно использовать с большим количеством моделей приводов и растущим числом «мини-клапанов», имеющих очень малый ход. Имеется возможность установить диапазон в пределах от 3 до 200 мм. Этот доказавший свою эффективность позиционер может без дополнительных усилий монтироваться даже на современных приводах без применения фитингов и трубок.

SIPART PS2 уже в стандартной комплектации имеет такие важные функции, как сигнализация текущего положения или сигнализирование о предельных значениях. Они просты в настройке и не требуют применения дополнительных устройств: настройка осуществляется через дисплей с тремя кнопками для ввода параметров. Интеллектуальному позиционеру известны характеристики всех клапанов. В дополнительных сигнализирующих устройствах нет необходимости. SIPART PS2 работает по двухпроводному принципу без дополнительного электропитания. Все это гарантирует его универсальность и простоту эксплуатации.

В случае использования автоматических клапанов с электромагнитным клапаном, например, с аварийным или регулирующим клапанами, электромагнитный клапан может быть полностью замещен позиционером SIPART PS2. Соответствуя требованиям SIL 2, позиционер берет на себя выполнение его задач, и, кроме этого, может осуществлять тест неполным ходом [9].

2.8.7 Контроллер

Контроль и управление всеми технологическими процессами осуществляют контроллеры Allen Bradley PLC ControlLogix 5562.

Платформа Logix фирмы Allen Bradley создавалась таким образом чтобы объединить в себе все архитектуру дискретного управления, управления приводами,

моторами и всевозможными процессами. Платформа Logix дает возможность использовать единую модель управления, программную среду и средства коммуникации на любых аппаратных платформах. Контроллер Allen Bradley PLC ControlLogix 5562 представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 - Контроллер Allen Bradley PLC ControlLogix 5562

Все производимые контроллеры Logix были адаптированы под многозадачные, многопроцессорные операционные системы. Они поддерживают единый набор инструкций на всех поддерживаемых языках программирования. Все контроллеры Logix используют один программный пакет - RSLogix 5000. И, наконец, все программируемые контроллеры Logix являются частью Интегрированной Архитектуры, они используют преимущества общего промышленного протокола (Common Industrial Protocol — CIP) для связи по сетям EtherNet/IP, ControlNet и DeviceNet. Система ControlLogix монтируется в шасси и обеспечивает последовательное управление, управление процессами, движением и приводами, а также обмен и ввод/вывод информации. Минимальная система ControlLogix состоит из одного контроллера и модулей ввода-вывода в том же шасси [10].

Конфигурация модулей выполняется с помощью пакета RSLogix 5000, для этого необходимо выполнить несколько простых шагов:

- Подсоединить конфигурируемое устройство к ПЛК. Модуль должен быть в том же самом шасси с настраиваемым модулем;
- Подсоединиться к модулю ПЛК.
- Сконфигурировать порт ПЛК.
- Проверить модуль после конфигурации.

ControlLogix - идеальное решение для больших систем:

- современные процессоры, справляющиеся с огромным объёмом данных;
- возможность установки нескольких процессоров для распределения мощностей;
- модульное исполнение всех компонентов позволяет подобрать наиболее эффективный вариант системы;
- поддержка сетей DeviceNet, EtherNet, Remote I/O ;
- дублирование и горячее резервирование.

2.9 Схема внешних проводок

Средства измерения передают выходной сигнал в унифицированном токовом сигнале (4 - 20) мА. Сигналы передаются по четырехжильному кабелю. В качестве кабеля используется ГЕРДА-КВКнг. Расшифровка кабеля ГЕРДА-КВКнг:

- К - Универсальный кабель (монтажный, контрольный, связи);
- Внг - Оболочка из ПВХ пластиката пониженной горючести;
- К - Броня из стальных оцинкованных проволок.

Элементы конструкции кабеля ГЕРДА-КВКнг:

- токопроводящая жила - многопроволочная, из медной луженой проволоки;

- изоляция – из ПВХ пластиката;
- скрутка - шаг скрутки жил в пару не более 60мм;
- каждая витая пара может иметь отдельный экран в виде оплетки из медных луженых проволок или алюмофлекса с луженой дренажной жилой. Экраны пар могут быть электрически изолированы между собой. Если витые пары не имеют отдельных экранов, то накладывается общий экран в виде оплетки из медной проволоки;

- сердечник кабеля обкладывается водоблокирующей лентой для предотвращения продольного распространения влаги в случае повреждения внешней оболочки;

- броня из стальных оцинкованных проволок;
- оболочка - ПВХ пластикат пониженной горючести.

Этот кабель прокладывается внутри или снаружи помещений. Прокладывать такой кабель следует не в лотках, полках, каналах, коробах, туннелях, земле (траншеях). Кабель следует укрывать от прямого солнечного воздействия. В соответствии с требованиями главы 2.3. «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ при прокладке таких кабельных систем автоматизации должны быть соблюдены правила и требования разделения цепей:

- цепи кабелей управления и сигнализации напряжением 220 В переменного тока и 24 В постоянного тока должны прокладываться в разных коробах или на расстоянии друг от друга;

- кабели несущие аналоговые сигналы должны прокладываться с помощью экранированных цепей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;

- кабели для сигналов последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);

– кабели с сигналами управления и контроля для резервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях [11].

Схема внешних проводок приведена в приложении В.

2.10 Структура автоматизации

Нижний уровень (полевой) состоит из первичных датчиков, которые осуществляют сбор всей информации о ходе технологического процесса, приводов, исполнительных устройств и остального оборудования технологической установки [4].

На этом уровне реализуются следующие основные функции:

- сбор, обработка и отображение сигналов с датчиков;
- автоматическое регулирование некоторых параметров технологического процесса;
- передача важной информации на верхний уровень и получение команд и с верхнего уровня.

Средний уровень (контроллерный) – представляет собой стойки с платами контроллера, аналогового и цифрового ввода-вывода, для взаимодействия с верхним уровнем. Контроллерные сети работают на основе интерфейсов RS-232, RS-485, HART, а также других совместимых с серверами SCADA - систем.

Верхний уровень предоставляет возможность автоматизированного операторного управления всем технологическим оборудованием. На УКПП Восточно-Уренгойского участка он реализован как 2 операторные станции - консоль, имеющая в своем составе дисплей и устройства ввода, а также принтер. Для обеспечения инженерных задач по настройке и техническому обслуживанию системы также установлена инженерная станция. Для обеспечения работ по конфигурированию и техническому обслуживанию приборов с HART - интерфейсом установлена отдельная инженерная станция для инженера КИПиА.

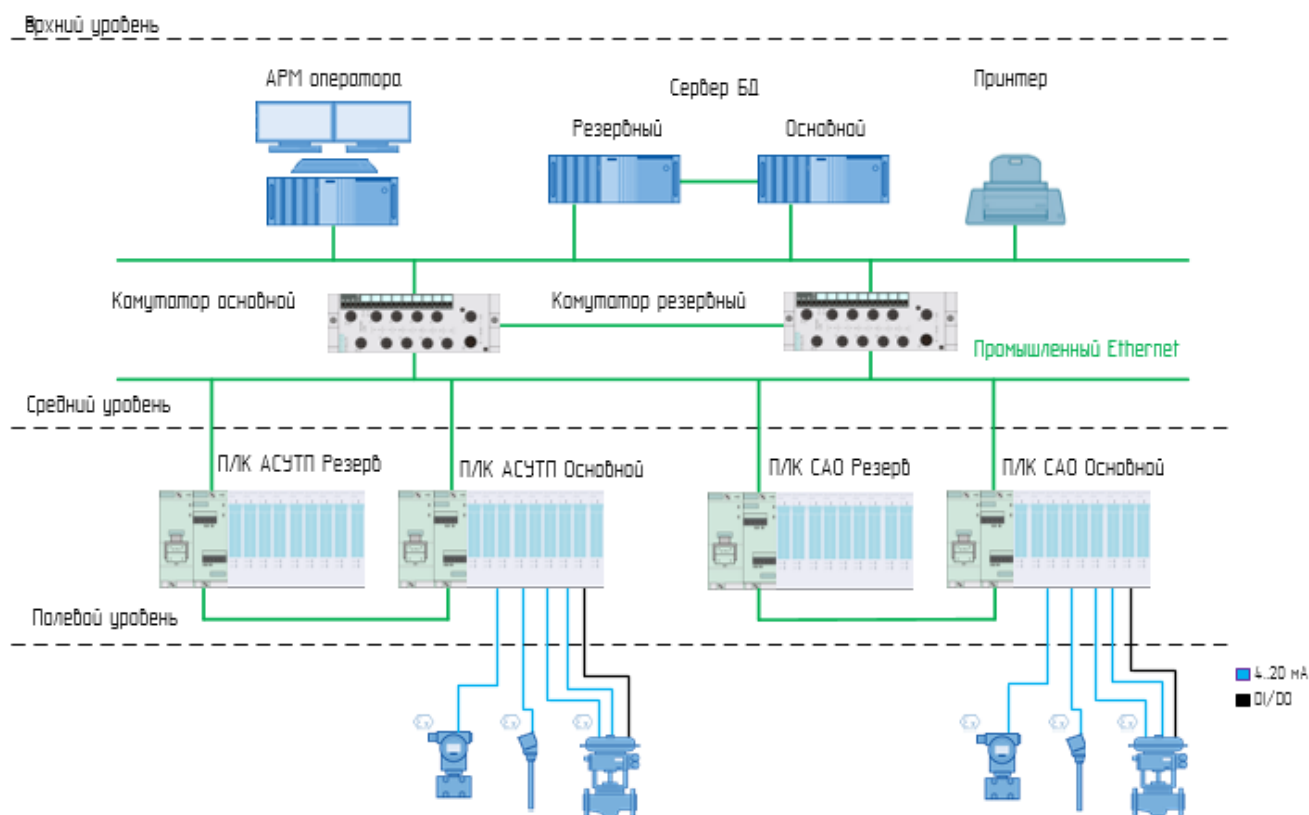


Рисунок 8 - Структурная схема АСУТП

Большинство взаимодействий оператора с технологическим процессом происходит через системные консоли. Подобные устройства позволяют производить следующие действия:

- изменение рабочие параметров консоли;
- изменение рабочих параметров технологической установки;
- конфигурировать «сигнализации» (аварии);
- выполнять различные операции с модулями управления;
- производить диагностику узлов системы;
- создавать и настраивать мнемосхемы процесса;
- создавать и настраивать отчеты о технологическом процессе;
- создавать и просматривать файлы трендов (истории).

Система защищена от несанкционированного доступа к управлению, функциям и информации с помощью прав доступа, паролей и других способов. Доступ к каким-либо из функций системы строго ограничен и определяется аккаунтом пользователя. Информацию о текущем пользователе можно найти в левом верхнем углу экрана монитора.

Назначение АСУ ТП:

- обеспечение надежности и эффективной работы установки за счет контроля режимов её работы в соответствии со всеми требованиями технологического регламента;
- выполнение установленных производственных заданий по выпуску готовой товарной продукции, снижение непроизводительных потерь различных материально-технологических и топливно-энергетических ресурсов, а так же сокращение эксплуатационных потерь;
- защита технологического процесса и, в первую очередь, персонала, в любых аварийных ситуациях, обнаруженных системой;
- улучшение условий труда обслуживающего персонала;
- повышение экологической безопасности производства.

Схема комплекса технических средств АСУ приведена в приложении А.

2.11 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения уровня. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных измерений, блок-схема которого представлена в приложении Д, а так же в приложении Г приведен перечень входных/выходных сигналов.

Суть данного алгоритма в формировании сигналов, передача их на местный щит управления в контроллер, выработка управляющих сигналов в случае превышения уставок и передача их на исполнительный механизм, передача сигнала

измерения в SCADA систему, где происходит мониторинг оператором, ее запись в архив и построение трендов по полученной информации.

2.12 Алгоритм автоматического регулирования технологического параметра

В данном пункте будет описан алгоритм поддержания заданного уровня, который обеспечить приемлемую степень регулирования, достаточно малое время выхода на режим, а также невысокую чувствительность к различным внешним возмущениям.

Работа ПИД регулятора основывается на следующем принципе: измеряется отклонение величины, которая стабилизируется, к заданному значению, исходя из полученных результатов отклонения этой величины выдаётся управляющий сигнал, который является суммой трёх слагаемых, первое - пропорционально отклонению этой величины, второе - пропорционально интегралу отклонения от заданной величины и третье - пропорционально производной отклонения от заданной величины [3].

Алгоритм процесса регулирования работает следующим образом. На вход алгоритма блока управления поступает необходимое задание (уставка) $y^*(t)$ и текущее $y(t)$ значения регулируемой величины. Блок управления вычисляет рассогласование $e(t) = y^*(t) - y(t)$, опираясь на которое формируется управляющий сигнал $u(t)$, подаваемый на вход исполнительного устройства.

Происходит сравнение - задание по уровню сравнивается с текущим значением уровня, полученным при помощи датчика уровня конденсата (LT-1101). По рассогласованию с регулируемой величиной регулятор уровня формирует и выдает задание по положению регулирующего органа – позиционера клапана SIPART PS2. Заданное положение сравнивается с текущим, полученным от датчика положения регулирующего органа. На основе расхождения по положению блок

управления формирует управляющий сигнал на исполнительный механизм позиционера. Модель системы в программе MATLAB представлена на рисунке 9.

В качестве регулируемых параметров технологического процесса выступает уровень газового конденсата. Объектом управления является контур участка между точкой измерения уровня и регулирующим органом клапана. Длина данного участка определяется правилами установки датчика и регулирующих органов которая, составляет обычно несколько метров. Время промежуточного запаздывания составляет несколько секунд для жидкости; значение постоянной времени – несколько секунд.

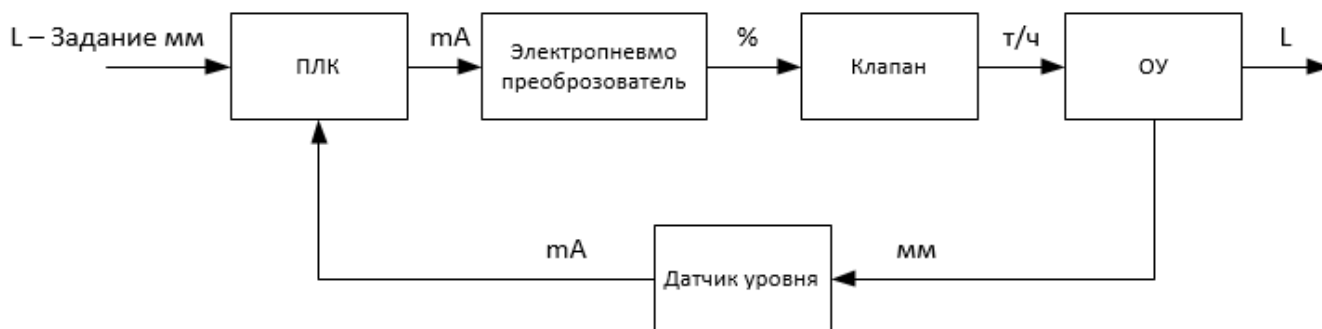


Рисунок 9 - Модель системы регулирования уровня в сепараторе

С панели оператора задается уровень, который необходимо поддерживать в сепараторе. Отображается значение с датчика уровня, происходит сравнение данных, для чего, формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал направляется на управляющий элемент позиционера SIPART PS2.

Электропневмопреобразователь преобразует энергию пневматики в поступательное движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение уровня в сепараторе.

Дифференциальное уравнение для клапана выглядит следующим образом (1):

$$\frac{dP_{ex}}{dt} = \lambda; \quad (1)$$

Клапан представляет собой интегрирующее звено, которое преобразует степень открытия λ клапана в давление на выходе.

Таким образом, можно записать передаточную функцию клапана (2):

$$W_{\kappa}(s) = \frac{1}{s}. \quad (2)$$

Передаточная функция объекта управления определяется как передаточная функция резервуара сепаратора (3):

$$W_{oy}(s) = \frac{k_{oy}}{s}, k_{oy} = \frac{1}{2L\sqrt{Dh - h^2}} \quad (3)$$

Где: L и D – длина и внутренний диаметр сепаратора, м.; h – уровень раздела фаз жидкость-газ мм.

Датчик уровня согласно литературным источникам можно считать безынерционным звеном.

Модель структурной схемы автоматического регулирования представлена на рисунке 10. График переходного процесса представлен на рисунке 11.

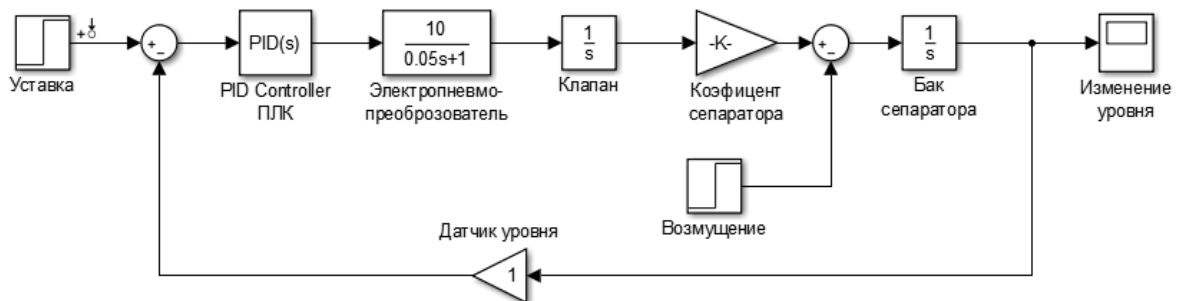


Рисунок 10 - Модель структурной схемы автоматического регулирования

С помощью средств MathLab по настройке ПИД-регулятора, настроим регулятор автоматически. Благодаря этой функции можно подобрать время переходного процесса и перерегулирование для заданной системы. Подобранные коэффициенты показаны на рисунке 11. На рисунке 12 так же показан график переходного процесса регулятора уровня в сепараторе после автоматической настройки.

Proportional (P):	5.84036020031482
Integral (I):	0.263476209824266
Derivative (D):	30.3878772290188
Filter coefficient (N):	1.76521409304973

Рисунок 11 – Результат настройки ПИД регулятора

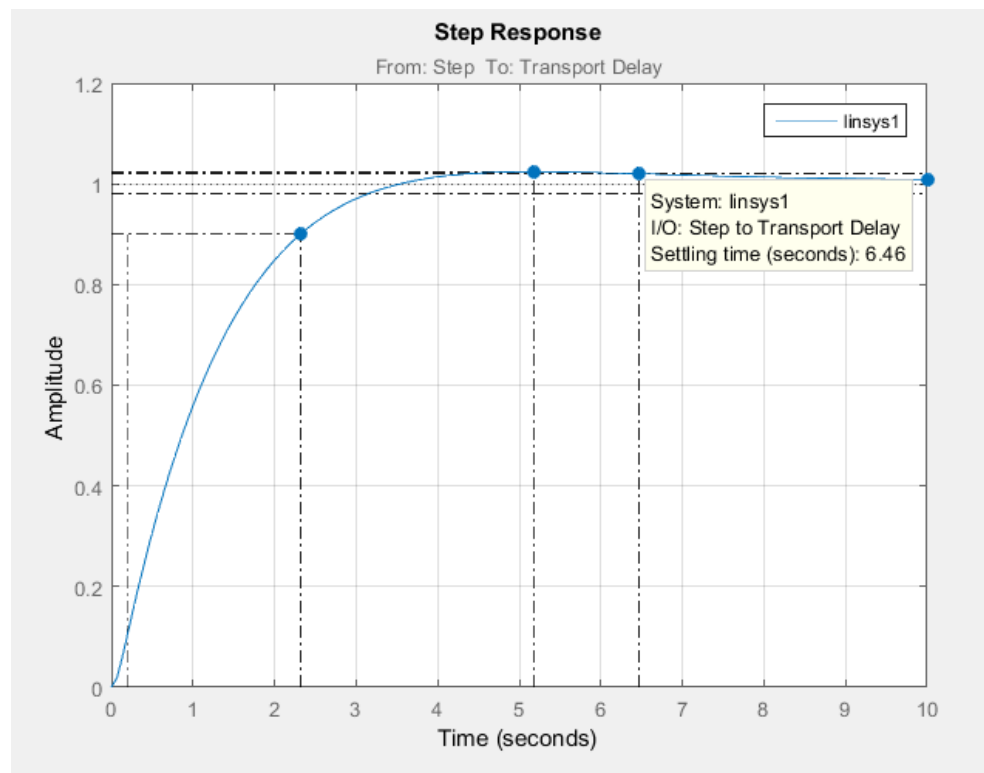


Рисунок 12 - График переходного процесса контура регулирования уровня

2.13 Анализ поведения системы при возмущающем воздействии

Смоделируем систему с возмущающим воздействием, появляющимся на 50 секунде. В качестве задающего воздействия был задан уровень 30 процентов.

Модель с возмущением представлена на рисунке 13. Переходный процесс смоделированной системы с отрицательным возмущением падения уровня до 20 процентов представлен на рисунке 14.

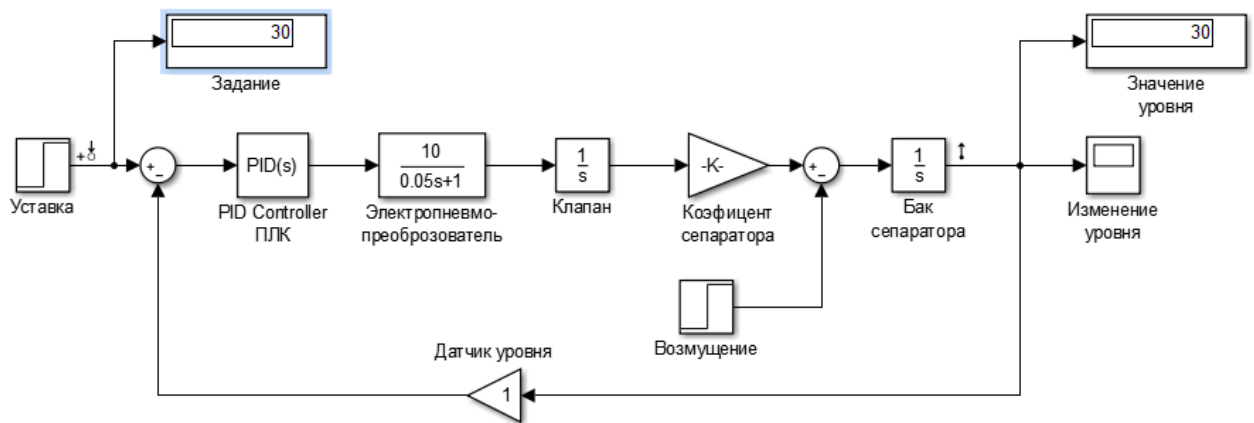


Рисунок 13 – Модель в Simulink с возмущением

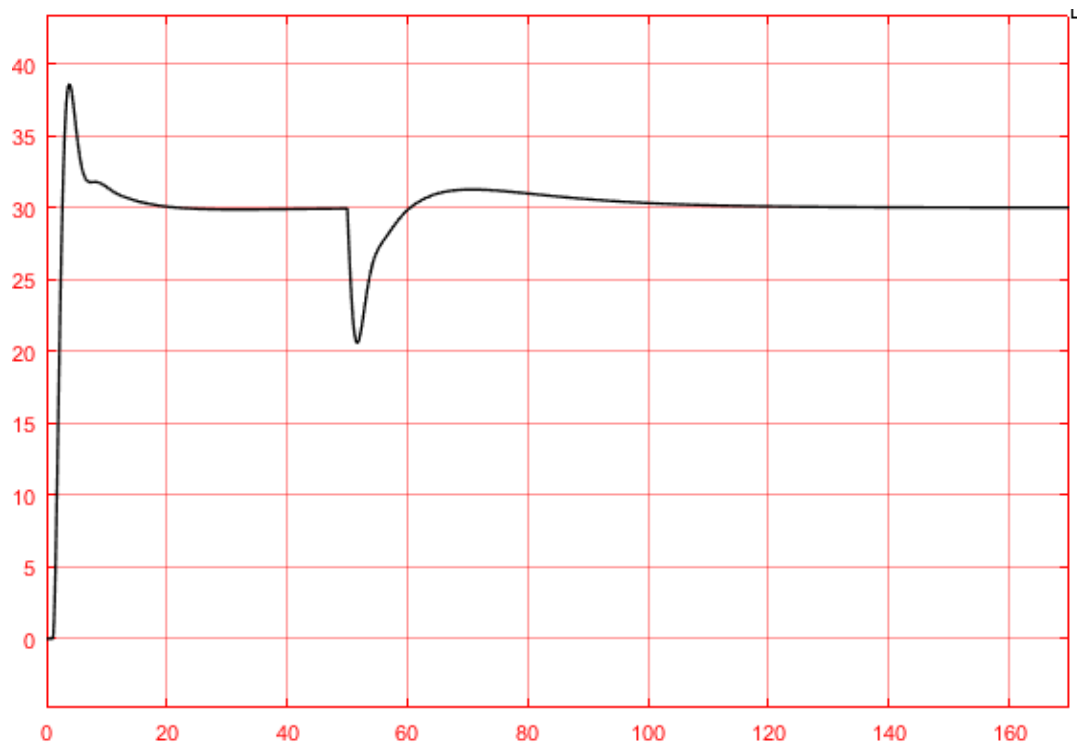


Рисунок 14 – Переходный процесс

Проанализировав рисунок 14, можно прийти к выводу, что система обрабатывает возмущающее воздействие и возвращает значение уровня в трубопроводе к уставке, следовательно, данную систему можно использовать в качестве системы стабилизации давления.

2.14 Экранные формы

Основополагающим принципом разработки экранной формы является её информативность, возможность оперативно влиять на технологический процесс.

Оператор прошедший процесс авторизации имеет возможность производить навигацию на экранной форме путём нажатия на соответствующие объекты. При помощи этих объектов осуществляется контроль состояния технологического оборудования и управление этим оборудованием.

Мнемосхемы разрабатываются в программном пакете Studio 5000 Logix Designer который имеет несколько языков программирования.

Приложение Studio 5000 Logix Designer имеет поддержку новых контроллеров Allen-Bradley GuardLogix 5580 и Compact GuardLogix 5380.

Для разработки небольших систем машин и оборудования имеется возможность загрузить однопользовательскую версию компоненты Studio 5000 - Application Code Manager lite. Этот пакет позволяет бесплатно осуществлять программирование и работать с библиотеками.

На мнемосхеме изображён «Сепаратор I ступени» который отображает работу следующих элементов и параметров:

- направления потоков и измеряемые параметры трубопроводов;
- режимы и состояния клапанов;
- сигнализируемые и измеримые параметры.

Мнемосхема С-01 представлена на рисунке 15.

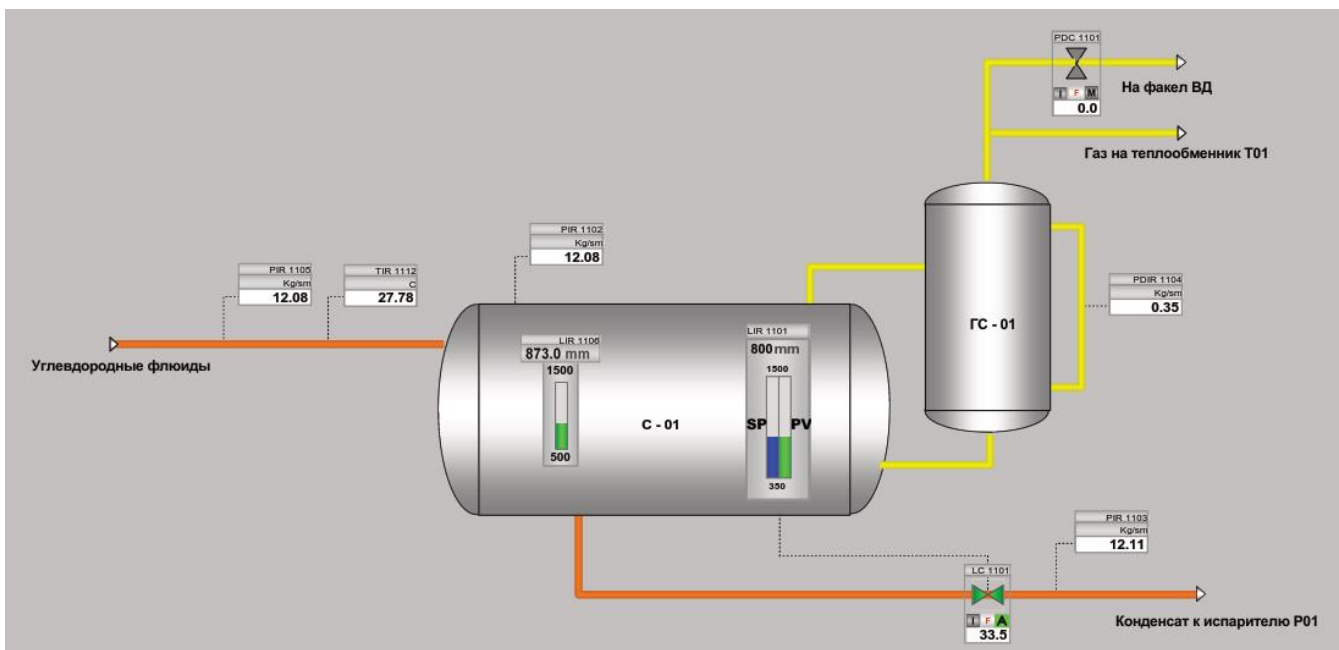


Рисунок 15 – Мнемосхема сепараторов С-01 и ГС 01

2.15 Модернизация КИПиА

2.15.1 Датчик давления

Рассмотренные датчики давления: Метран 75, ПД200-ДИ, АИР-10Н. Сравнение представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительный анализ средств измерения давления

Критерии выбора	Метран 75 [12]	Овен ПД200-ДИ [13]	Элемер АИР-10Н [14]
Измеряемая среда	газ, жидкость	газ, жидкость	газ, жидкость
Рабочее давление	до 25 МПа	до 16 МПа	до 60 МПа
Предел допускаемой погрешности %	не больше $\pm 0,1$	не больше $\pm 0,1$ %	не больше $\pm 0,1$
Температура окружающей среды °С	минус 40 до 85	минус 20 до 70	минус 40 до 85
Степень защиты от пыли и воды	IP65 / IP67	IP65	IP65
Выходной сигнал	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART
Цена	от 35000 Р	от 36000 Р	от 15000 Р

Как замена дорогостоящему Rosemount 3051T обеспечивающему дистанционный контроль давления в трубопроводе конденсата на выходе из сепаратора будет предложен датчик Российского производства фирмы «Элемер» - АИР-10Н. Микропроцессорный датчик давления АИР-10Н представлен на рисунке 16.

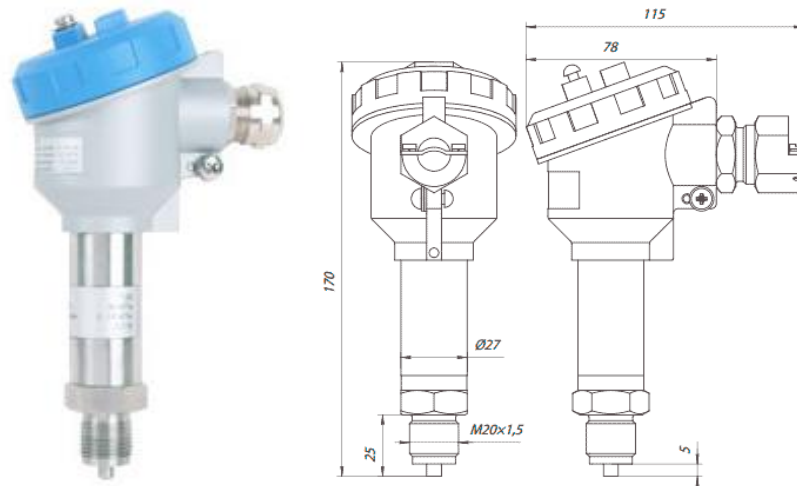


Рисунок 16 - Микропроцессорный датчик давления АИР-10Н

АИР-10Н - это микропроцессорные измерители давления достаточно компактного исполнения. Одной из особенностей этих приборов является поддержка HART-протокола. Что позволяет датчику возможность интегрирования во многие современные автоматизированные системы.

В большинстве модификаций данные приборы находят широкое применение для измерения абсолютного, избыточного, давлений - разряжения или дифференциального давления, а затем преобразовывать полученные значения в унифицированный выходной сигнал (4 – 20) мА и/или выдавать цифровые данные стандарте протокола HART.

Чувствительный элемент прибора представляет собой тензорезистивный сенсор с металлическими или керамическими мембранами. Сенсор с металлической

разделительной мембраной выполнен из нержавеющей стали 316L, способен выдерживать долгосрочные перегрузки до 300% от верхнего предела измерений. Керамические же сенсоры обладают гораздо более высокой стойкостью к перегрузкам - до 600%, а также имеют высокую стойкость к агрессивным средам.

Для сред, имеющих вязкие и быстро застывающие свойства среды используют специализированные сенсоры с открытой мембраной которая изготовлена из нержавеющей стали или керамики.

Для удобства эксплуатации и подключения или обслуживания в приборе предусмотрено несколько резервных клеммных головок. Они могут быть изготовлены из различных по свойствам материалов: специальная пластмасса (GSP), алюминиевый сплав (АГ-14). Также на АИР-10Н есть возможность установки различных светодиодных индикаторов.

Верхние пределы измерений прибора:

- избыточное давление – от 0,4 кПа до 60 МПа;
- абсолютное давление – от 4 кПа до 2,5 МПа;
- глубина перенастройки диапазонов - 1:25;
- выходной сигнал – (4 - 20) мА и HART;
- погрешность – до $\pm 0,1\%$.

2.15.2 Датчик температуры

Рассмотренные датчики температуры: Метран 280, ДТС035, ТС-1187Exd. Сравнение представлено в таблице 2.

Как замена датчику температуры Rosemount 248 обеспечивающему дистанционный контроль температуры углеводородных флюидов на входе сепаратора будет предложен датчик Российского производства фирмы «Элемер» - ТС-1187Exd. Термопреобразователь сопротивления ТС - 1187Exd представлен на рисунке 17.

Таблица 2 - Сравнительный анализ средств измерения температуры.

Критерии выбора	Метран 280 [15]	ДТС035 [16]	ТС-1187Exd [17]
Диапазоны температур °С	минус 50 до 500	минус 50 до 500	минус 50 до 600
Предел допускаемой погрешности %	до ± 0,1	до ± 0,5	до ± 0,1
Степень защиты от пыли и воды	IP65	IP65	IP65
Выходной сигнал	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART
Межповерочный интервал	2 года	2 года	2 года
Цена	от 10000 Р	от 15600 Р	от 3650 Р

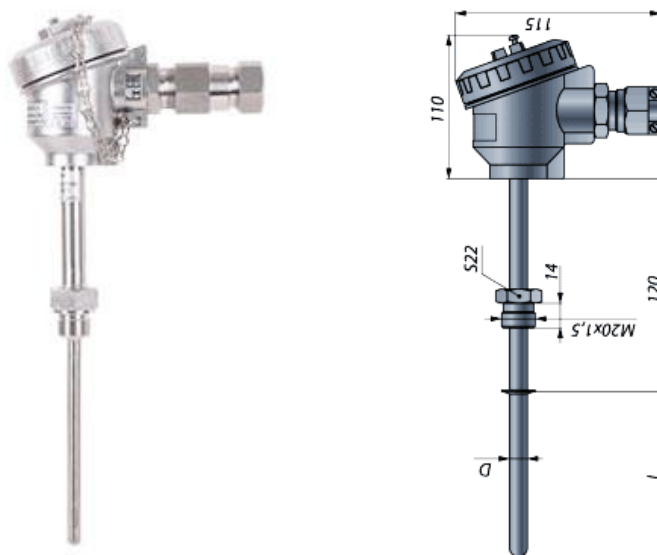


Рисунок 17 - Термопреобразователь сопротивления ТС - 1187Exd

ТС - 1187Exd этот прибор предназначен для измерения температуры в жидких и газообразных средах, включая нефть и нефтепродукты, находит свое применение во многих отраслях промышленности (теплоэнергетической, химической и металлургической), а также на объектах использования атомной энергии в системах безопасности, во взрывоопасных зонах и помещениях. Уровень взрывозащиты - «взрывонепроницаемая оболочка». Конструкция обеспечивает герметичность (до 10 МПа) при разрушении защитной арматуры ТС.

Характеристики прибора:

- Диапазоны измерения температуры: от (минус 50 до 200) °С;
- Средний срок службы – 6 лет;
- Средняя наработка на отказ – 15000 часов;
- Межповерочный интервал - 2 года.

2.15.3 Датчик уровня

Рассмотренные датчики уровня: Эклипс 706, OPTIFLEX 1300, РИЗУР-1300. Сравнение представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Сравнительный анализ средств измерения уровня.

Критерии выбора	Эклипс 706 [18]	OPTIFLEX 1300 [19]	РИЗУР-1300 [20]
Температура процесса °С	минус 196 до 450	минус 50 до 300	минус 196 до 500
Давление процесса	до 430 бар	до 300 бар	до 45 МПа
Диапазон измерений	до 30 м	до 35 м	до 20 м
Точность измерений	0,1 % от длины зонда	0,1 % от длины зонда	0,03% от измеренного значения, но не менее 3 мм
Выходной сигнал	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART
Цена	от 55000 Р	от 50000 Р	от 30000 Р



Рисунок 18 - Уровнемер микроволновой РИЗУР – 1300

Радарный микроволновой уровнемер РИЗУР - 1300 применяется для контроля уровня жидкости в закрытых или открытых резервуарах, находящихся под давлением, а также в технологических установках промышленных объектов, металлургической, химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, теплоэнергетической и других отраслях промышленности, может быть использован в качестве индикатора наличия жидкости на заданной высоте резервуара рисунок 18.

РИЗУР-1300 - это волноводный рефлекс-радарный уровнемер, который использует технологию рефлектометрии. Электрические импульсы, которые генерирует прибор распространяются вдоль чувствительного элемента, при этом достигая границы раздела сред и отражаются, отражённый сигнал принимается измерительной схемой, после чего принятый сигнал обрабатывается и рассчитывается расстояние до измеряемой среды. Данный радарный уровнемер преобразует измеренное значение расстояния в аналоговый выходной сигнал 4... 20 мА, а также генерирует дискретный сигнал о достижении заданного уровня сигнализации. Используя модуль приема и регистрации данных сигналов прибора,

можно изменять, считывать, накапливать и анализировать все параметры процесса измерения из любой точки, в любое время.

Рефлекс-радарный уровнемер — это наиболее выгодное решение, когда речь идет о надежном и качественном измерении уровня, а также отличная альтернатива традиционным способам измерения уровня, таким как емкостные, ультразвуковые, гидростатические, проводниковые, поплавковые и буйковые. Данный уровнемер не подвержен влиянию на изменения параметров измеряемой среды, таких как температура, плотность, давление, электропроводность, вязкость, диэлектрическая проницаемость и т.д.

Прибор находит применение для большинства жидкостей или сыпучих сред, независимо от изменений условий эксплуатации, параметров измеряемой среды, таких как плотность, температура, электропроводность, давление. Неблагоприятные условия, например, пары или турбулентность, не повлияют на точность и качественные характеристики сигнала и работы прибора.

Данное устройство применяется во многих типах процессов и производств, а также имеет подходящие характеристики в средах с низкой диэлектрической проницаемостью, таких как масла и углеводороды.

Рефлекс-радарный уровнемер данного типа имеет мало ограничений в установке и эксплуатации, его можно вмонтировать в небольшие емкости, высокие и узкие патрубки. Сложная конструкция или геометрия обшивки, а также наличие внутри резервуаров многочисленных выступающих конструкций (например, лестниц, мешалок, труб и т.д.) в непосредственной близости от уровнемера не оказывает значительного влияния на точность измерений и качество показаний прибора.

Подключение РИЗУР-1300 осуществляется по 4-х проводной линии связи: 2 провода для электропитания и 2 провода для каждого выходного сигнала. Провода подключаются к электронному блоку через зажимные клеммы, которые позволяют использовать одножильные и многожильные провода сечением от 0,5 до 2 мм².

Настройка РИЗУР-1300 осуществляется при помощи микропереключателей, тактовой кнопки и индикатора. Все необходимые настройки могут быть произведены на приборе по месту эксплуатации [20].

2.15.4 Датчик перепада давления

Рассмотренные датчики перепада давления: Метран 150, ПД200-ДД, АИР-10Н-ДД. Сравнение представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Сравнительный анализ средств измерения перепада давления.

Критерии выбора	Метран 150 [21]	ПД200-ДД [22]	АИР-10Н-ДД [23]
Измеряемая среда	газ, жидкость	газ, жидкость	газ, жидкость
Диапазон измерения разности давления	до 13,1789 МПа	до $\pm 2,0$ МПа	до $\pm 2,5$ МПа
Предел допускаемой погрешности %	до $\pm 0,075$	до $\pm 0,1$	до $\pm 0,1$
Температура окружающей среды °С	минус 40 до 85	минус 20 до 70	минус 40 до 70
Степень защиты от пыли и воды	IP65 / IP67	IP65	IP65
Выходной сигнал	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART
Цена	от 39000 Р	от 40000 Р	от 16500 Р

Как замена датчику перепада давления, обеспечивающему дистанционный контроль перепада давления на внутренних устройствах каплеотбойника ГС-01, будет предложен датчик Российского производства фирмы «Элемер» - АИР-10Н-ДД.



Рисунок 19 - Датчики дифференциального давления АИР - 10Н – ДД

Технические характеристика датчика АИР-10Н-ДД аналогичны таковым датчика АИР-10Н представленного выше. Датчик дифференциального давления АИР - 10Н – ДД представлен на рисунке 19.

2.15.5 Электропневматический позиционер

Рассмотренные электропневматические позиционеры давления: IP8000, ЭПП300, AM800. Сравнение представлено в таблице 5.

Таблица 5 - Сравнительный анализ электропневматических позиционеров.

Критерии выбора	IP8000 [24]	ЭПП 300 [25]	AM800 [26]
Температура эксплуатации °С	минус 20 до 60	минус 50 до 70	минус 40 до 75
Маркировка взрывозащиты	ExibIICT6	ExiaIICT6	ExdIICT6
Степень защиты от внешней среды	IP65	IP65	IP65
Выходной сигнал	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART	(4 - 20) мА, HART
Цена	от 35000 Р	от 32000 Р	от 30000 Р

Как замена электропневматический позиционер SIPART PS2, осуществляющим дистанционное управление клапаном LCV-1101, будет предложен позиционер Российского производства фирмы «Регулятор» - AM800.

Электропневматический позиционер AM800 представлен на рисунке 20.



Рисунок 20 - Электропневматический позиционер AM800

Электропневматический позиционер AM800 предназначен для дистанционного и местного управления пневматическим исполнительным механизмом запорной и запорно-регулирующей трубопроводной арматуры.

Позиционер представляет собой пневматический регулятор положения исполнительного механизма с электронным микропроцессорным управлением, осуществляющий регулирование положения исполнительного механизма в соответствии с входным токовым сигналом. Позиционер имеет в своём составе

датчик обратной связи по положению, электропневматический электромагнитный преобразователь типа «сопло-заслонка», микропроцессорный блок управления, и пневмоусилитель. Производительности встроенного пневмоусилителя достаточно, чтобы подключать позиционер к исполнительным механизмам без дополнительного внешнего пневмоусилителя.

В зависимости от модификации позиционер может устанавливаться на прямоходные или поворотные пневматические исполнительные механизмы с применением соответствующих монтажных комплектов.

Позиционер имеет богатые возможности по сигнализации. Снабжён дискретными выходами, в количестве от одного до трёх. Также может иметь, в зависимости от опции поставки, один настраиваемый аналоговый токовый выход.

Позиционер имеет диагностические функции:

- Тест частичным ходом - для диагностики примерзания и заклинивания клапана. Может запускаться как по команде, так и автоматически.
- Диагностика повышенного трения - для диагностики повышения трения в приводе и клапане, заклинивания клапана.
- Ступенчатый тест - для упрощения настройки позиционера и контроля реакции привода.
- Непрерывное онлайн осциллографирование положения привода по HART.
- Тест трения страгивания - для периодической проверки состояния привода и клапана.

Позиционер ведёт энергонезависимый журнал событий. Имеет функции регистрации времени наработки клапана и количества циклов работы. Может быть изготовлен во взрывозащищённом исполнении с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" по ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998) и уровнем взрывозащиты "взрывобезопасный" с маркировкой взрывозащиты 1ExdIICT6 по ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998) [26].

2.16 Сравнение оборудования

Таблица 6 - Стоимость установленного оборудования.

Наименование оборудования	Количество	Стоимость 1 единицы	Общая стоимость
Rosemount 3051T	3	35000 Р	105000
Rosemount 248	1	10000 Р	10000
Rosemount 3300	2	40000 Р	80000
Rosemount 3051C	1	39000 Р	39000
SIPART PS2	1	66000 Р	66000
Итого			300000

Таблица 7 - Стоимость предлагаемого оборудования.

Наименование оборудования	Количество	Стоимость 1 единицы	Общая стоимость
Элемер АИР-10Н	3	15000 Р	45000
ТС-1187Exd	1	3650 Р	3650
РИЗУР-1300	2	30000 Р	60000
АИР-10Н-ДД	1	16500 Р	16500
АМ800	1	30000 Р	30000
Итого			155150

2.17 Монтаж оборудования

Монтаж оборудования - это процесс его сборки и установки. Он состоит из подготовки, монтажа, определённых действий специалистов по его запуску, изучению документации, обучению технического состава. От этого зависит насколько надёжно, долговечно и качественно будет работать установка. При

установке часто приходится решать трудные задачи. Чтобы решить их верно, нужны опыт и знания, которыми обладают высококвалифицированные специалисты.

Поэтому установку оборудования осуществляют организации, имеющие соответствующую материальную базу, обученных специалистов, службу проверки. Эта организация должна иметь лицензию на выполнение данных работ.

Все оборудование в данной работе подбиралось таким образом, чтобы иметь возможность его установки и запуска в работу не нарушая рабочий режим всей УКПГ. Оно может быть установлено без каких либо специальных инструментов. Рабочий персонал УКПГ должен иметь подготовленных специалистов для выполнения этой задачи. Весь монтаж и пуск оборудования может быть осуществлен в течении одной рабочей смены.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы - будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

3.1 Организация и планирование работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

3.4 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения выпускной квалификационной работы оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р), студент-дипломник (СД). Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
1. Составление технического задания	НР	НР – 100%
2. Изучение и подбор материала	НР, И	НР – 100% И – 50%
3. Изучение объекта проектирования	НР, И	НР – 30% И – 100%
4. Составление календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
5. Расчеты и обоснование проекта	НР, И	НР – 30% И – 100%
6. Построение моделей по проекту	НР, И	НР – 100% И – 40%
7. Сопоставление результатов теоретических расчетов	НР, И	НР – 100% И – 60%
8. Получение результатов и оценка их эффективности	НР, И	И – 100%
9. Определение целесообразности проведения ОКР	И	И – 100%
10. Разработка функциональной схемы автоматизации	И	И – 100%
11. Составление списка сигналов	И	И – 100%
12. Составление схемы информационных потоков	И	И – 100%
13. Разработка схемы внешних потоков	И	И – 100%
14. Разработка алгоритма сбора данных	И	И – 100%

Продолжение таблицы 7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
15. Разработка алгоритма автоматического регулирования процесса	И	И – 100%
16. Разработка структурной схемы автоматизации	И	И – 100%
17. Составление пояснительной записки	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 35% И – 94%

3.5 Разработка графика проведения научного исследования

Расчет продолжительности этапов работ может, осуществляется двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и около нулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области,

опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул (4):

$$t_{ож} = \frac{3*t_{min} + 2*t_{max}}{5}, \quad t_{ож} = \frac{t_{min} + 4*t_{prob} + t_{max}}{6}, \quad (4)$$

где t_{min} - минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} - максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} - наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях $T_{РД}$ ведется по формуле (5):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} * K_{Д}, \quad (5)$$

где $K_{ВН}$ - коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ - коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1-1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле (6):

$$T_{КД} = T_{РД} * k_{кал}, \quad (6)$$

где $T_{КД}$ - продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

$T_{РД}$ - продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле (7):

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{кал}}$ - календарные дни ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ - выходные дни

$T_{\text{ПД}}$ - праздничные дни

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205 \quad (8)$$

В таблице 8 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 8 - Временные показатели проведения работ

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.				
		$T_{РД}$		$T_{КД}$		НР	И	НР	И
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Составление технического задания	НР	1	3	1,8	2,16	-	2,59	-	
2. Изучение и подбор материала	НР, И	2	5	3,2	3,84	1,92	4,60	2,30	
3. Изучение объекта проектирования	НР, И	3	5	3,8	1,36	4,56	1,63	5,47	
4. Составление календарного плана	НР, И	0,5	1	0,7	0,84	0,08	1,00	0,09	
5. Расчеты и обоснование проекта	НР, И	2	3	2,4	0,86	2,88	1,03	3,45	
6. Построение моделей по проекту	НР, И	2	3	2,4	2,88	1,15	3,45	1,38	
7. Сопоставление результатов теоретических расчетов	НР, И	1	2	1,4	1,68	1,00	2,01	1,20	
8. Получение результатов и оценка их эффективности	НР, И	1	2	1,4	-	1,68	-	2,01	
9. Определение целесообразности проведения ОКР	И	1	2	1,4	-	1,68	-	2,01	
10. Разработка функциональной схемы автоматизации	И	2	3	2,4	-	2,88	-	3,45	
11. Составление списка сигналов	И	0,5	1	0,7	-	0,84	-	1,00	
12. Составление схемы информационных потоков	И	1	2	1,4	-	1,68	-	2,01	
13. Разработка схемы внешних потоков	И	2	3	2,4	-	2,88	-	3,45	
14. Разработка алгоритма сбора данных	И	1	2	1,4	-	1,68	-	2,01	
15. Разработка алгоритма автоматического регулирования процесса	И	2	3	2,4	-	2,88	-	3,45	
16. Разработка структурной схемы автоматизации	И	2	3	2,4	-	2,88	-	3,45	
17. Составление пояснительной записки	И	1	2	1,4	-	1,68	-	2,01	
Итого:		25	45	33	13,6	32,3	16,3	38,7	

На основе таблицы 8 построим график работ. Диаграмма Ганта - горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ представленный в таблице 9. На выполнение выпускной квалификационной работы было затрачено 25 день. Был составлен календарный план-график проведения научного исследования, который включал в себя выполнение 17 этапов (видов работ), которые выполнялись в определённой последовательности. На каждом этапе руководитель и студент решали разносторонние задачи. Компетентность руководителя, наличие большой научно-технической базы, и образованность, целеустремлённость студента позволили в назначенный срок выполнить работу и прийти к положительному результату.

Таблица 9 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	60	70	80	90
1. Составление технического задания	2,59	-		■						
2. Изучение и подбор материала	4,60	2,30		■	■					
3. Изучение объекта проектирования	1,63	5,47			■	■				
4. Составление календарного плана	1,00	0,09				■				
5. Расчеты и обоснование проекта	1,03	3,45				■				
6. Построение моделей по проекту	3,45	1,38					■			
7. Сопоставление результатов теоретических расчетов	2,01	1,20					■			
8. Получение результатов и оценка их эффективности	-	2,01						■		
9. Определение целесообразности проведения ОКР	-	2,01							■	
10. Разработка функциональной схемы автоматизации	-	3,45							■	
11. Составление списка сигналов	-	1,00								■
12. Составление схемы информационных потоков	-	2,01								■
13. Разработка схемы внешних потоков	-	3,45								■
14. Разработка алгоритма сбора данных	-	2,01								■
15. Разработка алгоритма автоматического регулирования процесса	-	3,45								■
16. Разработка структурной схемы автоматизации	-	3,45								■
17. Составление пояснительной записки	-	2,01								■

■ НР ■ И

3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

3.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 3 приведены материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 5 ÷ 20 % от стоимости материалов. Расчёт затрат на материал приведён в таблице 10.

Таблица 10 – Расчёт затрат на материал

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	250	1 уп.	250
Светостойкие чернила для печати	650	1 шт.	650
Ручка	35	2 шт.	70
Карандаш	15	2 шт.	30
Итого:			1000

Допустим, что транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:
 $C_{\text{мат}} = 1000 * 1,05 = 1050$ руб.

3.3.2 Расчет заработной платы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Оклад берется согласно действующей тарифной сетке работодателя. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу 11.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Дневная з/плата = Месячный оклад/24,9 дней. Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 11.

При расчете учитывалось, что в году 299 рабочих дня и, следовательно, в месяце 24,9 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе). Также был принят во внимание коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям КПП = 0,3 и районный коэффициент КРК = 0,3 ($K=1,3 \cdot 1,3=1,69$).

Таблица 11 – Расчеты затрат на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./месс.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	47104	1891,7	13,62	1,699	43774,65
И	9489	381	32,35	1,62	19967,06
Итого:					63741,71

3.3.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц.} = C_{зп} * 0,3$.
Итак, в нашем случае $C_{соц.} = 63741,71 * 0,3 = 19122,51$.

3.3.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле (9):

$$C_{эл.об.} = P_{об} * t_{об} * Ц_{э} \quad (9)$$

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

$Ц_{э}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ Цэ = 5,748 руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 8 для инженера ($T_{РД}$) из расчета (10), что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{РД} * K_t, \quad (10)$$

где K_t меньше или равен 1 – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{РД}$, определим, что $K_t = 0,8$ для ПК и $K_t = 0,01$ для принтера.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле (11):

$$P_{ОБ} = P_{НОМ.} * K_C, \quad (11)$$

где $P_{НОМ.}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

K_C меньше или равен 1 – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{ОБ}$, кВт	Затраты $C_{эл.об.}$ руб
Персональный компьютер	259,2	0,655	975,87
Струйный принтер	0,1	0,350	0,20
Итого:			976,07

3.3.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. При этом используется следующая формула (12):

$$C_{AM} = \frac{N_A * C_{OB} * t_{pф} * n}{F_D}, \quad (12)$$

где N_A - годовая норма амортизации единицы оборудования;

C_{OB} - балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

F_D - действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году;

$t_{pф}$ - фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n - число задействованных однотипных единиц оборудования.

Определим N_A для ПК, воспользуемся для этого постановлением правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы» из него мы получим рамочное значение сроков амортизации (полезного использования) оборудования для ПК оно составляет от 2 до 3 лет. В нашей работе мы зададим, что срок амортизации для ПК 2 года. Тогда $N_A = \frac{1}{2} = 0,5$ так как является обратной величиной от срока амортизации.

Определим C_{OB} . Стоимость ПК составляет 60000 рублей, ТЗР составляет 5% тогда $C_{OB} = 63000$ рубль.

Определим F_D для ПК в 2020 г. Так как количество рабочих дней при шестидневной рабочей недели составляет 299 то $F_D = 299 * 8 = 2392$ часа.

Фактическое время работы оборудования возьмем из таблицы 3,2 для ПК оно равно 215,6 часа.

В данной работе применяется один ПК поэтому $n = 1$.

Тогда C_{AM} для ПК равно (13):

$$C_{AM} = \frac{0,5 * 63000 * 215,6 * 1}{2392} = 3413,38. \quad (13)$$

Теперь определим C_{AM} для принтера $N_A = 0,5$, $C_{OB} = 16370,55$ рублей, $F_D = 2392$ час, $t_{pф} = 0,1$ час, $n = 1$, тогда (14):

$$C_{AM} = \frac{0,5 * 16370,55 * 0,1 * 1}{2392} = 0,34. \quad (14)$$

Итого начислено амортизации **3413,72** рубля.

3.3.6. Расчет прочих расходов

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

$$C_{проч.} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{ам.}) * 0,1, \quad (15)$$

Тогда для нашего проекта $C_{проч.} = (1050 + 63741,71 + 19122,51 + 976,07 + 3413,72) * 0,1 = 8830,40$ рублей (15).

3.3.7. Расчет общей себестоимости разработки

В таблице 13 после проведения расчетов по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость нашего проекта.

Таблица 13 – Смета затрат на разработку

4. Статья затрат	5. Условное обозначение	6. Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{мат}$	1050
Основная заработная плата	$C_{зп}$	63741,71
Отчисления в социальные фонды	$C_{соц}$	19122,51

Продолжение таблицы 13 – Смета затрат на разработку

Расходы на электроэнергию	$C_{эл.об.}$	976,07
Амортизационные отчисления	$C_{ам.}$	3413,72
Прочие расходы	$C_{проч.}$	8830,40
Итого:		97134,41

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 97134,41$ рублей.

3.3.8. Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Так как мы не располагаем данными для применения «сложных» методов, то прибыль примем в размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта. В нашем проекте она составляет 19426,88 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

3.3.9. Расчет НДС

Так как НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыль. То в нашем случае $\text{НДС} = (97134,41 + 19426,88) * 0,2 = 23312,25$ рублей.

3.4.10 Экономическая эффективность

Исходя из известных стоимостей оборудования, которые показаны в таблицах 6 и 7, можно сделать вывод что основным фактором экономической эффективности является снижение затрат на замену отработавшего ресурс оборудования более дешёвым отечественными аналогами в течении предстоящих 10 лет. Ввиду отсутствия данных о календарных сроках конкретных замен, количественная оценка данного эффекта невозможна.

4 Социальная ответственность

Организация и улучшение условий труда на рабочем месте является важнейшим фактором производительности труда и экономической эффективности предприятия. Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социальноэкономических, технических, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Любая трудовая деятельность сопряжена с направленным воздействием на работников вредных и опасных производственных факторов. Под условиями труда понимается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и производительность трудов человека в процессе работы. Отсюда обеспечение безопасных условий труда - одна из первостепенных целей, к которой должны стремиться руководители предприятий.

Автоматизация производства во многом позволяет осуществлять технологические и технические процессы без непосредственного участия персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего технического персонала ограничивается наблюдением за работой оборудования или отдельных установок, настройкой, наладкой или ремонтом аппаратуры. В разделе выпускной квалификационной работы анализируется характеристика рабочих зон, которая является установкой комплексной подготовки нефти. Проанализированы опасные и вредные факторы в рабочей зоне.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Режим рабочего времени

Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по графику,

неполная рабочая неделя), работы с ненормированным рабочим днем для отдельных категорий работников, продолжительность ежедневной работы (смены), в том числе неполного рабочего дня (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе, число смен в сутки, чередование рабочих и нерабочих дней, которые устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка в соответствии с трудовым законодательством и другими нормативными актами, содержащими нормы трудового права, коллективным договором, соглашениями.

Особенности графика рабочего времени и времени отдыха работников транспорта, связи и других, имеющих особые характеристики работ, определяются в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Обычно на производственных участках (к примеру, на данном УКПГ) применяют режим посменного рабочего времени. Сменная работа - работа в две, три или четыре смены - вводится в тех ситуациях, когда длительность производственного процесса превышает возможную продолжительность ежедневной работы, а также в целях более корректного использования оборудования и установок, увеличения объемов выпускаемой продукции или оказываемых услуг без превышения нагрузки на оборудование или персонал.

При сменных работах все группы работников должны производить работу в течение установленной продолжительности рабочего времени в соответствии с графиком, установленным на предприятии.

При составлении графиков посменных работ, работодатель следует установленному порядку представительного органа работников в порядке, установленном статьей 372 настоящего Кодекса (в ред. Федерального закона от 30.06.2006 N 90-ФЗ) для принятия локальных нормативных актов. Графики сменной работы, как правило, являются приложением к коллективному договору.

Графики сменной работы доводятся до сведения работников не позднее чем за один месяц до введения их в действие. Работа в течение суток или двух смен запрещается.

4.1.2 Защита персональных данных работника

К данным работника требующим защиты относятся:

- Возраст, пол, анатомические характеристики и биометрические данные;
- ФИО, документы, подтверждающие личность;
- Религиозные или политические убеждения;
- Сведения о сексуальной ориентации и состоянии здоровья или возможных заболеваниях;
- Финансовое положение и все что касается доходов;
- Место жительства, семейное положение;
- Расовая, национальная и этническая принадлежность;
- Размер заработка или оклад, место предыдущей работы, судимость, пребывание на выборных должностях, служба в армии. (Также то, что касается фактов личной жизни.);
- Сведения об увлечениях, привычках, в том числе и вредных, таких как наркотики, алкоголь, курение и т.д.;
- Сведения о квалификации, образовании, наличии разряда, прохождении стажировки или курсов и др.;
- Особенности общения и взаимоотношений с другими людьми. (Наличие детей, семейное положение, родственные связи и т.д.);
- Сведения о личных и деловых качествах, которые носят оценочный характер.

Приведенный перечень персональных данных определен ст. 3 Федерального закона от 27. 07. 2006 года за № 152-ФЗ «О персональных данных». Персональные

данные относятся к частной жизни гражданина, которая является конституционным правом каждого. Помимо этого, существует Указ Президента РФ от 6.03.1997 г. за № 188, в котором определяется, что персональные сведения носят конфиденциальный характер и должны оставаться не доступными для общества.

При обработке персональной информации гражданина должны соблюдаться с определенными правилами целью обеспечения прав и свобод гражданина и человека. Выполнять требования и предписания по обработке личных данных должны работодатель и его представитель, выполняющий эти обязанности.

За соблюдение прав работника, имеющих цель защиты его персональных данных, которые хранятся у работодателя, отвечает ст. 89 ТК РФ. Согласно данной статье Трудового Кодекса, работник имеет право на:

- получение полной информации о хранении и обработке своих личных данных;
- изменение и исключение неполных или недостоверных персональных сведений;
- определение представителей, которые уполномочены защищать персональные данные;
- безопасный доступ к своим личным сведениям;
- обжалование в суде любых неправомерных действий работодателя, связанных с защитой и обработкой персональных данных.

За нарушение норм, регулирующих защиту и обработку данных, предусмотрено наказание в виде материальной, дисциплинарной, административной, гражданско-правовой и уголовной ответственности. В первую очередь ответственность за распространение личной информации работника несут: отдел кадров, руководитель и лица, занимающиеся обработкой таких сведений, в соответствии со своими должностными инструкциями и обязанностями. В случае неправомерного распространения персональных данных руководитель

предприятия на основании ст. 192 ТК РФ может применить к сотруднику виновному в случившемся такие санкции, как замечание, выговор и даже увольнение.

4.1.3 Виды компенсаций при работе во вредных условиях труда

Виды гарантий и компенсаций:

– Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск. В соответствии со ст. 117 Трудового кодекса РФ работникам, условия труда которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 2,3 или 4 степени либо опасным условиям труда предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск. Его минимальная продолжительность составляет 7 календарных дней. Продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска сотрудника устанавливается трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

– Сокращенная продолжительность рабочего времени. Статья 92 Трудового кодекса РФ устанавливает сокращенную продолжительность рабочего времени - не более 36 часов в неделю - для работников, условия труда на рабочих местах, которые по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда. Продолжительность рабочего времени сотрудника устанавливается трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

– Досрочное назначение трудовой пенсии. Досрочное назначение трудовой пенсии предусмотрено ст. 27 и 27.1 Федерального закона «О трудовых пенсиях в Российской Федерации». В указанных статьях определены категории работников, имеющих право на назначение трудовой пенсии по старости до

достижения возраста 60 лет для мужчин и 55 для женщин. Списки соответствующих работ, производств, профессий, должностей, специальностей и учреждений (организаций), с учетом которых назначается трудовая пенсия по старости досрочно, правила исчисления периодов работы (деятельности) и назначения указанной пенсии при необходимости утверждаются Правительством РФ.

– Повышение оплаты труда. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере (ст. 147 ТК РФ). Минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 4% тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда. Доплаты устанавливаются на конкретных рабочих местах и начисляются рабочим только за время фактической занятости на этих рабочих местах. Размер доплат в зависимости от фактического состояния условий труда на рабочих местах может быть определен от 4 до 24% к тарифной ставке (окладу).

4.1.4 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Также рабочее место должно быть организовано с учетом требований ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». В документе указаны следующие основные пункты: – При работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук; – Подвижность кресла относительно пола или другой поверхности, на которой оно установлено, может не ограничиваться. В случае необходимости обеспечения строго определенного положения человека-оператора по отношению к средствам отображения информации и органам управления, а также в случае, если трудовая деятельность человека-оператора сопряжена с 5

силовыми и резкими движениями, кресло должно быть фиксировано. При этом, в зависимости от характера трудовой деятельности оператора, должна быть обеспечена возможность изменения положения кресла или сиденья в горизонтальной плоскости с фиксацией его в нужном положении. При необходимости подвижность кресла должна задаваться также вращением кресла на 180-360° вокруг вертикальной оси опорной конструкции кресла с фиксацией в нужном положении. Также СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 устанавливает следующие правила: – В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ; – Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно- цифровых знаков и символов; – Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

4.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Приведем анализ вредных и опасных производственных факторов на установке представленный в таблице 13, которые могут возникнуть, при разработке или эксплуатации модернизируемого объекта.

Таблица 13 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изгото вление	Экспл уатац ия	
1. 1.Отклонение показателей микроклимата	2. -	3. +	4. +	ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно–гигиенически требования к воздуху рабочей зоны *[39].
2. Превышение уровня шума	-	+	+	

Продолжение таблицы 13 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изгото- вление	Экспл уатаци я	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» *[31].
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	Требования к освещению СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[40].
6.Взрывоопасность.	-	-	+	ГОСТ 12.2.007.0–75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2, 3, 4) *[46].
7.Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу.	-	-	+	ГОСТ 25861–83. Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний*[47].
8.Повышенный уровень статического электричества.	-	-	+	СНиП 21–01–97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений *[43].

Продолжение таблицы 13 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изгото- вление	Эксплу- атация	
9.Повышенный уровень вибрации.	-	-	+	ГОСТ 30852.19–2002 (МЭК 60079–20:1996) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования *[41].
10.Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.	-	+	+	ГОСТ 31192.2-2005 «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека» *[13]. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны *[35].

4.3 Анализ вредных производственных факторов

4.3.1 Повышенный уровень шума

Одним из основных факторов, оказывающих влияние на качество выполняемой работы, является шум. Шум оказывает влияние на условия труда, при этом оказывая вредоносное действие на организм работника. Люди работающие в условиях длительного воздействия шума испытывают головные боли, раздражительность,

головокружение, повышенную утомляемость, снижение памяти, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма могут вызвать негативные изменения в эмоциональном и физическом состоянии человека вплоть до стресса и его последствий.

Сильный шум оказывает негативное воздействие на распознавание человеком цветowych сигналов, снижает остроту восприятия цвета, снижение зрения, зрительную адаптацию и реакцию, нарушает восприятие визуальной информации, снижает способность быстро и точно выполнять координированные движения, уменьшает на 5-12% производительность труда.

Длительное воздействие шума с уровнем звукового давления 90дБ снижает производительность труда на 30-60%. Согласно СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 максимально допустимый уровень шума для работ категории 1а составляет 80дБА.

Требования к уровню шума содержатся в СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Во описываемой системе источниками шума являются клапана и задвижки с электроприводами и пневмоприводами, а также оборудование сепараторы и трубопроводы (шум генерирует Газожидкостная смесь, движущаяся внутри сепаратора и труб с большой скоростью). Однако создаваемый ими уровень меньше 80дБА. Следовательно, при работе в цехе сепарации специальные защитные средства не требуются.

Измерение шума производится при помощи шумомеров .

Коллективные способы защиты:

- Разработка шумобезопасной техники;
- Средства, снижающие шум в источнике возникновения;

- Средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта.

Средства индивидуальной защиты:

- Противошумные вкладыши;
- Противошумный шлем;
- Противошумные наушники.

4.3.2 Повышенный уровень вибрации

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 31192.2-2005. «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека» [32].

Вибрация определяется как процесс колебаний, возникающих при периодическом смещении центра тяжести какого-либо тела от состояния равновесия, а также при периодическом изменении формы тела или его положения, которую оно имело в статическом состоянии.

Воздействие производственной вибрации на работника вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния его организма. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма - в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни.

Основными источниками вибрации в цехе сепарации являются работающие задвижки, трубопроводы и сепараторы.

К способам борьбы с вибрацией относятся снижение вибрации в источнике (улучшение конструкции машин, виброгашение (увеличение эффективной массы путем присоединения машины к фундаменту), статическая и динамическая балансировка вращающихся частей машин), вибродемпфирование (применение материалов с большим внутренним трением), виброизоляция (применение виброизоляторов пружинных, гидравлических, пневматических, резиновых и др.), применение индивидуальных средств защиты (виброзащитные обувь, перчатки со специальными упруго-демпфирующими элементами, поглощающими вибрацию).

Создаваемая сепараторами и трубопроводами в цехе сепарации вибрация, невелика, поэтому средства индивидуальной защиты не требуются.

Средства коллективной защиты: вынесение шумящих агрегатов и устройств от мест работы; уменьшение уровня вибрации в источнике возникновения.

Средства индивидуальной защиты: беруши, наушники, виброгасящие рукавицы.

4.3.3 Недостаток освещенности производственных объектов

Освещение производственных и вспомогательных объектов предусматривается согласно «Отраслевым нормам искусственного освещения предприятий нефтяной и газовой промышленности» [40].

При проведении работ в данной рабочей зоне, необходимо поддерживать освещенность не ниже 50 лк, что соответствует разряду проводимых зрительных работ VIIIб. К средствам нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест относятся: источники света, осветительные приборы, световые проемы, светозащитные устройства, светофильтры

4.3.5 Воздействие вредного вещества на организм человека

Отбор проб газожидкостной смеси при контроле за качеством выполнения технологического процесса подготовки газа играет важную роль. Производится отбор проб природного газа и газового конденсата. По характеру воздействия на организм данные вещества являются токсическими.

Природный углеводородный газ и конденсат газовый согласно классификации ГОСТ 12.1.007–76 относятся к вредным веществам 4–го класса опасности. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – обязательные санитарные нормативы для использования при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, а также для предупредительного и текущего санитарного надзора.

Для данных малоопасных вредных веществ предъявляются следующие требования:

- ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – более 10 мг/м
- Средняя смертельная доза при введении в желудок – более 5000 мг/кг
- Средняя смертельная доза при нанесении на кожу – более 2500 мг/кг
- Средняя смертельная концентрация в воздухе – более 50000 мг/куб

Перед началом работы отборщики проб должны привести в порядок свою спецодежду. Отборщики проб при работе должны соблюдать меры безопасности:

- приступать к работе в соответствующей спецодежде и обуви без железных гвоздей и подков
- при отборе проб находиться с наветренной стороны с тем, чтобы пары продуктов ветром относило в сторону;

– во время отбора проб во избежание отравления выделяющимися парами и газами запрещается заглядывать в замерный люк или низко наклоняться к его горловине;

– при отборе проб необходимо пользоваться фильтрующими противогазами с коробками соответствующих марок.

Отбор газовых проб под давлением в условиях цеха необходимо производить через тройник, все сбрасываемые при этом газы должны отводиться на свечу или под тягу. Отобранные пробы газов транспортируют и хранят в пробоотборниках в вытяжных шкафах или хорошо вентилируемых помещениях.

К средствам индивидуальной защиты при взятии проб относятся: спецобувь, спецодежда, фильтрующий противогаз, перчатки, защитные очки [37].

4.3.6 Загазованность

Источником возникновения загазованности рабочей среды является нарушение герметичности оборудования, а также регулярное взятие проб природного газа и газового конденсата. Нижний концентрационный предел распространения пламени (воспламенения) (НКПР): Минимальное содержание горючего газа или пара в воздухе, при котором возможно возникновение пламени [35]. Для природного газа НКПР составляет 4,4% объемной концентрации в воздухе. Для технологического помещения модуля определены величины устанавливаемого предела: минимальная – 0% от значения НКПР; максимальная – 50% от значения НКПР. Отслеживание загазованности производится при помощи датчиковой аппаратуры систем контроля загазованности. При достижении загазованности 15% от значения НКПР срабатывает предупреждающая сигнализация. При возникновении пожара применяются установки порошкового пожаротушения. Для сохранения загазованности на допустимом уровне предусматривается система вентиляции, при достижении загазованности

предельных значений – производится автоматическое включение аварийной вентиляции. В качестве индивидуальных средств защиты от загазованности используются респираторы, фильтрующие противогазы.

4.4 Анализ опасных производственных факторов

4.4.1 Электробезопасность

Для передачи сигналов от датчиков давления, температуры, расходомеров, уровнемеров и системы мониторинга на щит КИПиА используются трех - четырех жильные кабели, а для сигнализаторов - трёх жильные кабели. В качестве кабеля выбран ГЕРДА-КВКнг. Это - кабель с медными токопроводящими жилами с поливинилхлоридной изоляцией в поливинилхлоридной оболочке, с защитным покровом и экранированным основанием по всей длине кабеля, который предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 500 В частотой до 400 Гц или постоянным напряжением до 750 В при температуре окружающей среды от -50°С до +75 °С.

Средства измерения передают выходной сигнал в унифицированном токовом сигнале 4-20 мА, а также сигнал типа реле АС/DC. Унифицированный токовый сигнал 4-20 мА является основным сигналом всех автоматизированных систем, так как мало подвержены электромагнитным помехам, могут работать в низкоомных цепях и передавать информацию на далекие расстояния.

Луженые медные токопроводящие жилы кабелей ГЕРДА-КВКнг выполнены из многопроволочной меди и скручены. Изолированные жилы кабеля ГЕРДА-КВКнг скручены. Кабеля прокладывается в трубах диаметром 20 мм.

При прокладке кабелей систем автоматизации следует соблюдать требования главы 2.3. «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ и дополнительные правила разделения цепей:

- аналоговые сигналы должны передаваться с помощью экранированных кабелей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;

- цепи сигналов управления и сигнализации напряжением 220 В переменного тока и 24 В постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях;

- сигналы управления и контроля для резервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;

- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);

- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны прокладываться в разных кабелях.

Электродвигатели и контрольно-измерительные приборы являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При работе на площадке возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Рабочие места должны быть оборудованы защитным заземлением. Подача электрического тока на площадку должна осуществляться от отдельного независимого источника питания. Необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль. Должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Все датчики, исполнительные в работе, работают на низковольтном напряжении 24 В. Вероятность поражения током при таком напряжении очень мала, поэтому дополнительных средств защиты не требуется [33].

4.4.3 Пожаробезопасность

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага. Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие

на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей. Источники, создающие электромагнитное поле, могут быть как естественными, так и искусственными.

К основным причинам пожаров на УКПГ можно отнести следующие:

- короткие замыкания в цепях систем автоматики;
- непредвиденная утечка природного газа, что может привести к опасной концентрации природного газа 5%-15%;
- несоблюдение правил пожарной безопасности на территории УКПГ (курение и т. п.);
- негерметичное соединение приборов и датчиков;
- негерметичное соединение трубопроводов и присоединительных фланцев;

Пожарная безопасность на УКПГ в соответствии с требованиями должна обеспечиваться за счет:

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

Пожарная профилактика основывается на устранении благоприятных условий для возгорания. В рамках обеспечения пожарной безопасности решаются четыре задачи: предотвращение пожаров и возгорания, локализация возникших пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожара.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; наличие гидрантов с пожарными рукавами; телефонная связь с пожарной охраной; огнетушители: химический пенный ОХП-10 и углекислотный ОУ-2.

В ходе модернизации значительного негативного влияния на пожарную безопасность оказано не было. В следствии чего дополнительных средств защиты не требуется [36].

4.4.4. Температура поверхности оборудования

При проведении работ постоянно приходится находиться в помещении с огромным количеством различного оборудования. Большая часть оборудования, которое регулярно необходимо обслуживать и контролировать правильность выполнения технологического процесса, работает при очень высоких и минимально низких температурах. Отсюда появляется вероятность получения ожога и отморожения при контакте с горячим или холодным оборудованием [34].

Конструкция производственного оборудования должна исключать опасность, вызываемую контактом горячих частей и разбрызгиванием горячих обрабатываемых и (или) используемых при эксплуатации материалов и веществ. Если конструкция не может полностью обеспечить исключение такой опасности, то эксплуатационная документация должна содержать требования об использовании средств защиты, не входящих в конструкцию (оградительные, защитные устройства, знаки безопасности).

Коллективные средства защиты:

- Оградительные устройства;
- Защитные устройства;
- Знаки безопасности

Индивидуальные средства защиты:

- Спецодежда;
- Спецобувь;
- Защитная каска;
- Очки термостойкие;
- Термостойкие перчатки.

4.4.5 Электромагнитное излучение

Работа оператора утсановки 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 сердечнососудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к раковым заболеваниям [38].

Согласно СанПиН 2.1.8/2.2.4.2490-09 – электромагнитные поля в производственных условиях допустимые уровни магнитного поля и длительность

пребывания работающих без средств защиты в электрическом поле приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

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

Для снижения воздействия электромагнитного излучения применяют следующие меры:

- расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см;
- применение экранных защитных фильтров, а также средств индивидуальной защиты.

4.5 Экологическая безопасность

4.5.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

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

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

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.

На этапе технологической подготовки газа не происходит нанесение ущерба литосфере, а именно: отсутствуют твердые отходы и соответственно их сбор; в связи с отсутствием отходов нет необходимости в их захоронении.

Воздействие на селитебные зоны не распространяется, в связи удаленностью данного объекта от жилой зоны, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200 данное месторождение относится к предприятию I класса (удаленность от населенных пунктов 1000 метров).

4.5.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду

В процессе эксплуатации цеха сепарации УКПГ, а именно хранения осушки, очистки, хранения газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются «Методика по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу». Испарение газа и углеводородов с поверхностей происходит достаточно легко при любой температуре.

В ходе технологической подготовки газа, возникают ситуации, когда необходимо попутный газ отводить на факела низкого давления. При горении факела низкого давления в атмосферу выбрасывается сажа (С), диоксид азота (NO₂), оксид углерода (CO₂) и метан (CH₄). Эти вещества создают серьезные

проблемы с точки зрения защиты окружающей среды, а сжигание метана ведет к неэффективному использованию товарного продукта.

4.5.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 8 ноября 2012 г. №1148, не менее 95% попутного газа (ПГ) должно использоваться рационально, лишь 5% возможно сжигать на факелах. В случае неисполнения данных норм недропользователь облагается штрафами, размеры которых ежегодно возрастают.

Количество вредных выбросов непосредственно связано с режимом горения факела, следовательно, необходимо уменьшить расход газа, поступающего на факел, до значений, необходимых для поддержания режима его дежурного горения.

При подготовке газа, поступающая продукция в технологический модуль подготовки газа содержит в своем составе большое количество воды, которая в ходе подготовки газа отделяется.

Сброс пластовых вод без тщательной их очистки в открытые водоемы и реки может привести к полному уничтожению флоры и фауны.

С целью охраны водоемов от попадания загрязненных стоков, которые оказывают воздействие на гидросферу, все промышленные стоки направляются по системе трубопроводов в дренажные емкости. В дальнейшем содержание которых утилизируется без вреда для окружающей среды.

4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.6.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

При проведении работ могут возникать чрезвычайные ситуации следующего характера: природного, биологического, социального, экологического или техногенного.

Рассматриваемая рабочая зона, представляет из себя обособленное здание, которое располагается на участке земле с вырубленными лесами. На работу технологического процесса природные чрезвычайные ситуации не влияют никаким образом (морозы, лесные пожары, ливни, снежные заносы).

Наиболее характерные аварии для модуля подготовки газа носят техногенный характер, прежде всего это взрывы и пожары. Их возникновение связано с разгерметизацией фланцевых соединений; подсосом воздуха в факельные системы, с пробоинами сальниковых соединений на задвижках; с переполнением, разрушением подземных емкостей, поломкой насосных агрегатов; подсосом воздуха в систему или его неполным удалением перед пуском, после остановки или ремонта; с выходом из строя приборов КИПиА, нарушением противопожарного режима, производственной и трудовой дисциплины.

Безопасная эксплуатация объекта в значительной мере обеспечивается надежностью оборудования. Необходим постоянный контроль за техническим и коррозионным состоянием арматуры, трубопроводов. Необходимо проверять исправность запорной арматуры в соответствии с графиком, утвержденным в установленном порядке. Ежемесячно с периодичностью в 2 часа, необходимо осуществлять обход УКПП, с регистрацией результатов осмотра в вахтовом журнале. При обходе необходимо осматривать трубопроводы, наземные сооружения, запорную арматуру, фланцевые соединения. Особое внимание

необходимо обращать на показания манометров – осуществлять контроль за давлением и герметичностью системы. Емкостное оборудование выбрано на условное давление, превышающее рабочее, каждый аппарат оснащен предохранительными клапанами (рабочим и резервным). Материальное исполнение оборудования соответствует климатическим условиям эксплуатации. На резервуаре, для обеспечения его целостности, установлены дыхательный и предохранительный клапаны с огнепреградителями. На всех аппаратах, выходных коллекторах насосов предусмотрена установка манометров, обеспечивающих контроль за работой в системе, в т.ч. автоматический [44].

Предусмотрено внутреннее и наружное антикоррозионное покрытие аппаратов. Толщина стенки аппаратов и трубопроводов выбрана с учетом прибавки на коррозию. На основных потоках УКПГ установлены электроприводные задвижки, позволяющие отключать аварийные участки в короткий срок. Системой автоматики предусмотрен контроль за соблюдением основных технологических параметров процесса, сигнализация о нарушениях. Все проводимые работы в данной зоне должны быть организованы

В процессе эксплуатации должен быть обеспечен своевременный планово–предупредительный ремонт всего оборудования. Важную роль по предупреждению аварий играют меры по организации постоянного и тщательного надзора за исправностью арматуры, а также за своевременным и высококачественным проведением ревизии и ремонта.

Для предупреждения развития аварий проектом предусмотрен автоматический контроль, индикация и сигнализация предельных значений параметров, влияющих на безопасное ведение технологического процесса.

4.6.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований

Чрезвычайные ситуации могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера. Пожары, взрывы, угроза взрывов относят к чрезвычайным ситуациям техногенного характера.

Основную долю аварий на УКПГ составляют взрывы и пожары:

Взрывы и пожары на установках и сооружениях УКПГ могут произойти результате техногенных аварий, связанных с разгерметизацией оборудования или трубопроводов и выходом в окружающее пространство природного газа, паров метанола или конденсата газа, образующих с воздухом взрывоопасные смеси.

При любых видах аварий в цехе подготовки газа и конденсата может произойти взрыв при наличии источника инициирования воспламенения и взрывоопасной смеси в пределах взрывоопасной концентрации.

4.6.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Аварии возникают в результате стихийного бедствия, а также нарушения технологического регламента, правил эксплуатации машин, оборудования и установленных мер безопасности. На установке процесс ведется в аппаратах, работающих под давлением, и в случае наличия малейшей коррозии оборудования и трубопроводов, может привести к их разгерметизации.

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

(токсическое воздействие вредных веществ). Последствия таких техногенных аварий, как правило, оцениваются различными методами, заключающимися в определении размеров зоны поражения, степени поражения людей или нанесенного ущерба.

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

Оперативная часть плана ликвидации возможных аварий предусматривает способы оповещения об аварии, выхода людей из опасных зон, включение систем пожаротушения. В соответствии с требованиями пожарной безопасности и охраны труда, проводится регулярный инструктаж и проверка знаний по технике безопасности на рабочем месте. На производственной установке имеются первичные и стационарные средства пожаротушения, а также пожарная сигнализация. Согласно технологическому регламенту установки предусматриваются следующие средства пожаротушения:

- первичные средства пожаротушения (огнетушители – пенные ОХП10, корюшковые ОПУ-10, ОПС-10г, углекислотные ОУ-5, ОУ-8; кошмы, ящики с песком, лопаты и т.д.);
- стационарная система пенотушения открытой насосной;
- водяная оросительная система колонных аппаратов;
- лафетные стволы на лафетных вышках;
- пожарные краны в помещении компрессорной;
- система паротушения для печей.

4.6 Вывод по разделу

В данном разделе выпускной квалификационной работы нами были определены вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при эксплуатации цеха сепараци УКПГ. Так же мы определились с мерами, которые необходимо реализовать при внедрении нашего проекта на производстве для предотвращения или уменьшения влияния этих выявленных нами вредных и опасных факторов.

Так же было определено, что в процессе эксплуатации УКПГ, появляются источники негативного воздействия на окружающую среду. На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению влияния данных источников загрязнения, установленные системы противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки, аварии и другие опасные ситуации.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была произведена модернизация системы управления технологическим процессом цеха сепарации газа на Восточно-Уренгойском месторождении.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были изучены особенности технологического процесса работы на установке комплексной подготовки газа, а именно работы блока цеха сепарации. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации блока сепарации, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Было произведено описание комплекса аппаратно-технических средств реализации автоматизированной системы. Описана схема внешних проводок, благодаря которой в случае отказа системы существует возможность оперативно найти неисправности и легко их устранить.

Был исследован рынок промышленных приборов и произведён их сравнительный анализ. Выбраны российские аналоги технических средств, соответствующие необходимым требованиям технологического процесса.

Были произведены расчеты общей себестоимости разработки, определена экономическая эффективность.

Так же были определены источники негативного воздействия на здоровье работника и окружающую среду. На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению влияния данных источников

Таким образом, модернизированная автоматизированная система управления технологическим процессом цеха сепарации газа на Восточно-Уренгойском месторождении не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и состоит из Российского оборудования, не уступающего по качеству зарубежным аналогам.

Conclusion

In the course of the final qualification work, the process control system of the gas separation workshop at the East Urengoysk field was modernized.

In the course of the final qualification work, the features of the technological process of work at the complex gas treatment unit, namely the work of the separation unit, were studied.

The structural and functional schemes of automation of the separation unit have been developed, allowing to determine the composition of the necessary equipment and the number of data and signal transmission channels.

A description was made of a complex of hardware and technical means for implementing an automated system. An external wiring diagram is described, due to which, in the event of a system failure, it is possible to quickly find faults and easily eliminate them.

The market of industrial devices was investigated and their comparative analysis was made. Selected Russian analogues of technical equipment that meet the necessary requirements of the process.

The total cost of development was calculated, and economic efficiency was determined. The sources of negative effects on the health of the worker and the environment were also identified. The company takes measures to reduce the impact of these sources.

Thus, the modernized automated process control system for the gas separation workshop at the East Urengoysk field not only meets the current requirements for the automation system, but also consists of Russian equipment that is not inferior in quality to foreign analogues.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проектная документация УКПГ ВУЛУ.
2. Технологический регламент УКПГ ВУЛУ.
3. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. - Томск, 2009.
4. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 464 с.
5. Каталог продукции фирмы Rosemount. Датчик давления Rosemount 3051T. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-sku-3051-coplanar-pressure-transmitter-ru-ru> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.04.2020 г.
6. Каталог продукции фирмы Rosemount. Датчик температуры Rosemount 248. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/automation/measurement-instrumentation/temperature-measurement/about-temperature-sensors> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.04.2020 г.
7. Каталог продукции фирмы Rosemount. Датчик уровня Rosemount 3300. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-3300-gwr-transmitter-ru-ru> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.04.2020 г.
8. Каталог продукции фирмы Rosemount. Датчик давления Rosemount 3051C. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-sku-3051-coplanar-pressure-transmitter-ru-ru> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.04.2020 г.

9. Каталог продукции фирмы Siemens. Позиционеры Sipart PS2. [Электронный ресурс]. URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/Products/10023738> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.04.2020 г.
10. Каталог продукции фирмы Allen-Bradley. Контроллеры. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elec.ru/brands/allen-bradley/catalogue/>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
11. Каталог продукции фирмы Подольск-кабель. Кабель. [Электронный ресурс]. URL: http://www.podolskkabel.ru/catalog/kvvgnga_kvvgenga, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
12. Каталог продукции фирмы Emerson. Датчик давления Метран 75. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-75-ru-ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
13. Каталог продукции фирмы Овен. Датчик давления Овен ПД200-ДИ. [Электронный ресурс]. URL: https://owen.ru/product/preobrazovateli_izbitochnogo_davleniya_owen_pd200_di_div, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
14. Каталог продукции фирмы Элемер. Датчик давления Элемер АИР-10Н. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elemer.ru/production/pressure/air_10h.php, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
15. Каталог продукции фирмы Emerson. Датчик температуры Метран 280. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-280-ru-ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
16. Каталог продукции фирмы Овен. Датчик температуры ДТС035. [Электронный ресурс]. URL: https://owen.ru/product/dtshh5_termosoprotivleniya_s_kommutacionnoj_golovkoj, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.

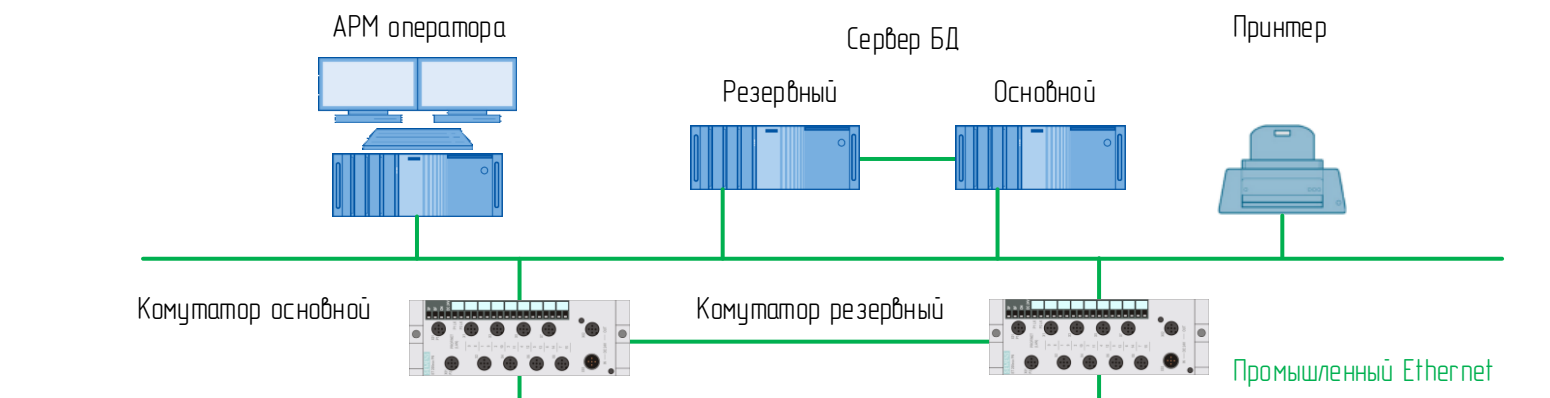
17. Каталог продукции фирмы Элемер. Датчик температуры ТС-1187Ехd. [Электронный ресурс]. URL: https://owen.ru/product/dtshh5_termosoprotivleniya_s_kommutacionnoj_golovkoj, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
18. Каталог продукции фирмы Магнитол. Датчик уровня Эклипс 706. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.magnetrol.com/ru/products/eclipse-706-radarnyy-volnovodnyy-urovnemer>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
19. Каталог продукции фирмы Krohne. Датчик уровня OPTIFLEX 1300. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.krohne.com/ru/pribory/izmerenie-urovnja/urovnemery/refleks-radarnye-tdr-urovnemery/optiflex-1300/>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
20. Каталог продукции фирмы Rizus. Датчик уровня РИЗУР-1300. [Электронный ресурс]. URL: <https://rizur.ru/catalog/urovnemery/urovnemer-mikrovolnovoy-refleks-radarnyy-rizur-1300/>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
21. Каталог продукции фирмы Emerson. Датчик давления Метран 150. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-150-ru-ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
22. Каталог продукции фирмы Owen. Датчик давления ПД200-ДД. [Электронный ресурс]. URL: https://owen.ru/product/preobrazovateli_differencial_nogo_davleniya_owen_pd200_dd, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
23. Каталог продукции фирмы Elemer. Датчик давления АИР-10Н-ДД. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elemer.ru/production/pressure/air_10h.php, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.

24. Каталог продукции фирмы Adl. Электропневматический позиционер IP8000. [Электронный ресурс]. URL: <https://adl.ru/truboprovodnaya-armatura/elektropnevmaticheskie-pozitsionery-ip8000.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
25. Каталог продукции фирмы Руст. Электропневматический позиционер ЭПП 300. [Электронный ресурс]. URL: http://www.roost.ru/katalog/pribory/elektropnevmaticheskij_pozicioner_epp_300/, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
26. Каталог продукции фирмы Регулятор. Электропневматический позиционер AM800. [Электронный ресурс]. URL: <http://nporeg.ru/pozitsioner>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2020 г.
27. ГОСТ 21.408-13 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 2014. – 44с.
28. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – Головное изд-во, 1986. – 311с.
29. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. «Опасные и вредные факторы. Классификация».
30. ГОСТ 21.208-2013 «Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».
31. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки».
32. ГОСТ 31192.2-2005 «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека».
33. ГОСТ Р 12.1.038-82. «Электробезопасность».
34. ГОСТ 12.0.003–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

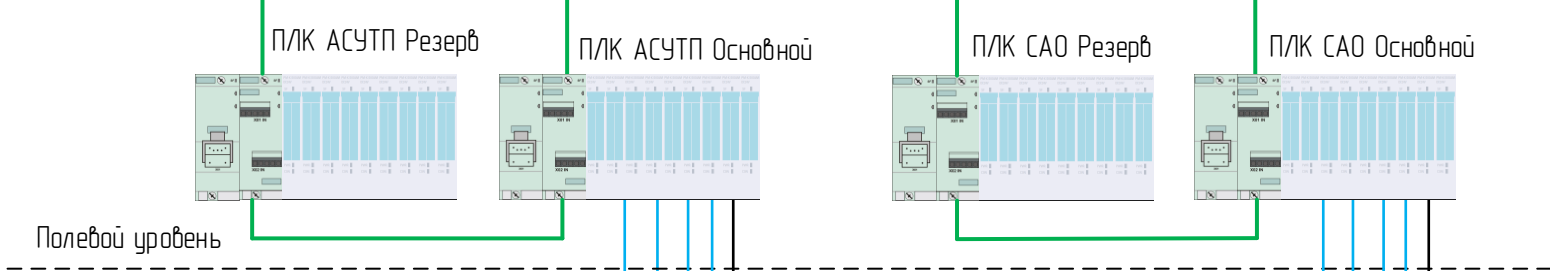
35. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
36. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
37. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
38. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
39. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно–гигиенически требования к воздуху рабочей зоны.
40. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
41. ГОСТ 30852.19–2002 (МЭК 60079–20:1996) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования.
42. Ибрагимов Г.З., Артемьев В.Н. Техника и технология добычи и подготовки нефти и газа. – М.: МГОУ, 2005. – 243с.
43. СНиП 21–01–97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
44. ПБ 03–585–03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.
45. ГОСТ 12.2.044–80 ССБТ. Машины и оборудование для транспортирования нефти. Требование безопасности.
46. ГОСТ 12.2.007.0–75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).
47. ГОСТ 25861–83. Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний.
48. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230–2007 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. 20 с.

Приложение А
(обязательное)
(Структурная схема)

Врхний уровень



Средний уровень



Полевой уровень

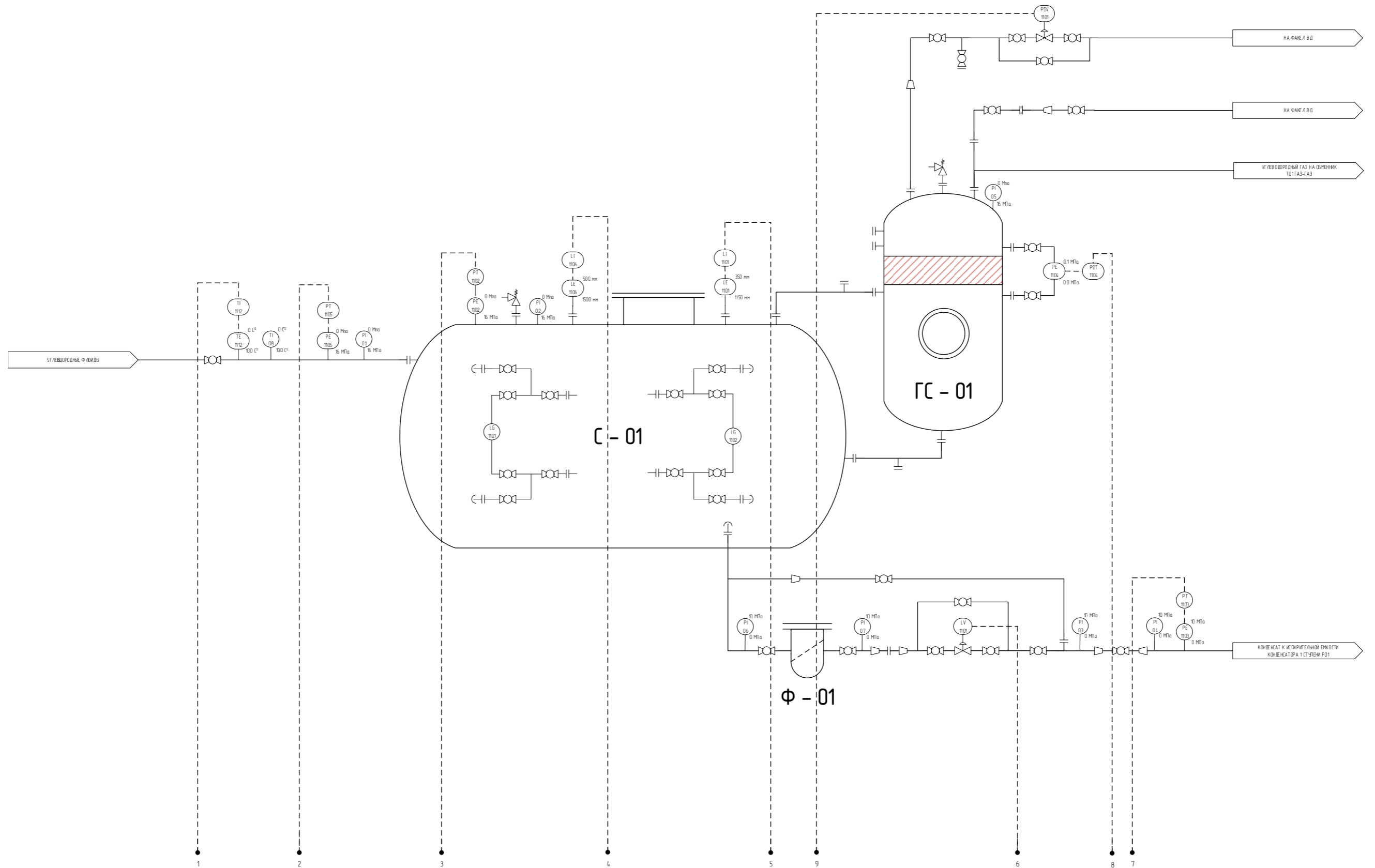


Создано:	
Вам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал		Люшкинов В.С.			
Проверил		Заревич А. И.			
ГИП					
Н.контр.					

ФЮРА. 425280. 001 ЭС 03			
Структурная схема			
Стадия	Лист	Листов	
У	1	1	
ТПУ ОАР ИШИТР			118
Группа 3-8Т51			

Приложение Б
(обязательное)
(Функциональная схема)



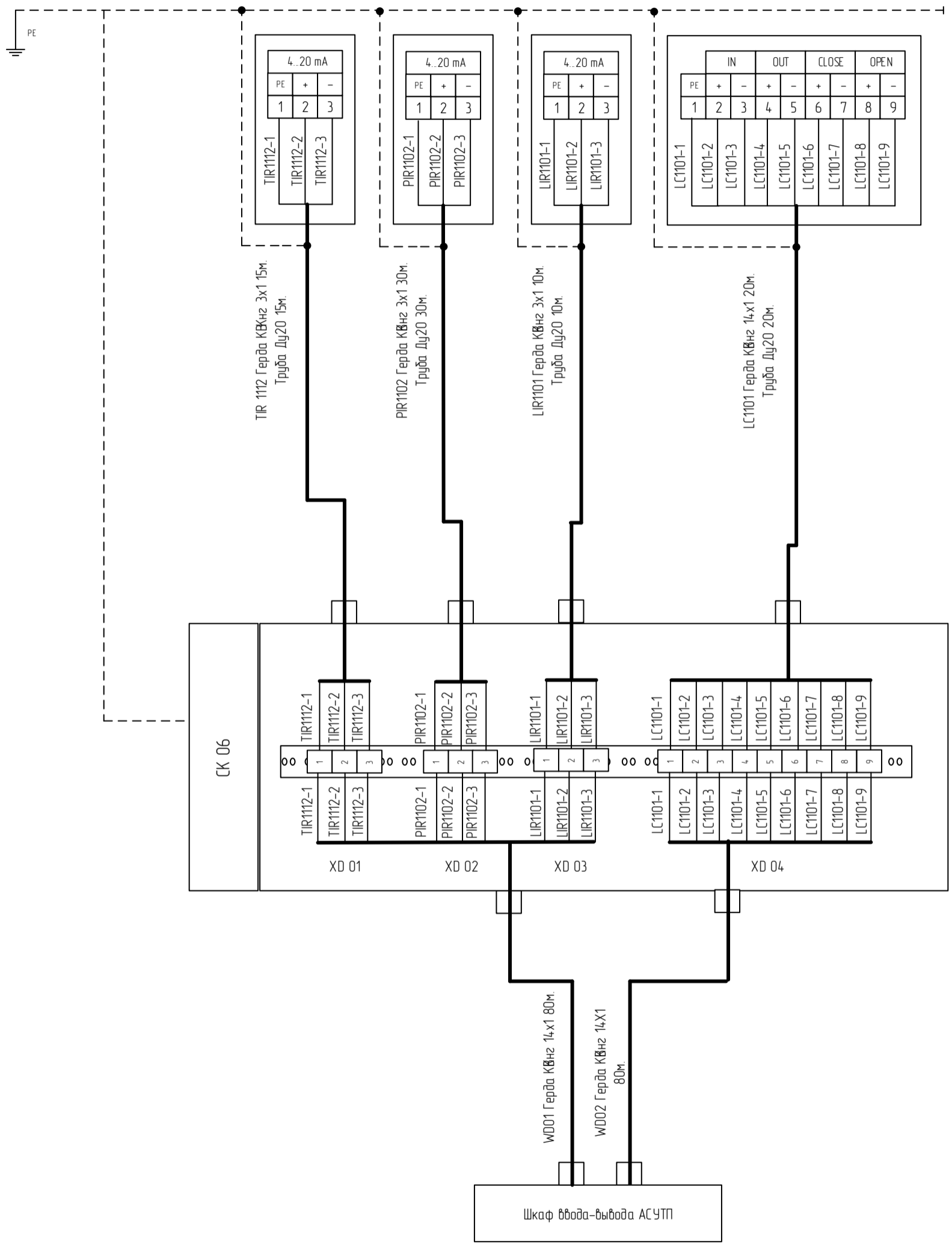
	1 °C	2 МПа	3 МПа	4 %	5 %	6 %	7 МПа	8 МПа	9 %
Шкаф Блок	TA 112	PA 105	PA 106	LA 105	LA 106	LV 105	PA 105	PA 106	PI 103
Шум оператор	HL 1, LR 112	HL 2, PR 105	HL 3, PR 106	HL 4, LR 105	HL 5, LR 106	LC 105	HL 6, PR 105	HL 7, PR 106	PI 08, PE 104, PDI 110
SCADA	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○	○	○	○	○

ФУРА.425280.001.ЭС.07					
Функциональная схема					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал		Лукшинов В.С.			
Проверил		Заревич А.И.			
ГИП					
Н.контр.					
			Стадия	Лист	Листов
			У	1	1
					120
					ТПУ ОАР ИШИТР Группа 3-8Т52

Создано	
Внесено	
Подано	
Изд.	

Приложение В
(обязательное)
(Схема внешних проводок)

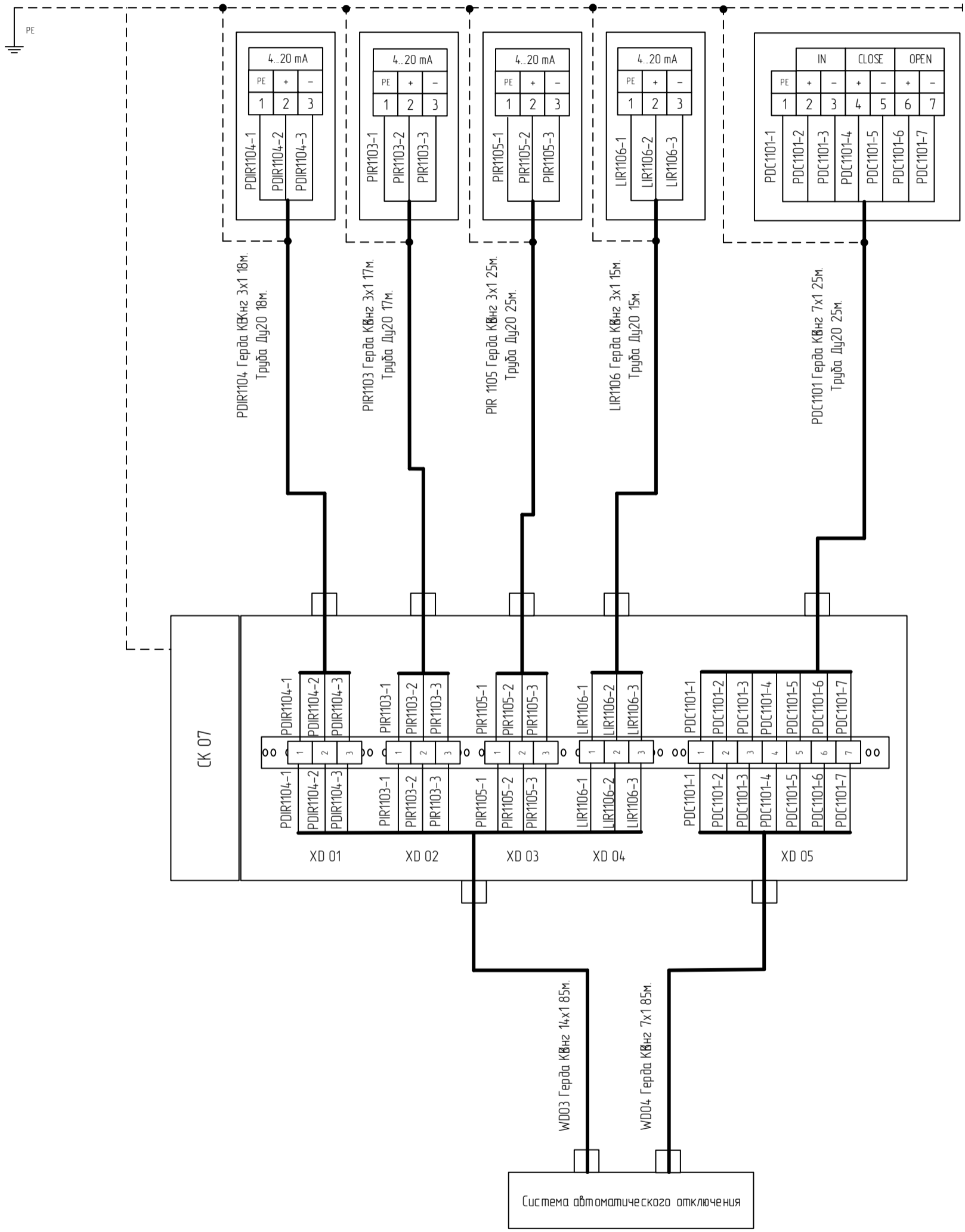
Место отбора импульса	Сепаратор 1-ой ступени С-01			
Наименование параметра	Температура	Давление	Уровень	Клапан
Тип датчика	Rosemount 248	Rosemount 3051T	Rosemount 3300	SIPART PS 2
Позиция	TIR 1112	PIR1102	LIR1101	LC1101



Согласовано:	Вам. инд. №	Подп. и дата	Инд. № подл.

ФЮРА. 425280. 001 ЭС 05					
Схема внешних проводов					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал		Люшкинов В.С.			
Проверил		Заревич А. И.			
ГИП					
Н.контр.					
			Стадия	Лист	Листов
			У	1	3
ТПУ ИШИТР ОАР Группа 3-8Т52					122

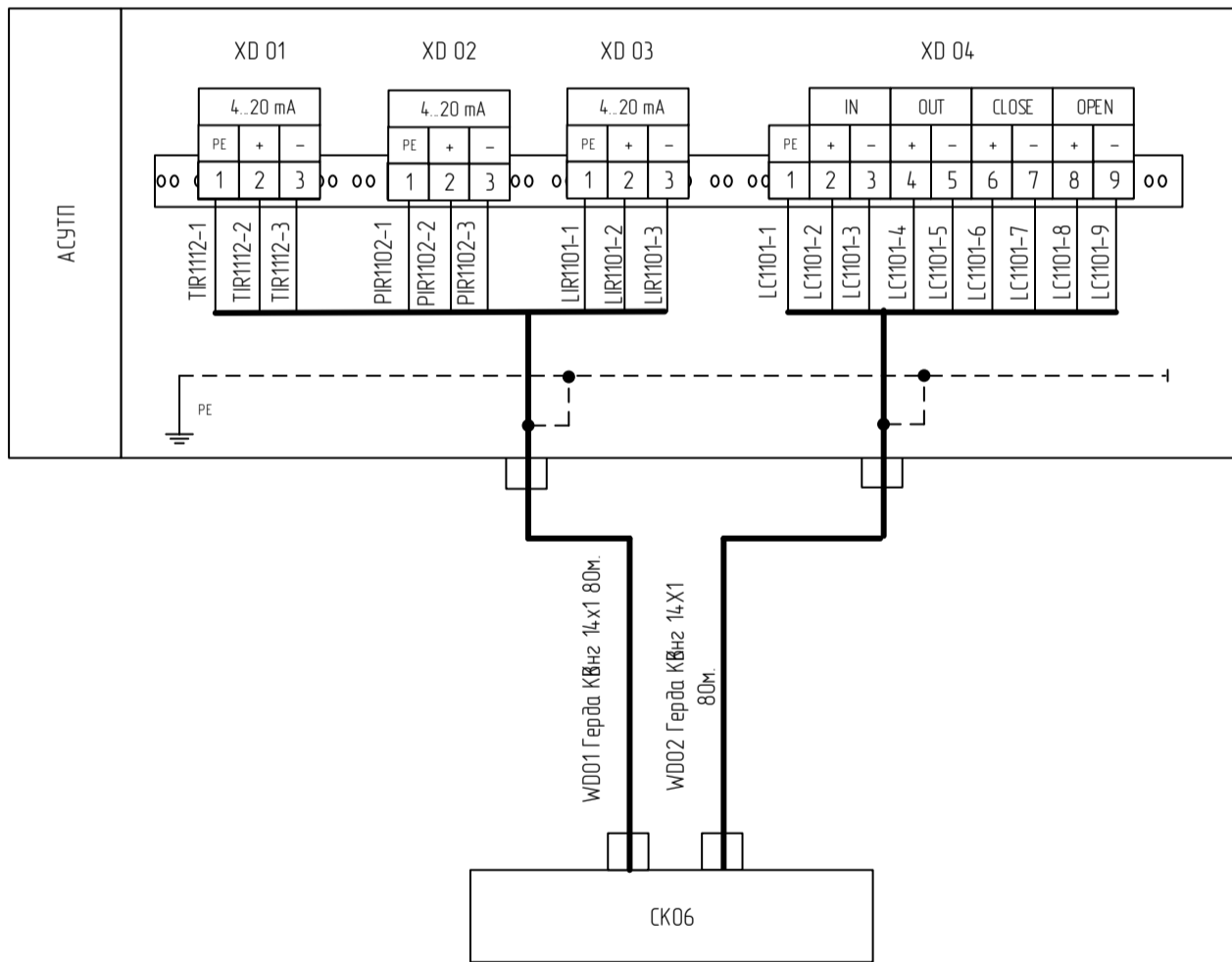
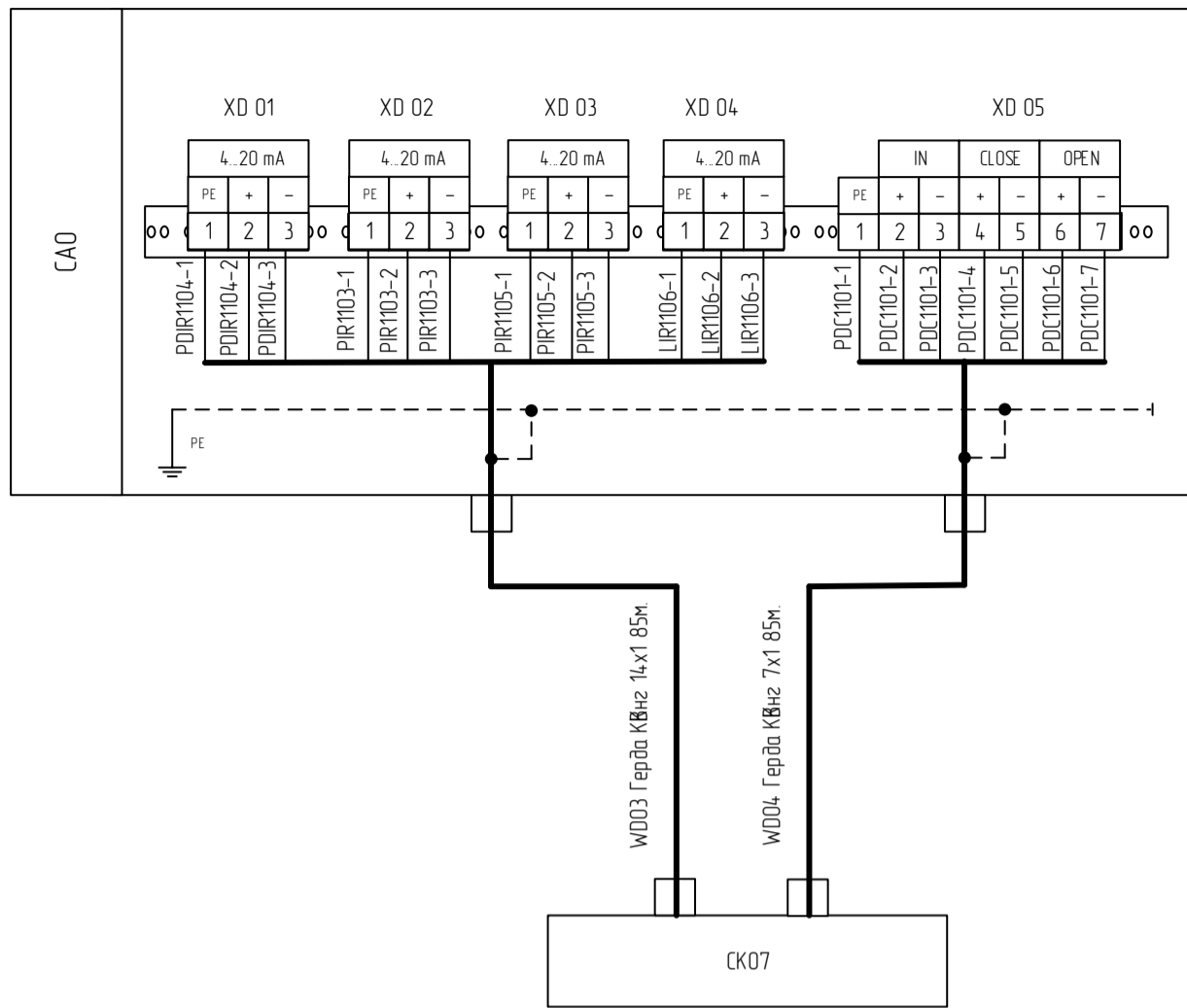
Место отбора импульса	Сепаратор 2-ой ступени ГС-01	Сепаратор 1-ой ступени С-01			Сепаратор 2-ой ступени ГС-01
Наименование параметра	Давление			Уровень	Клапан
Тип датчика	Rosemount 3051C	Rosemount 3051T	Rosemount 3051T	Rosemount 3300	По документации устройства
Позиция	PDIR1104	PIR1103	PIR 1105	LIR1106	PDC1101



Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Согласовано:

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФЮРА. 425280. 001 ЭС 05



Согласовано:			
Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФЮРА. 425280. 001 ЭС 05

Приложение Г
(обязательное)
(Пречень входных/выходных сигналов)

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон измерения	Единица измерения	Тип сигнала	Технологические уставки				Примечание
					Предупредитель		Аварийный		
					Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	
Датчик температуры в работе	TIR1112_AI_IN_OK	0 .. 100	°C	AI (4..20 mA)	-	-	-	-	Температура углеводородных флюидов на входе сепаратора С01
Датчик температуры авария	TIR1112_AI_IN_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Датчик температуры мин. предел	TIR1112_AI_IN_L	-	-	DI	+	-	-	-	
Датчик температуры макс. предел	TIR1112_AI_IN_H	-	-	DI	-	+	-	-	
Датчик температуры превышение мин. предела	TIR1112_AI_IN_HH	-	-	DI	-	-	-	+	
Датчик температуры превышение макс. предела	TIR1112_AI_IN_LL	-	-	DI	-	-	+	-	
Датчик давления в работе	PIR1105A_AI_IN_OK	0 .. 16	МПа	AI (4..20 mA)	-	-	-	-	Давление флюида на входе сепаратора С01
Датчик давления авария	PIR1105A_AI_IN_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Датчик давления мин. предел	PIR1105A_AI_IN_L	-	-	DI	+	-	-	-	
Датчик давления макс. предел	PIR1105A_AI_IN_H	-	-	DI	-	+	-	-	
Датчик давления превышение мин. предела	PIR1105A_AI_IN_HH	-	-	DI	-	-	-	+	
Датчик давления превышение макс. предела	PIR1105A_AI_IN_LL	-	-	DI	-	-	+	-	
Датчик давления в работе	PIR1102_AI_IN_OK	0 .. 16	МПа	AI (4..20 mA)	-	-	-	-	Давление в сепараторе С01
Датчик давления авария	PIR1102_AI_IN_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Датчик давления мин. предел	PIR1102_AI_IN_L	-	-	DI	+	-	-	-	
Датчик давления макс. предел	PIR1102_AI_IN_H	-	-	DI	-	+	-	-	
Датчик давления превышение мин. предела	PIR1102_AI_IN_HH	-	-	DI	-	-	-	+	
Датчик давления превышение макс. предела	PIR1102_AI_IN_LL	-	-	DI	-	-	+	-	
Датчик уровня в работе	LIR1106_AI_IN_OK	500 .. 1500	мм	AI (4..20 mA)	-	-	-	-	Уровень конденсата на входе в сепаратор С01
Датчик уровня авария	LIR1106_AI_IN_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Датчик уровня мин. предел	LIR1106_AI_IN_L	-	-	DI	+	-	-	-	
Датчик уровня макс. предел	LIR1106_AI_IN_H	-	-	DI	-	+	-	-	
Датчик уровня превышение мин. предела	LIR1106_AI_IN_HH	-	-	DI	-	-	-	+	
Датчик уровня превышение макс. предела	LIR1106_AI_IN_LL	-	-	DI	-	-	+	-	
Датчик уровня в работе	LIR1101_AI_IN_OK	350 .. 1150	мм	AI (4..20 mA)	-	-	-	-	Уровень конденсата на выходе из сепаратора С01
Датчик уровня авария	LIR1101_AI_IN_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Датчик уровня мин. предел	LIR1101_AI_IN_L	-	-	DI	+	-	-	-	
Датчик уровня макс. предел	LIR1101_AI_IN_H	-	-	DI	-	+	-	-	
Датчик уровня превышение мин. предела	LIR1101_AI_IN_HH	-	-	DI	-	-	-	+	
Датчик уровня превышение макс. предела	LIR1101_AI_IN_LL	-	-	DI	-	-	+	-	
Исполнительный механизм управление в работе	LC1101_AI_IN_OK	0 .. 100	%	AI (4..20 mA)	-	-	-	-	Регулирующий клапан конденсата на выходе сепаратора С01
Исполнительный механизм авария на линии управления	LC1101_AI_IN_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Исполнительный механизм ответный сигнал в работе	LC1101_AO_OUT_OK	0 .. 100	%	AO (4..20 mA)	-	-	-	-	
Исполнительный механизм авария на линии ответного сигнала	LC1101_AO_OUT_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Исполнительный механизм полное открытие	LC1101_OPENED_IN_OK	-	-	DI (24V)	-	-	-	-	
Исполнительный механизм авария открытия	LC1101_OPENED_IN_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Исполнительный механизм полное закрытие	LC1101_CLOSED_IN_OK	-	-	DI (24V)	-	-	-	-	
Исполнительный механизм авария закрытия	LC1101_CLOSED_IN_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Датчик давления в работе	PIR1103_AI_IN_OK	0 .. 10	МПа	AI (4..20 mA)	-	-	-	-	
Датчик давления авария	PIR1103_AI_IN_BAD	-	-	DI	-	-	-	-	
Датчик давления мин. предел	PIR1103_AI_IN_L	-	-	DI	+	-	-	-	
Датчик давления макс. предел	PIR1103_AI_IN_H	-	-	DI	-	+	-	-	
Датчик давления превышение мин. предела	PIR1103_AI_IN_HH	-	-	DI	-	-	-	+	
Датчик давления превышение макс. предела	PIR1103_AI_IN_LL	-	-	DI	-	-	+	-	

Согласовано: _____
Вам. инб. № _____
Подп. и дата _____
Инб. № подл. _____

ФЮРА. 425280. 001 ЭС 3					
Перечень входных / выходных сигналов					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал		Люкшинов ВС.			
Проверил		Заревич А. И.			
ГИП					
Н.контр.					
			Стадия	Лист	Листов
			У	1	1
ИШИТР ОАР Группа 3-8Т52					120

Приложение Д
(обязательное)
(Алгоритм сбора данных канала измерения уровня)



Согласовано:

Вам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал		Люкшинов ВС.			
Проверил		Заревич А. И.			
ГИП					
Н.контр.					

ФЮРА. 425280. 001. ЭС 15

Алгоритм сбора данных канала измерения уровня			Стадия	Лист	Листов
			У		1
			ИШИТР ОАР Группа 3-8Т52		