

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Синтез автоматизированной системы управления блока разделителя жидкостей установки комплексной подготовки газа</b>

УДК 681.51-047.84:622.279.8:66.074.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Микулич Алексей Алексеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Аврамчук В.С.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский В.Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Воронин А.В.	К.Т.Н.		
Руководитель ОАР	Леонов С.В.	К.Т.Н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
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.
<b><i>Общекультурные компетенции</i></b>	
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)

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Воронин А.В.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Микулич Алексею Алексеевичу

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.03.2019 №2344/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	28.05.2019
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования – разделитель жидкости блока НТС установки комплексной подготовки газа (УКПГ). Режим работы – непрерывный. Нормированные требования по давлению внутри аппарата 4,0-6,0 МПа и уровню жидкости 1300-1520 мм. Разделитель жидкости предназначен для разделения потока жидкости на газовый конденсат и водометанольный раствор.
---------------------------------	--

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Обзор литературы 2. Постановка цели и задач проектирования 3. Объект и методы проектирования 4. Аналитика и расчеты 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6. Социальная ответственность 7. Заключение
<b>Перечень графического материала</b>	1. Структурная и функциональная схемы автоматизации 2. Схема информационных потоков и внешних проводок 3. Экранная форма автоматизированной системы
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	21.01.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Аврамчук В.С.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Микулич Алексей Алексеевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т41	Микулич Алексею Алексеевичу

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

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

1. Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Затраты на материальные ресурсы – 3640 руб.; Затраты на ПО – 5990 руб.; Размер оклада руководителя – 29568 руб.; Размер оклада младшего научного сотрудника – 15470 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Срок выполнения проекта – 5 месяца; Дополнительная заработная плата составляет 12% от основной; Районный коэффициент равен 1,3
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка отчислений на социальные нужды составляет 30,1 % для образовательных и научных учреждений

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Организация и планирование работ	1.1 Продолжительность этапов работ 1.2 Расчет накопления готовности проекта
2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	2.1 Расчет затрат на материалы 2.2 Расчет заработной платы 2.3 Расчет затрат на социальный налог 2.4 Расчет затрат на электроэнергию 2.5 Расчет амортизационных расходов 2.6 Расчет прочих расходов 2.7 Расчет общей себестоимости разработки 2.8 Расчет прибыли 2.9 Расчет НДС 2.10 Цена разработки НИР
3. Оценка экономической эффективности проекта	3.1 Определение срока окупаемости инвестиций

**Перечень графического материала:**

1. Линейный график работы

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2019
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Т41	Микулич Алексей Алексеевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т41	Микулич Алексею Алексеевичу

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

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i><b>Объект исследования</b> – установка комплексной подготовки газа.</i>  <i><b>Метод исследования</b> – анализ и синтез.</i>  <i><b>Рабочая зона</b> – компьютерный класс, операторная и площадка УКПП</i>  <i><b>Область применения</b> – газовая промышленность.</i></p>
---	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Производственная безопасность:</b></p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ).</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>1.1 При разработке научного исследования (компьютерный класс) вероятно воздействие следующих вредных и опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- микроклиматические условия в помещении [СанПиН 2.2.4.548-96], температура воздуха, выделение в воздух рабочей зоны ряда химических веществ ГН 2.2.5.3532-2018, влажность воздуха, аэрионный состав воздуха [СанПиН 2.2.4.1294-03], отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны [СНиП 23-05-95], повышенная яркость света;</li> <li>- психофизические факторы [ГОСТ 12.0.003-2015] (зрительное напряжение, монотонность трудового процесса, нервно-эмоциональные перегрузки);</li> <li>- электробезопасность на рабочем месте [ГОСТ 12.1.002-84, ГОСТ 12.4.124-83] (напряжение в электрической цепи, замыкание, статическое электричество, электромагнитные излучения, напряженность электрического поля).</li> </ul> <p>1.2 При эксплуатации установки комплексной подготовки газа (технологическая зона) вероятно воздействие следующих вредных и опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производственный шум [СН 2.2.4/2.1.8.562-96];</li> <li>- вибрация [СН 2.2.4/2.1.8.566-96];</li> <li>- действие вредных веществ на организм (природный газ, газовый конденсат, метанол, топливный газ, турбинное масло) [ГОСТ 12.1.007-76];</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования [ГОСТ 12.2.009-99].</li> </ul>
--	--

	<p>Для обеспечения безопасности при работе на установке комплексной подготовки газа предлагаются следующие средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коллективная защита (шумоизолирующие конструкции);</li> <li>- индивидуальные средства защиты (костюм, ботинки, перчатки, каска, очки защитные, маска).</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>2.1 Анализ негативного воздействия на окружающую среду работы установки комплексной подготовки газа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- влияние на атмосферу (выбросы оксидов и диоксидов азота, сероводорода и оксида углерода, предельные углеводороды, метанол);</li> <li>- влияние на литосферу (отработанные трансформаторные масла, утилизация макулатуры и люминесцентных ламп).</li> </ul> <p>2.2 Анализ негативного воздействия на окружающую среду при работе за ПЭВМ.</p> <p>2.3 Анализ решений по обеспечению экологической безопасности.</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>3.1. Возможные ЧС при эксплуатации установки комплексной подготовки газа – производственные аварии (пожар, взрыв).</p> <p>3.2. Анализ действий работников при возникновении ЧС.</p> <p>3.3. Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>4.1 Анализ законодательно-правовой базы в области обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).</li> </ul> <p>4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: технический перерыв, проветривание, полная изоляция от производственных источников шума и вибрации.</p> <p>4.3 СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.4.1294-03, СанПиН 2.2.4.3359-16, СанПиН 2.6.1.3287-15, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.4/2.1.8.1383-03, ГОСТ 12.1.002-04, ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.0.003-2015, ГОСТ 12.4.124–83, Инструкция по охране труда при работе на ПК, СНиП 21-01-97.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		01.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Микулич Алексей Алексеевич		01.03.2018

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Уровень образования – бакалавриат  
 Отделение автоматизации и робототехники  
 Период выполнения – весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	28.05.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.03.2019	Литературный обзор	25
22.03.2019	Объект и методы исследования	15
25.04.2019	Экспериментальная часть	30
05.05.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
15.05.2019	Социальная ответственность	15

**СОСТАВИЛ:**  
**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Аврамчук В.С.	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**  
**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Воронин А.В.	К.Т.Н.		



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 95 с., 15 рис., 26 табл., 36 источников, 8 приложений.

Ключевые слова: РАЗДЕЛИТЕЛЬ ЖИДКОСТИ, НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СЕПАРАЦИЯ, УСТАНОВКА КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПИД-РЕГУЛЯТОР, SCADA-СИСТЕМА.

Объектом исследования является разделитель жидкости блока низкотемпературной сепарации промышленной установки комплексной подготовки газа.

Цель работы – снижение затрат, необходимых для обеспечения нормального режима работы установки и ее обслуживания, за счет внедрения автоматизированной системы управления блока разделителя жидкости УКПГ.

В процессе исследования проводилось изучение технологического процесса, принципа работы и основных параметров разделителя жидкости, разработка структурной и функциональной схем автоматизации, выбор программно-технических средств АС, создание экранной формы АС.

В результате исследования была разработана автоматизированная система управления разделителя жидкости. Спроектированная АСУ разделителя жидкостей блока НТС УКПГ не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную АС в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями.

Область применения: блок низкотемпературной сепарации на установке комплексной подготовки газа.

Экономическая эффективность работы заключается в снижении затрат на УКПГ, а также затрат финансовых ресурсов и трудозатрат (времени) на обучение персонала и эксплуатацию систем.

## **Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 21.408-2013. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.
2. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-2003. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
7. СанПиН 2.2.4.1294-2003. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

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

**интерфейс:** Совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.

**видеокадр:** Область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.

**мнемосхема:** представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ.

**мнемознак:** Представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.

**интерфейс оператора:** Совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой.

**профиль АС:** Подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС.

**протокол** (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART и др.): Набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.

**технологический процесс (ТП):** Последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.  
**архитектура автоматизированной системы:** набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС.

**ОРС-сервер:** Программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС.

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

**modbus:** Коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер».

В данной работе использованы следующие сокращения:

OSI (Open Systems Interconnection) – эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

PLC (Programmable Logic Controllers) – программируемые логические контроллеры (ПЛК);

HMI (Human Machine Interface) – человеко-машинный интерфейс;

OPC (Object Protocol Control) – протокол для управления процессами;

IP (International Protection) – степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

## Оглавление

Введение.....	15
1 Обзор литературы .....	17
1.1 Задачи и цели создания АСУ ТП.....	17
1.2 Назначение системы .....	17
1.3 Требования к техническому обеспечению .....	18
1.4 Требования к функциям .....	18
1.5 Требования к метрологическому обеспечению .....	21
1.6 Требования к программному обеспечению.....	21
1.7 Требования к информационному обеспечению.....	23
1.8 Требования к математическому обеспечению .....	24
1.9 Постановка цели и задач исследования .....	24
2 Объект и методы проектирования.....	26
3 Расчеты и аналитика .....	31
3.1 Структурная схема автоматизации .....	31
3.2 Функциональная схема автоматизации .....	32
3.3 Разработка схемы информационных потоков.....	33
3.4 Выбор программно-технических средств АС .....	35
3.4.1 Выбор датчиков.....	35
3.4.2 Выбор исполнительных механизмов .....	41
3.4.3 Выбор контроллерного оборудования.....	45
3.5 Разработка схемы внешних проводок.....	49
3.6 Выбор алгоритмов управления АС .....	49
3.7 Экранные формы АС разделителя жидкостей УКПГ .....	52
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	56
4.1 Организация и планирование работ .....	56
4.1.1 Продолжительность этапов работ .....	57
4.1.2 Расчет накопления готовности проекта.....	61
4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта .....	62

4.3 Оценка экономической эффективности проекта .....	67
5 Социальная ответственность .....	68
5.1 Производственная безопасность .....	68
5.2 Экологическая безопасность.....	78
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	80
5.4 Правовые вопросы обеспечения безопасности.....	81
Заключение .....	83
Список используемых источников.....	84
Приложение А .....	88
Приложение Б.....	89
Приложение В .....	90
Приложение Г .....	91
Приложение Д .....	92
Приложение Е.....	93
Приложение Ж.....	94
Приложение И .....	95

## **Введение**

Процессы и технологии, сложные в аппаратурном оформлении, достаточно сложны в управлении. Ранее, когда компьютерные технологии и различного рода сигналы были плохо изучены, управление аппаратом осуществлялось вручную, что обеспечивалось отлаженным механизмом обслуживания установки рабочими, любой сбой в механизме мог привести к непоправимым последствиям. Самое сложное в таком управлении, так это то, что аппаратов всегда достаточно много, что требует множества сотрудников, для контроля, управления и регистрации производственных данных.

С совершенствованием ЭВМ, развитием передачи сигналов различной природы на различные расстояния – стало возможным автоматизировать технологический процесс, при этом все управление свелось к нескольким операторам, которые обеспечивают правильность работы системы управления с центра управления – операторской. Наивысшим пиком развития систем управления процессами является автоматическая система управления технологическим процессом – АСУ ТП. Бесперебойная работа АСУ ТП позволяет осуществлять работу установки в автономном режиме, при этом работа операторов сведена к минимуму – контролю работы АСУ ТП, регистрации производственных данных и наладке запуска и остановки производственной установки в определенное время.

Сейчас около 99,8 % производственных аппаратов по всему миру снабжены системами управления. Работа системы управления зависит лишь от электропитания. В случае стабильности в подаче электроэнергии – работа СУ ТП является достаточно надежной, но не стоит забывать, что СУ ТП управляет технологическим процессом, а человек управляет и контролирует саму систему управления – СУ ТП. В связи с этим задача операторов: знать работу системы автоматизации, уметь своевременно произвести ремонт рабочих узлов, а также обеспечить рекомендуемый технологией производственный режим с целью получения качественного продукта.

**Целью** данной работы является снижение затрат, необходимых для обеспечения нормального режима работы установки и ее обслуживания, за счет внедрения автоматизированной системы управления блока разделителя жидкости установки комплексной подготовки газа.

**Объектом исследования** является разделитель жидкости блока НТС промышленной установки комплексной подготовки газа.

**Предметом исследования** являются система автоматизации технологического процесса, алгоритмы управления.

### **Практическая значимость результатов работы ВКР**

Результаты работы, а именно автоматизированная система управления позволит увеличить качество подготавливаемого газа, повысить компетенции инженерно-технического персонала, повысить безопасность технологического процесса, а также снизить технико-экономических затраты на производстве.



## **1 Обзор литературы**

### **1.1 Задачи и цели создания АСУ ТП**

АСУ ТП реализуются следующие задачи:

- осуществление централизованного контроля и управления технологическим процессом разделителя жидкостей;
- предупреждение и предотвращение аварийных ситуаций на производстве;
- повышение эффективности технологических процессов разделителя жидкостей.

Целями создания АСУ ТП являются:

- стабилизация параметров технологического процесса;
- увеличение объёма производимой продукции;
- снижение технико-экономических затрат;
- увеличение качества подготавливаемого газа;
- повышения компетенции инженерно-технического персонала;
- повышение безопасности технологического процесса.

### **1.2 Назначение системы**

АСУ ТП предназначена для:

- осуществления стабилизации заданных режимов технологического процесса посредством сбора информации о состоянии технологического процесса, её обработки, визуализации и выдачи необходимых управляющих воздействий на исполнительную арматуру в режиме реального времени;
- анализа хода технологического процесса, предупреждения аварийных ситуаций и предотвращение аварий посредством переключения технологических узлов в безопасное состояние;
- предоставления административно-техническому производственному персоналу необходимой информации о ходе технологического процесса.

Система предназначена для организации автоматизированной системы оперативно-диспетчерского и централизованного управления блоком низкотемпературной сепарации УКПГ и создания информационной базы состояния технологического процесса. [1].

### **1.3 Требования к техническому обеспечению**

Составная часть технического обеспечения должна удовлетворять требованиям, исполняющим функции всей системы.

Оборудование, которое располагается на открытом пространстве должно выдерживать температуры от -40 до +60 °С и при этом не должно влиять на степень их защищенности от влаги и пыли.

На уровне контроллеров должна иметься возможность модернизации, всегда должен оставаться резерв каналов не менее 25 %.

Датчики и исполнительная часть должна быть защищена от попадания влаги и взрывобезопасна, так же следует выбирать оборудование с искробезопасной цепью.

Контроллерное оборудование должно иметь модульную архитектуру, которое бы позволяло свободную компоновку каналов ввода/вывода.

### **1.4 Требования к функциям**

Система в целом должна выполнять следующие функции:

- функция отображения информации;
- отображение мнемосхем.

Технологическое оборудование блока и его текущее состояние должно отображаться на мониторах в виде объектно-ориентированных технологических, динамических и графических мнемосхем. Система должна выполнять отображение технологических схем в темпе запросов диспетчера. Состав отображаемой информации (список мнемосхем) должен определяться конкретно для каждого ДП. При отображении должны использоваться типовые

унифицированные графические элементы.

В системе должна быть предусмотрена возможность отображения на экране монитора одновременно нескольких технологических схем.

Система навигации между мнемосхемами должна опираться на иерархическую организацию последних с предоставлением средств быстрой навигации.

Для отображения детального состояния (комментариев, доп. информации) отдельных технологических объектов по выбору на общей схеме должны использоваться всплывающие окна.

Должна поддерживаться функция мигания параметра при его изменении. Порог изменения и время мигания должны устанавливаться при конфигурировании системы.

Система должна обеспечивать звуковую (голосовую) сигнализацию аварийных событий.

Система должна обеспечивать вывод на технологических мнемосхемах информации от вспомогательных систем. Должны быть использованы единые механизмы передачи и отображения информации во всех ДП.

Информация, отображаемая на мнемосхемах, должна иметь несколько уровней детализации.

Мнемосхемы должны поддерживать функцию скроллинга, а также функцию увеличения/уменьшения масштаба. Мнемосхемы должны обеспечивать функцию масштабирования изображения с помощью манипулятора «мышь» и минимальным количеством переключений.

Графические экраны должны иметь несколько «слоев» детализации или дополнительной информации. «Слои» должны иметь возможность включения/отключения оператором. В общем случае в слоях должна быть размещена следующая информация:

- неавтоматизированные объекты;
- особо опасные участки;

- названия направлений и магистралей с их характеристиками и т.д.;
- отображение трендов и аварийных событий.

Система должна обеспечивать вывод истории изменений сигналов в виде трендов. Должно быть обеспечено масштабирование трендов и вывод нескольких параметров в одном окне. Должна быть предоставлена возможность вывода нескольких окон с трендами параметров.

При просмотре «Alarm» должна обеспечиваться фильтрация по:

- времени возникновения;
- типу аварии;
- содержанию аварии.

Время, отображаемое в списке событий и используемое для хранения и отображения трендов, должно быть взято из метки времени OPC ODA. Отображаемые «Alarm» должны быть отсортированы по времени.

При отображении трендов должно отображаться окно «Alarm», имевших место на рассматриваемом участке времени.

Функции контроля технологических процессов включают:

- периодический опрос контроллеров и систем локальной автоматики;
- формирование и представление оперативному персоналу информации о состоянии технологического процесса, оборудования и нарушений хода технологического процесса;
- протоколирование событий и действий оперативного персонала;
- контроль за работой системы противоаварийной защиты.

Функции дистанционного управления предусматривают возможность воздействия на объект.

Функция хранения истории значений технологических параметров реализует возможность ведения базы данных, которая включает:

- непрерывное обновление оперативной части базы данных в режиме реального времени;
- поиск и представление информации;

- ведение архива.

Система должна хранить историю изменения параметров для событий, имеющих признак «сохранять в истории»: произошедшие события – 3 месяца; архивированную историю – 6 месяцев; события – все в течение 6 месяцев.

Данные, сохраняющиеся более чем на 3 месяца, должны отсеиваться для обеспечения нужной дискретности [2, 3, 4].

### 1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Измерительные каналы (ИК) должны обеспечивать передачу информации с нормируемой точностью. В качестве метрологической характеристики, которая подлежит нормированию, принимается предел допускаемой погрешности канала измерения в нормальных условиях (н.у.).

Требуемые нормы погрешности измерения основных параметров технологического процесса, приведены в таблице 1.

Таблица 1– Требования к погрешности каналов измерения [5]

Измеряемый параметр	Значение погрешности
Температура (разность температур)	$\pm 1,0\%$
Давление (разность давлений)	$\pm 1,0\%$
Уровень	$\pm 10$ мм
Расход	$\pm 2,0 \%$
Обводненность	$\pm 1,0\%$

### 1.6 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение АС должно быть достаточным для выполнения всех функций АС, реализуемых с применением средств вычислительной техники, а также иметь средства организации всех требуемых процессов обработки данных, позволяющие своевременно выполнять все автоматизированные функции во всех регламентированных режимах функционирования АС.

Программное обеспечение АС должно обладать следующими свойствами:

- функциональная достаточность (полнота);
- надежность (в том числе восстанавливаемость, наличие средств выявления ошибок);
- адаптируемость;
- модифицируемость;
- модульность построения;
- удобство эксплуатации.

ПО автоматизированной системы состоит из:

- операционной системы;
- прикладного ПО специального назначения;
- базового ПО;
- инструментального ПО.

Состав конфигурируемых функций должен состоять из:

- создания и отслеживания БДК по входящим и исходящим сигналам;
- изменения алгоритмов управления;
- создания мнемосхем для визуализации на АРМ;
- формирования отчетов.

Средства конфигурирования специального ПО должны включать в себя языки специальные языки программирования и специальные отладчики.

Специальные языки программирования должны соответствовать стандарту ИЕС 6ПЗІ-3.

Базовое ПО должно обеспечивать исполнение стандартных функций автоматизированной системы.

Специальное ПО должно обеспечивать исполнение нестандартных функций автоматизированной системы.

## 1.7 Требования к информационному обеспечению

В состав информационного обеспечения должны входить следующие категории данных:

- текущие значения технологических параметров, поступающих в систему в результате опроса датчиков и первичной переработки информации;
- усреднённые или сглаженные за определенные периоды времени значения переменных;
- границы переменных различных уровней, настройки алгоритмов управления, информация привязки программного обеспечения к конкретному объекту;
- тексты программ и загрузочные модули.

Для обмена информацией в рамках распределённой системы должна быть создана база данных, обеспечивающая доступ к данным с локальных элементов сети, которыми являются:

- периферийные микропроцессорные устройства – подсистемы управления или контроллеры;
- многофункциональные операторские станции – АРМ;
- инженерная станция.

Для удобства работы технологов-операторов с большими объемами разнообразной информации, и для выработки соответствующих стереотипов взаимодействия с системой, информационное обеспечение системы должно быть структурировано, и иметь иерархическую организацию.

В результате синтеза должны быть задействованы:

- состав и способы структурирования данных автоматизированной системы;
- правильный порядок обмена информацией между составными компонентами автоматизированной системы;
- сбор, обработка и передача информационного потока в автоматизированную систему;

- информация по графическому представлению данных.

В комплект информационного обеспечения входит:

- система электронных документов;

- структурированная БД;

- средства управления БД.

### **1.8 Требования к математическому обеспечению**

Математическое обеспечение АС должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата [6].

### **1.9 Постановка цели и задач исследования**

В настоящее время в мире существует большая потребность в энергоресурсах, в том числе и экологически чистых видах энергии и топлива. При эксплуатации действующих установок комплексной подготовки газа (УКПГ) постоянно возникают технологические проблемы, обусловленные в первую очередь выработкой газоконденсатного месторождения, изменением компонентного состава пластовой смеси, требованиями к качеству товарной продукции и т.п. Это может привести не только к снижению количества и качества товарной продукции, но и к сбоям в работе оборудования или к более серьезным последствиям – технологическим авариям. Наиболее эффективным решением этих проблем является применение автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Таким образом, цель данной работы заключается в снижении затрат, необходимых для обеспечения нормального режима работы установки и ее обслуживания, за счет внедрения автоматизированной системы управления



блока разделителя жидкости установки комплексной подготовки газа.

Для достижения заданной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Рассмотреть технологическую схему УКПГ, описание и основные параметры процесса комплексной подготовки газа;
2. Разработать структурную и функциональную схемы автоматизации;
3. Разработать схему информационных потоков;
4. Выбрать средства реализации АС;
5. Разработать схемы соединения внешних проводок;
6. Выбрать алгоритмы управления АС;
7. Разработать экранные формы АС.

## 2 Объект и методы проектирования

Объектом проектирования является разделитель жидкости блока НТС промышленной установки комплексной подготовки газа. Технологическая схема установки приведена на рисунке 1.

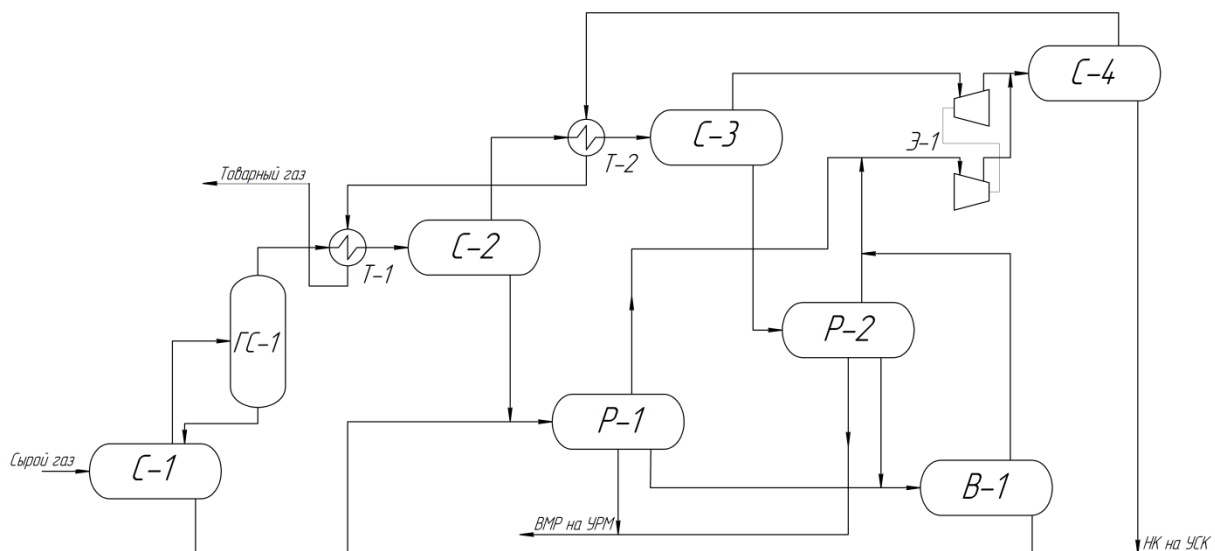


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема блока НТС УКПГ

Газоконденсатная смесь (сырой газ) поступает на вход сепаратора С-1. После С-1 газ проходит через вертикальный сепаратор ГС-1 для удаления капельной жидкости. Затем газ направляется в теплообменник Т-1, где охлаждается в противотоке холодным осушенным газом, и поступает на вход сепаратора С-2 для дальнейшего отделения жидкости. Далее поток газа из С-2, охлажденный в противотоке с холодным осушенным газом в теплообменнике Т-2, направляется в сепаратор С-3. Отделившийся газ из С-3 поступает на вход блока эжекторов Э-1, где происходит смешение с потоками низконапорных газов от разделителей жидкости Р-1 и Р-2 и выветривателя В-1. После блока эжектирования поток охлажденного газа поступает в низкотемпературный сепаратор С-4, где проходит окончательную стадию сепарации жидкости. Холодный осушенный газ проходит через теплообменники Т-2 и Т-1 и направляется на узел замера газа (УЗГ).

Жидкость из сепараторов С-1 и С-2 поступает в разделитель жидкости Р-

1. Жидкость из С-3 направляется на вход разделителя жидкости Р-2. Газы дегазации из Р-1 и Р-2 поступают в блок эжектирования. Отделившийся водометанольный раствор из Р-1 и Р-2 направляется на установку регенерации метанола (УРМ). Конденсат из Р-1 и Р-2 направляется в выветриватель В-1. Газ дегазации из выветривателя поступает на блок эжекторов Э-1. Конденсат из В-1, смешиваясь с потоком конденсатом из низкотемпературного сепаратора С-4, направляется на установку стабилизации конденсата (УСК).

Сырьем установки является газоконденсатная смесь, свойства и состав которой приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав и свойства газоконденсатной смеси

Параметры	Значения
Давление	12,0 МПа
	122,37 атм.
Температура	25,0 °С
	298,1 °К
<b>Общий состав, моль/моль</b>	
Азот	0,0012969
Метан	0,8270226
Диоксид углерода	0,0012969
Этан	0,0706312
Пропан	0,0301280
изо-Бутан	0,0059857
н-Бутан	0,0066840
изо-Пентан	0,0026832
н-Пентан	0,0030300
Вода	0,0023851
Фракция до 50 °С	0,0028021
50-60 °С	0,0027738
60-70 °С	0,0028632
70-80 °С	0,0027909
80-90 °С	0,0026606
90-100 °С	0,0025068
100-110 °С	0,0023611
110-120 °С	0,0022298
120-130 °С	0,0020674
130-140 °С	0,0018400
140-150 °С	0,0016760
150-160 °С	0,0015906
160-170 °С	0,0014850
170-180 °С	0,0013405
180-190 °С	0,0012123
190-200 °С	0,0011202

Параметры	Значения
200-210 °С	0,0010984
210-220 °С	0,0010431
220-230 °С	0,0009738
230-240 °С	0,0009097
240-250 °С	0,0008486
250-260 °С	0,0009490
260-270 °С	0,0010117
270-280 °С	0,0010269
280-290 °С	0,0010353
290-300 °С	0,0010302
300-310 °С	0,0010179
310-320 °С	0,0010033
320-330 °С	0,0009112
330-340 °С	0,0007864
340-350 °С	0,0006470
350-360 °С	0,0005233
360-370 °С	0,0004134
выше 370°С	0,0003159
<b>Сумма:</b>	<b>1,000000</b>
Доля фазы:	
Газ, моль/моль	0,88059
Нефть(конденсат), моль/моль	0,11750
Водный раствор, моль/моль	0,00191
Мол. масса	25,02
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	165,311
Энтальпия, кДж/кмоль	6109,12
кДж/час	52943320,00

Продуктами, получаемыми на установке низкотемпературной сепарации, являются:

- подготовленный осушенный газ, соответствующий требованиям СТО Газпром 089-2010 (табл. 3);

- углеводородный нестабильный газовый конденсат – не нормирующийся (табл. 4).

Таблица 3 – Параметры и состав товарного газа

Параметры	Значения
Давление	7,102 МПа
	72,42 атм.
Температура	15,8 °С
	289,0 °К
<b>Общий состав, моль/моль</b>	
Азот	0,0118449
Метан	0,8787054

<b>Параметры</b>	<b>Значения</b>
Диоксид углерода	0,0006129
Этан	0,0770869
Пропан	0,0237905
изо-Бутан	0,0031308
н-Бутан	0,0026259
изо-Пентан	0,0005458
н-Пентан	0,0004656
Метанол	0,0002220
Вода	0,0000145
Фракция до 50 °С	0,0003168
50-60 °С	0,0002219
60-70 °С	0,0001528
70-80 °С	0,0000995
80-90 °С	0,0000634
90-100 °С	0,0000378
100-110 °С	0,0000231
110-120 °С	0,0000141
120-130 °С	0,0000088
130-140 °С	0,0000052
140-150 °С	0,0000031
150-160 °С	0,0000020
160-170 °С	0,0000014
170-180 °С	0,0000009
180-190 °С	0,0000006
190-200 °С	0,0000003
200-210 °С	0,0000003
210-220 °С	0,0000003
220-230 °С	0,0000002
230-240 °С	0,0000002
240-250 °С	0,0000002
250-260 °С	0,0000002
260-270 °С	0,0000002
270-280 °С	0,0000002
280-290 °С	0,0000002
290-300 °С	0,0000002
300-310 °С	0,0000002
310-320 °С	0,0000002
320-330 °С	0,0000002
330-340 °С	0,0000001
выше 340 °С	0,0000002
<b>Сумма:</b>	<b>1,000000</b>
Доля фазы:	
Газ, моль/моль	1,00000
Мол. масса	18,32
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	65,867
Энтальпия, кДж/кмоль	8226,77
кДж/час	62863330,00

Таблица 4 – Параметры и состав нестабильного конденсата

Параметры	Значения
Давление	0,55 МПа
	56,08 атм.
Температура	11,9 °С
	285 °К
<b>Общий состав, моль/моль</b>	
Азот	0,0000576
Метан	0,2240713
Диоксид углерода	0,0011362
Этан	0,1234763
Пропан	0,1140269
изо-Бутан	0,0322202
н-Бутан	0,0402866
изо-Пентан	0,0194845
н-Пентан	0,0230312

Основными методами в работе являются:

- метод анализа, позволяющий получать информацию путем мысленного разделения объекта на составляющие и выделять конкретный предмет для более детального изучения;

- метод синтеза, непрерывно связанный с методом анализа и позволяющий в ходе детального изучения конкретного предмета выделять фактические признаки, выявлять проблему и предлагать пути улучшения, т.е. позволяет оптимизировать объект в целом.

### **3 Расчеты и аналитика**

#### **3.1 Структурная схема автоматизации**

Объектом управления является разделитель жидкостей. В емкости осуществляется замер уровня газожидкостной смеси (ГЖС), температуры, давления и уровня раздела фаз, а также давления, обводненности и расхода (в трубопроводах). Исполнительные механизмы представлены в виде задвижек и электроприводов.

Специфика всех систем управления характеризуется представленной на каждом уровне программно-аппаратной платформой.

Трехуровневая структура АС, приведена в приложении А.

Полевой уровень структуры состоит из датчиков, устройств отслеживания технологических параметров приводов и исполнительных механизмов, расположенных на технологической площадке и их назначение в сборе первичной информации и реализации регулирующих воздействий.

Следующий уровень – ПЛК. Они выполняют функцию непосредственно автоматического управления и регулирования всех компонентов технологического процесса. Управление механизмами осуществляется путем считывания данных о текущем состоянии всех параметров полученных посредством оборудования полевого уровня.

Серверы АРМ операторов технологического оборудования образуют SCADA-уровень, который поддерживает протокол обмена данными и протокол работы с сетью ПК.

Главные компоненты SCADA представляют из себя:

- первоначальный сбор и обработку информации с исполнительных устройств и оборудования;
- вывод на экран АРМ актуальных значений технологического процесса в виде визуализации;
- график текущих значений;

- управление персоналом установками и оборудованием;
- отслеживание и вывод на экран автоматизированного рабочего места информации об ошибках и авариях.

Система SCADA позволяет оператору отслеживать работу технологического оборудования и систем.

Предусматривается многоуровневый иерархический принцип построения архитектуры АСУ ТП:

Первый уровень – уровень технологического объекта. Система управления первого уровня включает в себя датчики, преобразователи, исполнительные механизмы и программируемые логические контроллеры.

Второй уровень – уровень операторной. Система управления второго уровня построена на базе персональных компьютеров АРМов, с которых осуществляются функции контроля и управления объектами НУ УКПП.

### **3.2 Функциональная схема автоматизации**

Функциональная схема автоматизации – это технический документ, в котором определена функционально-блочная структура оснащения объекта управления (ОУ) аппаратно-техническими средствами автоматизации.

Все элементы систем управления на функциональной схеме автоматизации изображаются в виде условных изображений и объединяются линиями функциональной связи.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса были решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и аппаратно-технических средств;
- задача управления технологическим процессом и стабилизации технологических параметров;
- задача регистрации технологических параметров процессов.

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно



требованиям [7] (приложение Б). На схеме выделены каналы измерения (1,2,3,4,5,6) и каналы управления. Контур 1-2 реализует автоматическое поддержание уровня в емкости.

### **3.3 Разработка схемы информационных потоков**

Схема информационных потоков приведена в приложении В. Она предусматривает многоуровневый иерархический принцип построения архитектуры АСУ ТП:

- нулевой уровень;
- первый уровень;
- второй уровень;
- третий уровень.

К нулевому уровню системы относятся приборы КИПиА и исполнительные механизмы (первичные средства измерения, датчики измерения технологических параметров, регулирующие клапаны, исполнительные механизмы отсечной и запорной арматуры).

К первому уровню относятся системы автоматизации контроля и управления группой взаимосвязанных технологических объектов (программируемые логические контроллеры (ПЛК) управления и сбора данных).

Ко второму уровню относятся системы автоматического сбора, хранения и предоставления информации о текущем состоянии технологических объектов управления и автоматизированного дистанционного формирования команд управления механизмами и алгоритмами АСУ ТП (SCADA-системы, OPC сервер, автоматизированные рабочие места (АРМ) технологического персонала среднего уровня, сетевое оборудование).

К третьему уровню относятся интегрированные системы управления предприятием, объединяющей системы автоматизации уровня АСУ ТП и другие имеющиеся системы (коммутационные серверы, серверы промышленных приложений, серверы БД, автоматизированные рабочие места (АРМ) уровня

диспетчерской службы и главных специалистов объекта.

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- уровень в разделителе жидкостей P-1, мм;
- уровень раздела фаз, мм;
- давление газа на входе разделителя жидкостей P-1, МПа;
- обводненность входящего газа, %;
- качество сливаемой промывочной воды, %;
- температура газа в разделителе жидкостей P-1, °С;
- давление в разделителе жидкостей P-1, МПа;
- давление газа на выходе из разделителя жидкостей P-1, МПа;
- обводненность готового газа, %;
- расход готового газа, м<sup>3</sup>/ч.

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

$$AAA\_BBB\_CCCC \quad (1)$$

где AAA – параметр, состоящий из 3-х символов, который принимает следующие значения: URV – уровень, DAV – давление, TRM – температура, FLO – расход, OBV – обводненность;

BBB – код технологического аппарата (или объекта), содержащий 3 символа: RZD – разделитель, INP – трубная обвязка, подходящая к разделителю P-1, OUT – трубная обвязка, отходящая от разделителя P-1;

CCCC – уточнение, включающее не более 4 символов: DIAP – в рамках рабочего диапазона, HIGH – верхнее предельное значение, LOW – нижнее предельное значение.

Знак подчеркивания в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет в себе какого-либо другого смысла.

Перечень всех входных и выходных сигналов приведён в приложении Г.

### 3.4 Выбор программно-технических средств АС

Выбор программно-технических средств реализации проекта АС включает в себя: проведение анализа вариантов, непосредственный выбор компонентов АС и проведение анализа их совместимости.

В состав программно-технических средств АС разделителя жидкостей входят:

- измерительные устройства, осуществляющие сбор информации о ходе ТП;
- исполнительные устройства, преобразующие электрическую энергию в иные виды физических величин для осуществления воздействия на ОУ;
- контроллерное оборудование, выполняющее задачи вычисления и логические операций.

#### 3.4.1 Выбор датчиков

##### *Выбор расходомера*

Для измерения расхода были рассмотрены OPTISWIRL 4070 фирмы KROHNE, OPTIMASS-6400 фирмы KROHNE и ЭМИС-МАСС 260. Основные их характеристики приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики расходомеров

Технические характеристики	OPTISWIRL 4070 фирмы KROHNE	OPTIMASS-6400 фирмы KROHNE	ЭМИС-МАСС 260
Принцип действия	вихревая дорожка Кармана	вихревая дорожка Кармана	сила Кориолиса
Температура окружающей среды	-40 °С ..+65 °С	-40 °С ..+65 °С	-40 °С ..+70 °С
Погрешность	±1,0 % для газов и пара	±1,5 % для газов и пара	±1,0 % для газов
Измеряемые продукты	жидкости, газы и пар	жидкости, газы и пар	жидкости и газы
Взрывозащищенное исполнение	есть	есть	есть

Технические характеристики	OPTISWIRL 4070 фирмы KROHNE	OPTIMASS-6400 фирмы KROHNE	ЭМИС-МАСС 260
Напряжение питания	12..30 В постоянного тока	12..30 В постоянного тока	24 В постоянного тока, 220 В переменного тока
Выходной сигнал	4..20 мА/HART	4..20 мА/HART	4..20 мА/ импульсный, RS-485, Modbus, HART

В итоге был выбран вихревой расходомер OPTISWIRL 4070 фирмы KROHNE (рис. 2).



Рисунок 2 – Расходомер OPTISWIRL 4070 фирмы KROHNE

Вихревые расходомеры предназначены для измерения объемного расхода газов, пара и жидкостей в заполненных продуктом трубопроводах. Принцип действия вихревых расходомеров основан на вихревой дорожке Кармана (рис. 3). В измерительной трубке такого расходомера предусмотрено тело обтекания, создающее вихри. Частота вихреобразования ( $f$ ) пропорциональна скорости потока ( $v$ ). Безразмерное число Струхала описывает отношения между частотой вихреобразования ( $f$ ), шириной тела обтекания ( $b$ ) и средней скоростью потока ( $v$ ): Принципы измерения Частота вихреобразования записывается в первичном преобразователе и далее анализируется электронным конвертером прибора.

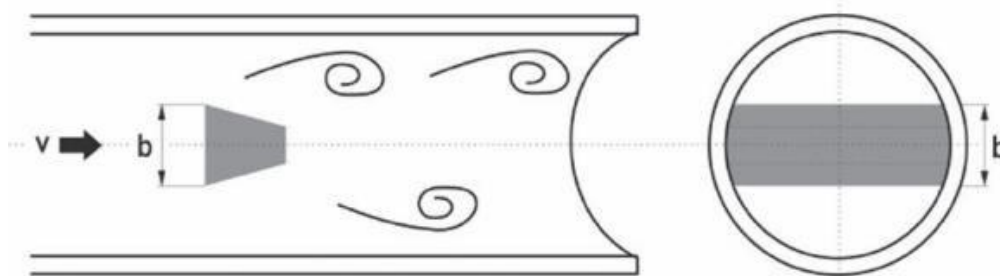


Рисунок 3 – Принцип действия расходомера

### ***Выбор датчиков давления***

Для измерения давления были рассмотрены Элемер-100, Метран-55 и Метран-75. Основные их характеристики приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики датчиков давления

<b>Технические характеристики</b>	<b>Элемер-100</b>	<b>Метран-55</b>	<b>Метран-75</b>
Диапазон измерений, МПа	0,04..100 МПа	0..100 МПа	0..25 МПа
Температура окружающей среды	-40..+70 °С	-40..+70 °С	-40..+85 °С
Погрешность	от ± 0,15 %	от ± 0,15 %	от ± 0,2 %
Измеряемые продукты	жидкие и газообразные	жидкие и газообразные	жидкости, газ, газовые смеси, пар
Взрывозащищенное исполнение	есть	есть	есть
Напряжение питания	14,5..42 В	12.. 42 В	10,5..42,4 В
Выходной сигнал	4..20 мА/HART	4..20 мА	4..20 мА/HART

Исходя из требований технологического процесса, была выбрана модель датчика Элемер-100 (рис. 4).



Рисунок 4 – Внешний вид датчика давления Элемер-100

### ***Выбор датчика температуры***

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: JUMO 90.1820, Элемер ТС-1088 и Элемер ТС-1187/2. Основные их характеристики приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики датчиков температуры

<b>Технические характеристики</b>	JUMO 90.1820	Элемер ТС-1088	Элемер ТС-1187/2
Диапазон измеряемых температур	-200..+600 °С	-50..+600 °С	-5..+350 °С
Температура окружающей среды	-50..+60 °С	-50..+100 °С	-50..+100 °С
Погрешность	±1,5 (-40..+375 °С); ±0,004 (+375..+600 °С)	±0,6	±0,6
Взрывозащищенное исполнение	есть	есть	есть
Выходной сигнал	4..20 мА/HART	4..20 мА	4..20 мА/HART

В результате был выбран термоэлемент JUMO 90.1820 (рис. 5).

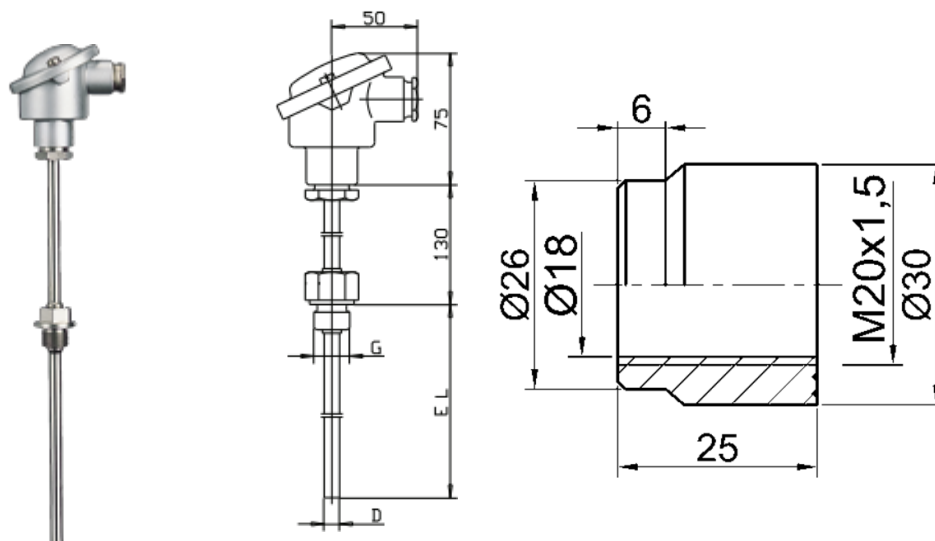


Рисунок 5 – Датчик температуры JUMO 90.1820

Термоэлемент для технологических процессов (химическое оборудование, нефтехимия, сосуда под давлением и т.д.) используется для

измерения температуры в жидких и газообразных средах.

Термоэлемент состоит из защитной арматуры с различными присоединениями к процессу, соединительной головки и сменной измерительной вставки. Защитная арматура изготовлена с учетом требований к сосудам, работающим под давлением. В измерительной вставке используются термопары типов «J», «L» и «K» согласно DIN EN 60 584 класс 2 (по запросу возможен класс 1) и DIN 43710, а также ХК (хромель-копель) по ГОСТ 1790-77. Для передачи измеренных значений с помощью унифицированного сигнала 4..20 мА или через HART возможна установка программируемого измерительного преобразователя в искробезопасном исполнении Ex ia ПС.

Для измерения температуры во взрывоопасных зонах поставляются исполнения с искробезопасной цепью Ex ia ПС и /или во взрывонепроницаемой оболочке EExd ПС.

### ***Выбор уровнемера***

Для измерения уровня были рассмотрены Rosemount 2120, Liquiphant M FTL50 и Метран-75. Основные их характеристики приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики уровнемеров

<b>Технические характеристики</b>	Rosemount 2120	Liquiphant M FTL50	Метран-75
Температура окружающей среды	- 40..80 °С	-50..+70 °С	-40..+60 °С
Измеряемые продукты	жидкие	жидкие	жидкие
Взрывозащищенное исполнение	есть	есть	есть
Напряжение питания	20..264 В переменного тока, 20..60 В постоянного тока.	19..253 В переменного тока	12..55 В постоянного тока

В результате был выбран сигнализатор уровня серии Rosemount 2100 (рис. 6).



Рисунок 6 – Внешний вид сигнализатора уровня Rosemount 2100

### ***Выбор влагомера***

Выбор влагомера проходил из следующих вариантов датчиков: ИРТВ 5215, JUMO 907025/64 и DPM-2. Основные их характеристики приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики датчиков влажности

<b>Технические характеристики</b>	JUMO 907025/64	ИРТВ 5215	DPM-2
Измерительный диапазон	0..100 %	0..100 %	0..99,9 %
Температура окружающей среды	-40..+70 °С	-40..+70 °С	-20..+70 °С
Погрешность	±1 % (0-90 %) и ±2 % (90-100 %)	±0,25 %	±0,1 %
Измеряемые продукты	жидкие и газообразные	жидкие и газообразные	жидкие и газообразные
Взрывозащищённое исполнение	есть	есть	есть
Напряжение питания	12..28 В	187..242 В	90..256 В
Выходной сигнал	4..20 мА	4..20 мА	4..20 мА

В результате анализа был выбран влагомер JUMO 907025/64 (рис. 7).



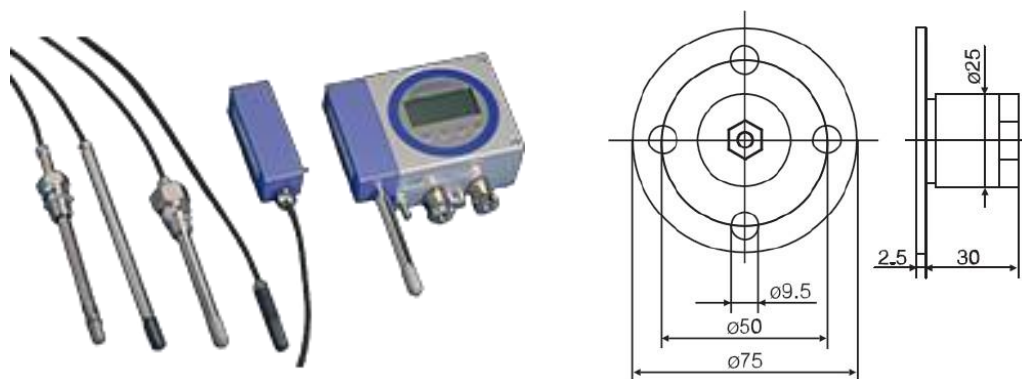


Рисунок 7 – Искробезопасный измерительный преобразователь относительной влажности JUMO 907025/64

Новые промышленные измерительные преобразователи в искробезопасном исполнении были разработаны специально для точного и безопасного определения относительной влажности в потенциально взрывоопасных зонах. Данная серия является принципиально новым стандартом, сочетающим в себе простоту монтажа и удобную эксплуатацию.

Модульная конструкция, состоящая из 4-х отдельных частей (настенный кронштейн, нижняя часть корпуса, электронный модуль и датчики), существенно упрощает монтаж, эксплуатацию и техническое обслуживание. Универсальное использование практически для всех применений возможно с использованием до 5 сменных датчиков.

Больше нет необходимости производить повторную калибровку датчика при его замене, так как все калибровочные коэффициенты теперь хранятся в памяти датчика и считываются центральным процессором в момент его присоединения.

### 3.4.2 Выбор исполнительных механизмов

#### *Выбор регулирующего клапана*

Пропускную способность клапана  $K_v$  ( $\text{м}^3/\text{час}$ ) рассчитывают по формуле:

$$K_v = Q_{max} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_0}{\Delta p}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \quad (2)$$

где  $\Delta p_0$  – потеря давления на клапане (ее принимают равной  $1 \text{ кгс/см}^2$ );

$\Delta p$  – изменение давления в трубопроводе до и после клапана;

$\rho$  – плотность среды,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$  – плотность воды (в соответствии с определением значения  $K_v$ ).

Расчетная пропускная способность клапана должна быть не менее  $304 \text{ м}^3/\text{час}$ .

В соответствии с таблицей зависимости диаметра трубопровода от расхода жидкости получен присоединительный размер клапана к трубопроводу –  $D_y = 150 \text{ мм}$ .

В качестве регулирующего механизма будем использовать задвижку стальную клиновую фланцевую под электропривод 30с941нж фирмы «Нефтехимавтоматика» (рис. 8).



Рисунок 8 – Задвижка 30с941нж под электропривод

Основные технические характеристики задвижки 30с941нж приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики задвижки 30с941нж

Технические характеристики	Значение
Рабочее давление в трубопроводе	16 МПа
Тип соединения	фланцевое по ГОСТ 12815-80
Рабочая среда	вода, пар, водогазонефтяные смеси, газы, нефтепродукты, углеводороды
Присоединительный диаметр ( $D_y$ )	150 мм
Температура рабочей среды	-40°С..+425°С
Материал корпуса	углеродистая сталь
Способ управления	электропривод
Климатическое исполнение	У1

Для управления клапана выбран электропривод промышленный Н-В 03 фирмы «Нефтехимавтоматика» (рис. 9).



Рисунок 9 – Электропривод промышленный Н-В 03

Электропривод линейного перемещения (механизм электрический прямоходный, МЭП) механизмы на основе червячного редуктора и трапецеидальной передачи.

Усилие сжимающее или растягивающее. Червячное колесо и винтовая гайка изготовлены из особого пластика, позволяющего бесшумную эксплуатацию. Корпус из алюминиевого сплава; защитная труба из анодированного алюминия; шток из нержавеющей стали. AISI 304 или из анодированного алюминия. Механизмы снабжены длительной смазкой и не

требуют дополнительного обслуживания. Широкая сфера применения, в том числе в шиберных и дисковых задвижках.

Основные технические характеристики привода Н-В 03 приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики привода Н-В 03

Технические характеристики	Значения
Тип	Многооборонный
Крутящий момент на выходном валу	25..63 кгс·м/Нм
Частота вращения выходного вала	24 об/мин
Мощность электродвигателя	3,2 кВт
Напряжение питания	380 В трёхфазного переменного тока (50 Гц)
Взрывозащита	есть

### ***Выбор регулятор асинхронного двигателя***

Для управления электроприводом будем использовать преобразователь частоты Lenze 8200 TMD/TML (рис. 10).



Рисунок 10 – Преобразователь частоты Lenze 8200 TMD/TML

Частотные преобразователи серии TMD/TML от компании Lenze AC Tech простые и несложные в настройке частотники в классе векторных преобразователей.

Lenze 8200 TMD/TML предназначены для выполнения стандартных функций частотного привода:

- регулирование частоты;
- регулирование крутящего момента;
- регулирование числа оборотов;
- ПИД – регулирование.

Преобразователи частоты Lenze 8200 TMD/TML работают в диапазоне мощностей и напряжений:

- 1 фаза 180..265 В – от 0,25 до 2,2 кВт.
- 3 фазы 320..528 В – от 0,37 до 7,5 кВт.

Конструкция частотников TMD/TML обеспечивает степень защиты IP20, серия предназначена для установки внутри шкафов.

Виды управления TMD/TML электродвигателем:

- скалярное управление;
- скалярное квадратичное управление;
- векторное управление без датчика;
- частота от 1 до 16 кГц.

Задание скорости Lenze 8200 TMD/TML:

- 4 фиксированные скорости;
- пульт управления;
- потенциометр;
- аналоговое управление 0..10 В или 4..20 мА.

Задание крутящего момента Lenze 8200 TMD/TML:

- пульт управления;
- аналоговое управление 0..10 В или 4..20 мА.

### **3.4.3 Выбор контроллерного оборудования**

Для реализации среднего уровня рассмотрим несколько семейств ПЛК различных производителей (табл. 12).

Таблица 12 – Технические характеристики контроллеров

Технические характеристики	ОМС 8000	ОВЕН ПЛК100-24	ОВЕН ПЛК110
Напряжение питания	24 В	18..29 В	15..30 В
Входы дискретные	3	8	18
Входы аналоговые	6	6	4
Вычислительная мощность	0,1 мкс 12 мкс (СЛОВО), 18 мкс (плавающая десятич. точка)	-	-
Визуализация	цветной дисплей TFT	Светодиодная индикация	Светодиодная индикация
Связь	Ethernet 100Base, RS-485	RS-485, RS-232 и Ethernet.	RS-485, RS-232 и Ethernet.
Карта microSD	32 ГБ	-	-
Потребляемая мощность	макс. 5 Вт	6 Вт	6 Вт
Рабочая температура	-20..+60 °С	-10..+50 °С	-10..+50 °С
Степень защиты	IP40	IP20	IP40

В результате в основе автоматизированной системы управления будем использовать ПЛК ОМС 8000 (рис. 11).



Рисунок 11 – ПЛК ОМС 8000

ОМС 8000 – семейство программируемых логических контроллеров фирмы «ОРБИТ МЕРРЕТ».

ПЛК ОМС 8000 имеет модульную архитектуру. Базовым устройством контроллера является основной модуль, к которому можно подключать различные модули расширения – до тридцати одного. Модули можно разместить вместе с основным модулем ПЛК или на расстоянии до 40 метров от него. Связь между модулями осуществляется по интерфейсу CAN. Питание основного модуля 100..250 В либо 24 В постоянного или переменного тока – в зависимости от заказа.

Основной модуль имеет три цифровых входа, входное напряжение которых идентично напряжению питания прибора (до 30 В). Также имеется шесть универсальных входов с общим проводом, гальванически развязанных с выходами и источником питания. Универсальные входы обеспечивают - подключение и обработку:

- импульсного сигнала до 30 В;
- сухого контакта, или NPN-транзистора с открытым коллектором;
- напряжения до 30 В;
- тока до 20 мА;
- термосопротивления Pt 1000, Ni 1000, Pt 100;
- термисторов с положительным температурным коэффициентом типа КТУ81-2хх;
- термопар типов В, Е, J, К, L, N, R, S, Т;
- сопротивления до 3,9 кОм.

ПЛК ОМС 8000 – модульный программируемый логический контроллер. Главный модуль объединяет в себе расширенные возможности связи и обработки аналоговых сигналов, что позволяет самостоятельно решать широкий круг задач автоматизации процессов.

К главному модулю может быть подключено до 31 модуля расширения ввода/вывода через интерфейс CAN (Controller Area NetDIAP).

Главный модуль представлен в двух вариантах по напряжению питания: 80-250В АС/DC и 12-30В АС/DC. Главный модуль имеет 3 дискретных входа,

которые активируются напряжением, равным напряжению питания, и 6 универсальных входов.

Шесть универсальных входов могут быть сконфигурированы для обработки следующих типов сигналов:

- Импульсный PNP до 30В DC;
- Импульсный, контактный NPN «открытый коллектор»;
- Аналоговый вольтовый до 20В DC;
- Аналоговый токовый до 20мА;
- Аналоговый Pt 1000, Ni 1000, Pt 100 (только два входа).

Одна пара может быть сконфигурирована под сигналы последовательного интерфейса RS-485 для связи с внешними устройствами. Универсальные сигналы могут быть использованы в качестве двух полных квадратурных каналов для соединения с квадратурными энкодерами.

Модули имеют 5 дискретных выходов и варьируются по типу выходов: реле или «открытый коллектор».

ПЛК OMC 8000 оборудован сетевым интерфейсом Ethernet 100 Base. Канал Ethernet используется для программирования контроллера, с его помощью контроллер может быть связан с другими ПЛК, устройствами человеко-машинного интерфейса и др.

Для отображения информации главный модуль оборудован цветным дисплеем TFT с разрешением 160x128 пиксел. В главном модуле предусмотрен разъем для установки съемной карты памяти MicroSD.

ПЛК OMC 8000 выполнен на основе 32-разрядного микропроцессора ARM Cortex M3 с архитектурой ARMv7. Управление осуществляется встроенной операционной системой ProConOS eCLR v.3.0.0.

Для программирования ПЛК OMC 8000 используется программа Multiprog 5.35 (KW-Software), снабжаемая библиотеками, включающими специализированные функции от ORBIT MERRET.



### **3.5 Разработка схемы внешних проводок**

Схема внешних проводок, приведена в приложении Д. Первичные и внештатовые приборы включают в себя расходомеры OPTISWIRL 4070, датчики давления Элемер-100, датчик температуры JUMO 90.1820, уровнемера Rosemount 2100, влагомер JUMO 907025/64.

Для передачи сигналов от расходомеров, датчиков давления, датчика температуры, уровнемера и влагомера на щит КИПиА используются по три провода. В качестве кабеля выбран КВВГнг.

КВВГнг – это кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом. Он служит для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В, при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены.

### **3.6 Выбор алгоритмов управления АС**

В настоящей работе были разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.

Для представления алгоритма сбора данных были использованы правила ГОСТ 19.002.

#### ***Алгоритм пуска/остановки и сбора данных измерений***

В качестве канала измерения выберем канал измерения уровня газожидкостной смеси в разделителе жидкостей. Алгоритм пуска/остановки и сбора данных канала измерения уровня в разделителе жидкостей Р-1, представлен в приложении Е.

## *Алгоритм автоматического регулирования технологического параметра*

В процессе работы УКПГ необходимо поддерживать давление в трубопроводе нагнетательного коллектора. В качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем давление газожидкостной смеси во входном коллекторе. Оно не должно превышать заданного уровня, в соответствии с условиями прочности трубопровода, и не должно опускаться ниже заданного уровня, в соответствии с условиями кавитации в трубопроводах.

В основе алгоритма регулирования будет лежать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечивать достаточное качество регулирования, с малым временем переходного процесса и высокую нечувствительность к внешним возмущениям.

Структурная схема автоматического регулирования давления в трубопроводе входного коллектора состоит из следующих компонентов: задающее воздействие, ПЛК с ПИД-регулятором, исполнительный (регулирующий) механизм, объект управления (трубопровод).

Функциональная схема системы стабилизации давления в трубопроводе, приведена на рисунке 12.

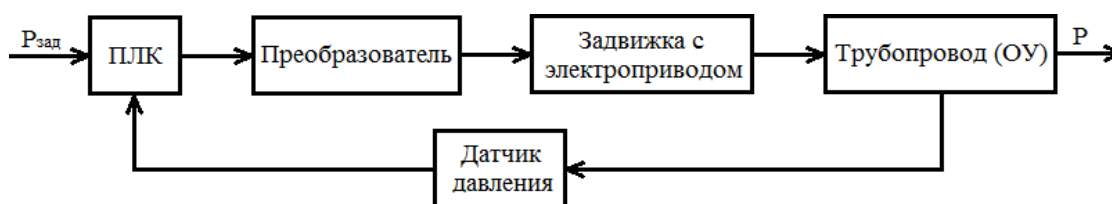


Рисунок 12 – Функциональная схема системы стабилизации давления

Объект управления – участок трубопровода после насосного агрегата.

С панели оператора задается величина требуемого давления, которую необходимо поддерживать в трубопроводе. После чего эта величина приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20 мА и передаётся на ПЛК. На входы ПЛК также приходит значение с датчика давления. Данные

параметры сравниваются, в результате чего формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на частотный преобразователь, на выходе которого в соответствии с принятым сигналом изменяется частота напряжения питания электропривода задвижки. Задвижка с электроприводом преобразует электрическую энергию в поступательное движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение давления в трубопроводе.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать давление на выходе равное 6 МПа.

Модель структурной схемы автоматического регулирования в пакете программ Matlab в среде Simulink представлена на рисунке 13.

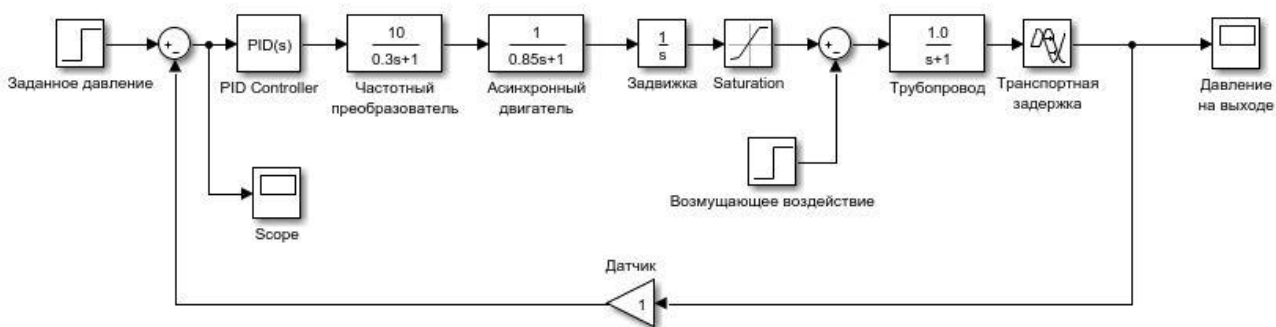


Рисунок 13 – Модель процесса стабилизации давления в среде Simulink

Как видно из графика ПП САР, представленного на рисунке 14, переходный процесс получился аperiodический, статическая ошибка стремится к нулю, а время ПП составило порядка 12 сек.

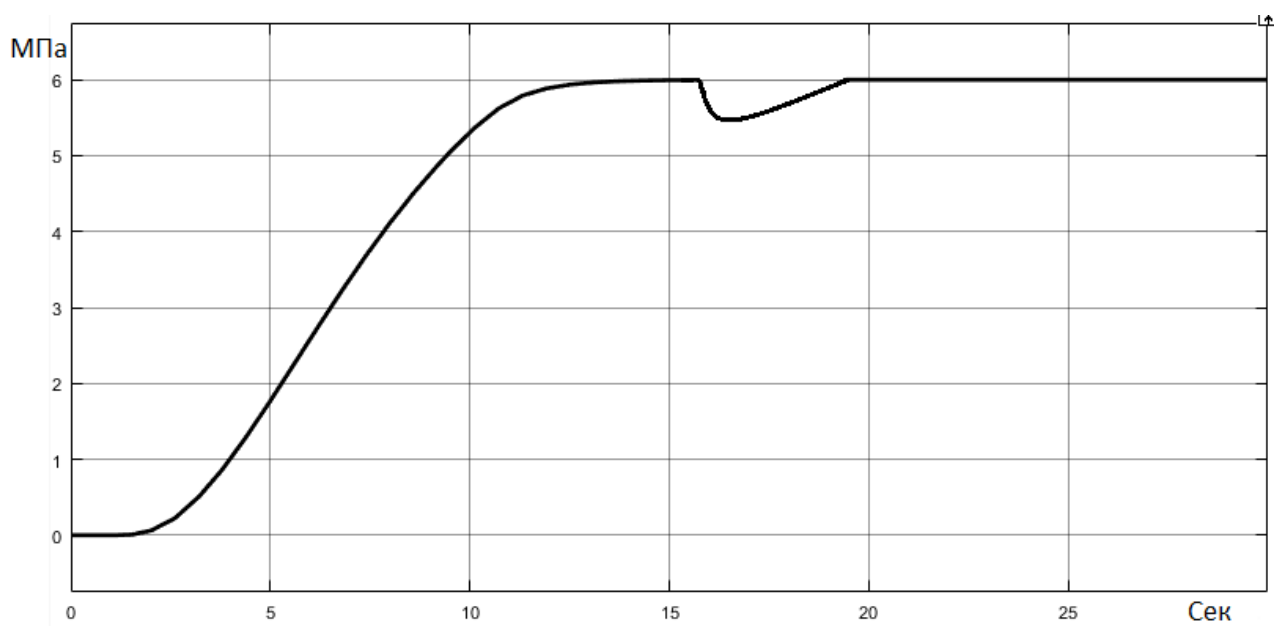


Рисунок 14 – График переходного процесса (ПП) САР

### 3.7 Экранные формы АС разделителя жидкостей УКПГ

Управление в АС разделителя жидкостей УКПГ реализовано с использованием SCADA-системы MasterSCADA 3.x компании ИнСАТ.

MasterSCADA 3.x – это российская вертикально-интегрированная SCADA-система с многоуровневой клиент-серверной архитектурой. Система универсальна и используется для автоматизации и диспетчеризации объектов во всех отраслях промышленности.

Версия MasterSCADA 3 была выпущена в феврале 2009 года. С тех пор она постоянно развивалась, в нее внесено огромное количество улучшений и нового функционала.

Основные преимущества MasterSCADA 3.X:

- *Открытость*

Открытость программной платформы позволяет взаимодействовать с любыми видами оборудования и сторонними продуктами с помощью современных технологий, таких как: OPC DA/HDA/UA, OLE, DCOM, ActiveX, OLE DB, ODBC и других. Кроме того, открытый API позволяет осуществлять интеграцию со сторонними системами, например, ГИС-системами, MES

или ERP.

*- Вертикальная интеграция*

MasterSCADA 3.x имеет мощные средства горячего резервирования как на уровне SoftLogic-системы для программируемых логических контроллеров, так и на уровне серверов опроса и обработки информации, и АРМ-операторов.

Разработка всех уровней системы ведётся в единой интуитивно понятной среде, что позволяет выполнить настройку и полную отладку распределённого проекта на одном компьютере. Все модули расширения встроены в общую оболочку. Пользователь всегда работает с единым внешним видом программы, состоящим из древовидного проекта, палитры библиотечных элементов и окна редактирования документов и свойств.

*- Полный набор инструментов*

В стандартную комплектацию системы входят все необходимые проектировщику модули: среда разработки, среда исполнения, модули отчетов, трендов, журналов сообщений, разграничение прав доступа, архивирование, библиотеки объектов, изображений и алгоритмов.

*- Мощные вычислительные возможности*

В MasterSCADA 3.x предусмотрена возможность реализации алгоритмов с помощью встроенных редакторов различных языков: FBD, ST (стандарт МЭК 61131-3) и C#. Язык C# за счет доступа к внутренним функциям (API) MasterSCADA можно также использовать для автоматизации проектирования или создания сценариев работы в режиме исполнения.

*- Развитая система архивов*

Архивация данных в MasterSCADA 3.x может осуществляться в собственный файловый архив или в одну из распространенных СУБД (MS SQL, Oracle, Firebird, My SQL, Interbase, Sybase). Предоставление архивных данных оператору возможно в виде трендов, журналов и отчётов.

MasterSCADA 3.X обладает мощной системой сообщений: системные сообщения стандартные, а также пользовательские, формируемые по любым

определённым в проекте событиям. Сообщения делятся на разные категории с разным уровнем приоритета, что позволяет наглядно выдавать оператору (диспетчеру) информацию через всплывающее окно сообщений, строку статуса, журнал сообщений, уведомления по SMS и E-Mail.

*- Встроенный генератор отчетов*

Отчёты в MasterSCADA 3.X предоставляют возможность обработки полученных данных, как заданием формул с использованием больших библиотек функций, так и с использованием языка сценариев C#. Кроме того, благодаря возможности включения любой графической информации, включая графики, диаграммы, штрих-коды и прочее, отчёты предоставляют всю необходимую аналитическую информацию для оператора.

**Разработка дерева экранных форм**

Дерево экранных форм, приведено в приложении Ж.

Оператор АРМ может осуществлять навигацию экранных форм используя кнопки прямого вызова. При старте проекта всплывает окно авторизации пользователя, в котором необходимо ввести логин и пароль. Если логин и пароль оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов разделителя жидкостей: разделитель, каналы регулирования. Помимо этого, на мнемосхеме основных объектов у пользователя имеется прямой доступ к карте нормативных параметров разделителя жидкостей.

**Разработка экранных форм АС**

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из следующих областей:

- главное меню;
- область видеокadra;
- окно оперативных сообщений.

**Главное меню**

Вид главного меню представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Главное меню

В главном меню расположены кнопки и индикаторы, выполняющие следующие функции:

- кнопка-индикатор «Высокая температура» – сигнализирует о превышении температуры ГСЖ в разделителе;
- кнопка-индикатор «Высокое давление» – сигнализирует о превышении давления ГСЖ в разделителе;
- кнопка «Пуск не выполнен» – пуск работы;
- кнопка «Аварийный СТОП» – аварийное отключение работы разделителя жидкости Р-1;
- кнопки-индикаторы «Низкий уровень», «Высокий уровень» - отображение состояния уровня ГСЖ в разделителе.

### **Область видеокadra**

Видеокadры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием.

В области видеокadra АРМ оператора доступна мнемосхема разделителя жидкости Р-1.

На мнемосхеме (приложение И) отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры разделителя жидкости;
- измеряемые параметры трубопроводов.

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы, также необходимо оценить полные денежные затраты на проект и получить хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения.

### **4.1 Организация и планирование работ**

Перечень этапов выполненной работы и их исполнители приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Перечень этапов работы и их исполнители

<b>Этапы работы</b>	<b>Исполнители</b>	<b>Загрузка исполнителей</b>
Постановка цели и задач исследования	НР	100 %
	И	10 %
Составление и утверждения технического задания	НР	100 %
	И	10 %
Обзор литературы	И	100 %
Расчеты и аналитика (экспериментальная часть)	И	100 %
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	НР	30 %
	И	100 %
Анализ экологичности и экономичности проведенных работ	И	100 %
Оформление пояснительной записки и презентационного материала	И	100 %



#### 4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работы выполняется опытно-статистическим методом, реализуемым экспертным способом. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ  $t_{ож}$  используется следующая формула:

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

где  $t_{min}$  – минимальная продолжительность работы, дни;

$t_{max}$  – максимальная продолжительность работы, дни;

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

Для построения линейного графика рассчитывается длительность этапов в рабочих днях, а затем переводится в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ( $T_{РД}$ ) осуществляется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (4)$$

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

$K_{ВН}$  – 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 ( $K_{Д} = 1 \div 1,2$ ).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях осуществляется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (5)$$

где  $T_{К}$  – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях.

Коэффициент календарности выполняется по формуле:

$$T_K = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} = \frac{365}{365 - 51 - 15} = 1,221 \quad (6)$$

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

$T_{\text{ВД}}$  – выходные дни ( $T_{\text{ВД}} = 51$ );

$T_{\text{ПД}}$  – праздничные дни ( $T_{\text{ПД}} = 15$ ).

В таблице 14 представлены результаты расчетов продолжительности этапов работы и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. На основании этих результатов был построен линейный график (таблица 15).

Таблица 14 – Трудозатраты на выполнение работы

Этапы работы	Исполнители	Продолжительность работ, дни				Трудоемкость работ по исполнителям, чел-дн.			
		$t_{min}$	$t_{prob}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
						НР	И	НР	И
Постановка цели и задач исследования	НР И	1	3	5	3	3,3	0,33	4,03	0,40
Составление и утверждения технического задания	НР И	1	3	5	3	3,3	0,33	4,03	0,40
Обзор литературы	И	7	14	21	14	-	15,4	-	18,80
Расчеты и аналитика (экспериментальная часть)	И	30	45	60	45	-	49,5	-	60,44
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	НР И	3	5	7	5	1,65	5,5	2,01	6,72
Анализ экологичности и экономичности проведенных работ	И	5	10	15	10	-	11	-	13,43
Оформление пояснительной записки и презентационного материала	И	4	7	10	7	-	7,7	-	9,40
<b>Итого:</b>					<b>87</b>	<b>8,25</b>	<b>89,76</b>	<b>10,07</b>	<b>109,59</b>

Таблица 15 – Линейный график работы

Этапы работы	Исполнители	T <sub>кд</sub> , дни	Продолжительность выполнения работ													
			02.19			03.19			04.19			05.19			06.19	
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Постановка цели и задач исследования	НР	4,03	■													
	И	0,40	■	■												
Составление и утверждения технического задания	НР	4,03			■											
	И	0,40			■											
Обзор литературы	И	18,80			■	■										
Расчеты и аналитика (экспериментальная часть)	И	60,44				■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	НР	2,01											■			
	И	6,72											■	■		
Анализ экологичности и экономичности проведенных работ	И	13,43											■	■		
Оформление пояснительной записки и презентационного материала	И	9,40													■	■

■ – исполнитель; ■ – научный руководитель

#### 4.1.2 Расчет накопления готовности проекта

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

$$СГ_i = \frac{ТР_i^H}{ТР_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i ТР_k}{ТР_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m ТР_{km}}, \quad (7)$$

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

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

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

Результаты расчетов представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого ее этапа

Этапы работы	$ТР_i$ , %	$СГ_i$ , %
Постановка цели и задач исследования	3,70	3,70
Составление и утверждения технического задания	3,70	7,40
Обзор литературы	15,71	23,11
Расчеты и аналитика (экспериментальная часть)	50,51	73,62
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	7,30	80,92
Анализ экологичности и экономичности проведенных работ	11,22	92,14
Оформление пояснительной записки и презентационного материала	7,86	100,00

## **4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта**

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

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

### **4.2.1 Расчет затрат на материалы**

К данной статье затрат относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работы. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю.

Таблица 17 – Расчет затрат на материалы

Наименование	Кол-во, ед.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Блокнот	3	40	120
Ручка Pilot	3	50	150
Картридж для принтера (ч/б) Advantage Black	2	1 090	2 180
Картридж для принтера (цв) Advantage Tri-Colour	1	890	890
Бумага для принтера А4 SvetoCopy	1	300	300
Лицензия ПО Microsoft Office	1	5 990	5 990
<b>Всего за материалы</b>		9630	
<b>Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)</b>		385	
<b>Итого по статье</b>		10 015	

#### 4.2.2 Расчет заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 24,917, \quad (8)$$

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

24,917 – среднее количество рабочих дней в месяце (при шестидневной рабочей неделе).

Для учета в составе полной заработной платы премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:  $K_{\text{ПР}} = 1,1$ ;  $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$ ;  $K_{\text{р}} = 1,3$ . Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент  $K_{\text{и}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$ .

Результаты расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на заработную плату

<b>Исполнитель</b>	<b>Оклад, руб/мес.</b>	<b>ЗП<sub>дн-т</sub>, руб/раб.день</b>	<b>T<sub>рд</sub>, дни</b>	<b>K<sub>и</sub></b>	<b>Фонд ЗП, руб.</b>
НР	29 568	1 186,66	9	1,699	<b>18 145,22</b>
И	15 470	620,86	90	1,699	<b>94 935,70</b>
<b>Итого:</b>					<b>113 080,92</b>

#### 4.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30,1 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц}} = 0,301 \cdot C_{\text{ЗП}} \quad (9)$$

Тогда

$$C_{\text{соц}} = 0,301 \cdot 113080,92 = 34037,4$$

#### 4.2.4 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:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (10)$$

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

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

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

Результаты расчета затрат на электроэнергию приведены в таблице 19.



Таблица 19 – Затраты на электроэнергию

Оборудование	$t_{об}$ , час	$P_{об}$ , кВт	$C_{эл.об.}$ , руб.
ПК	504 (720·0,7)	0,3	869,10
Принтер (ч/б)	10	0,1	5,75
Принтер (цв)	2	0,1	1,15
<b>Итого:</b>			876,00

#### 4.2.5 Расчет амортизационных расходов

Амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта определяется по формуле:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot C_{ОБ} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_D}, \quad (11)$$

где  $N_A$  – годовая норма амортизации единицы оборудования;

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

$F_D$  – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, час;

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

$n$  – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Норма амортизация ПК определяется следующим образом:

$$N_A(ПК) = 1/C_A = 1/2,5 = 0,4, \quad (12)$$

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

Норма амортизации принтера (ч/б):

$$N_A(пр ч/б) = 1/C_A = 1/2 = 0,5$$

Норма амортизации принтера (цв):

$$N_A(пр цв) = 1/C_A = 1/3 = 0,33$$

Тогда

$$C_{AM}(ПК) = \frac{0,4 \cdot 50000 \cdot 0,75 \cdot 720 \cdot 1}{299 \cdot 8} = 4515,05 \text{ руб.}$$

$$C_{AM}(\text{пр ч/б}) = \frac{0,5 \cdot 10000 \cdot 10 \cdot 1}{500} = 100,00 \text{ руб.}$$

$$C_{AM}(\text{пр цв}) = \frac{0,33 \cdot 15000 \cdot 2 \cdot 1}{100} = 99,00 \text{ руб.}$$

Общие амортизационные отчисления составят:

$$C_{AM\text{общ}} = 4515,05 + 100,00 + 99,00 = 4714,05 \text{ руб.}$$

#### 4.2.6 Расчет прочих расходов

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

$$\begin{aligned} C_{пр} &= 0,1 \cdot (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \\ &= 0,1 \cdot (10015 + 113080,92 + 34037,4 + 876 + 4714,05) \\ &= 16272,34 \text{ руб.} \end{aligned} \tag{13}$$

#### 4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Результаты расчетов по всем статьям затрат (работы) себестоимость приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Смета затрат на разработку проекта

Статьи затрат	Сумма, руб
Затраты на материалы и покупные изделия $C_{\text{мат}}$	10 015,00
Затраты на заработную плату $C_{\text{зп}}$	113 080,92
Затраты на отчисления в социальные фонды $C_{\text{соц}}$	34 037,40
Затраты на электроэнергию $C_{\text{эл.об.}}$	876,00
Затраты на амортизационные расходы $C_{\text{ам}}$	4 714,05
Затраты на прочие расходы $C_{\text{пр}}$	16 272,34
<b>Итого:</b>	<b>178 995,77</b>

#### **4.2.8 Расчет прибыли**

Прибыль от реализации проекта следует принять в размере 5-20 % от полной себестоимости работы и составит 26 849,36 руб. (15 %).

#### **4.2.9 Расчет НДС**

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

Тогда

$$\text{НДС} = 0,2 \cdot (178995,77 + 26849,36) = 41169,03 \text{ руб.} \quad (14)$$

#### **4.2.10 Цена разработки НИР**

Цена разработки определяется следующим образом:

$$C_{\text{НИР}} = 178995,77 + 26849,36 + 41169,03 = 247014,16 \text{ руб.} \quad (15)$$

#### **4.3 Оценка экономической эффективности проекта**

Результат данной работы носит исключительно исследовательский характер, поскольку данный результат не доведен до степени готовности к конкретному технологическому применению и требует уточнения и дополнительных затрат на последующих стадиях проектирования. В связи с этим оценка его экономической эффективности на данном этапе некорректна [8].

## 5 Социальная ответственность

Сущность проекта ВКР заключается в модернизации автоматизированной системы блока подготовки газа. Данный проект может быть применим при внедрении или модернизации систем автоматизации для установки подготовки газа.

Рабочее место для выполнения экспериментальной части бакалаврской работы представляет собой компьютерный класс корпуса Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Рабочее место при эксплуатации автоматизированной системы управления блока разделителей жидкости установки комплексной подготовки газа (УКПГ) является здание операторной и непосредственно сама площадка установки [9].

### 5.1 Производственная безопасность

Проанализируем основные вредные и опасные производственные факторы рабочей зоны на предмет выявления их вредных проявлений (табл. 21) [10].

Таблица 21 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ		Нормативные документы
	Р	Э	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
2. Наличие ЭМП	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
3. Недостаток естественного освещения	+	+	СП 52.13330-2016. Естественное и искусственное освещение.
4. Недостаток искусственного освещения	+	+	
5. Повышенный уровень шума	+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях

Факторы	Этапы работ		Нормативные документы
	Р	Э	
			жилых, общественных зданий и на территории застройки.
6. Повышенное значение напряжения в электрической цепи	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
7. Повышенный уровень вибрации	-	+	ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
* Р – разработка; Э – эксплуатация			

### **5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны (компьютерный класс)**

#### *Микроклиматические условия*

Влияние на человека неблагоприятных метеорологических условий в течение длительного времени в резкой форме ухудшают его состояние здоровья, снижают продуктивность и приводят к болезням. Повышенная температура воздуха приводит к скорой утомляемости служащего, к перегреву организма или тепловому удару, а пониженная температура – может вызвать охлаждение организма, вызвать простуду или обморожение [11].

Влажность воздуха сильно воздействует на терморегуляцию организма человека. Повышенная влажность и повышенная температура воздуха приводит к перегреванию организма, а при пониженной температуре повышенная влажность увеличивает теплопередачу с поверхности кожи, что приводит к переохлаждению организма. Пониженная влажность способствует пересыханию слизистых оболочек служащего.

Выполняемая работа относится к категории Ia по тяжести выполняемых работ, производится сидя и сопровождается незначительным физическим напряжением. Для данной категории работ определены оптимальные и допустимые границы основных параметров микроклимата, которые приведены в таблицах 22-23 [12, 13].

Таблица 22 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха φ, %	Скорость движения воздуха
Холодный	Ia	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia	23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица 23 – Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, φ%	Скорость движения воздуха, не более	
		1	2			1	2
Холодный	Ia	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	Ia	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

Ориентируясь на оптимальные и допустимые показатели микроклимата на рабочих местах [14], можно сделать вывод о том, что метеоусловия являются оптимальными, то есть гарантируют поддержание нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакции терморегуляции и производят условия для повышенной степени работоспособности.

Ионный состав воздуха должен содержать следующее количество отрицательных и положительных аэроионов: минимально необходимый уровень 600 и 400 ионов в 1 см<sup>3</sup> воздуха; оптимальный уровень 3000-5000 и 1500-3000 ионов в 1 см<sup>3</sup> воздуха; максимально допустимый – 50000 ионов в 1 см<sup>3</sup> воздуха [15].

Характерные требования к помещениям, где используются компьютеры:

- площадь на одно рабочее место должна быть не менее 6 м<sup>2</sup>, а объем - не менее 20 м<sup>3</sup>;

- не допускается расположение рабочих мест в подвальных помещениях.

В помещениях с компьютерами ежедневно проводится влажная уборка.

До и после работы за компьютером помещение проветривается в течение 5-10

минут, желательны частые перерывы во время работы [10].

### ***Электромагнитные излучения***

В кабинете имеется два источника электромагнитного излучения – монитор и системный блок.

Электромагнитные излучения приводят к развитию функциональных расстройств (пагубное воздействие на нервную систему) и патологических состояний (головной боли, снижение работоспособности и концентрации внимания, снижение артериального давления, функциональные нарушения зрения, развитие катаракты, кожные заболевания).

Уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени нахождения служащего в рабочей зоне. Время приемлемого нахождения в контролируемой зоне в часах:

$$T = \frac{50}{E} + 2 \quad (16)$$

Производство в условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20-25 кВ/м продолжается не более 10 минут. При напряженности не выше 5 кВ/м пребывание людей в рабочей зоне допускается в течение 8 часов [14].

Для защиты от электромагнитного излучения компьютера используются жидкокристаллические мониторы, поскольку его излучение значительно меньше, чем у ЭЛТ мониторов (монитор с электроннолучевой трубкой). Также монитор расположен в углу, так что бы излучение поглощалось стенами.

### ***Производственное освещение***

Важное значение для создания благоприятных условий труда имеет рациональное освещение. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет проведение работ, ведет к снижению производительности труда и может явиться причиной несчастных случаев.

Различают следующие виды производственного освещения:

естественное, искусственное и совмещенное.

Естественное освещение характеризуется изменяющейся освещенностью на рабочих местах в течение суток года, которое обуславливается световым климатом. Поэтому данное освещение нормируется по коэффициенту естественной освещенности (КЕО) или ( $e$ ) *естественного* освещения.

*Коэффициент естественной освещенности* равен [16]:

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\% \quad (17)$$

где  $E$  – освещенность в данной точке помещения;

$E_0$  – освещенности под открытым небом.

Величина КЕО при верхнем или комбинированном естественном освещении должна быть равна 4%, а при боковом – 1,5% [16].

Искусственное освещение помогает избежать многих недостатков, характерных для естественного освещения, и обеспечить оптимальный световой режим. Оно создается светильниками и прожекторами [17].

В компьютерном классе, где проводилось исследование, используется комбинированная система освещения, то есть общее искусственное и местное освещение [18]. Такое освещение соответствует уровню освещенности, необходимому для выполнения работ в компьютерном классе.

### ***Производственные шумы***

При работе компьютера основным источником шумов является системный блок. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях рабочего, снижается производительность труда.

Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот с соответствующим уровнем звука 50 дБА для помещений с компьютерами представлены в таблице 24 [19].



Таблица 24 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Уровень шума в компьютерном классе не превышает допустимых значений, так как корпус системного блока расположен в специальной нише под столом, а также материал, из которого изготовлен корпус, является звукопоглощающим. Расположенные в системном блоке вентиляторы, основные источники шума, подвергаются чистке от пыли и периодической замене.

### ***Психофизические факторы***

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 психофизические факторы условно можно разделить на физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки. К нервно-психическим перегрузкам относится умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, монотонность труда.

Поскольку основным каналом получения информации от ПК является монитор, то неизбежно увеличивается нагрузка на зрительную систему.

Ведущими компонентами трудового процесса при работе на компьютере служат однообразные многократно повторяющиеся нагрузки на верхние конечности и постоянное зрительное напряжение, особенно при необходимости моторно-зрительной координации, а также нервно-эмоциональное напряжение, стрессы, связанные с ответственностью за решение выполняемых задач.

Поэтому при работе за компьютером рекомендуется устраивать перерывы. Регламентируемые перерывы продолжительностью 20-30 минут, являющиеся составной частью режимов труда, устанавливаются через каждые 1–2 часа после начала смены и через 2 часа после обеденного перерыва.

### ***Электробезопасность***

В компьютерном классе ПК – основной источник поражения током. При

поражении электрическим током различают два вида травм: местные – ожоги, электрические травмы, механические повреждения, общие – электрические удары. Электрические удары в зависимости от исхода делятся на 4 степени (1 – судорожное сокращение мышц без потери сознания; 2 – судорожное сокращение мышц с потерей сознания; 3 – нарушение сердечной деятельности или дыхания; 4 – отсутствие дыхания и кровообращения) [20].

Для защиты от попадания высокого напряжения на корпус оборудования используется заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

### **5.1.2 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны (операторная, площадка УКПГ)**

Постоянные рабочие места установки должны соответствовать требованиям действующих федеральных санитарных правил, норм и гигиеническим нормативам.

#### ***Физические факторы производственной среды***

Источниками производственного шума могут служить технологическое оборудование, инструменты или машины.

В производственном помещении и на территории предприятия допускаются такие уровни звукового давления (табл. 25) с соответствующим уровнем звука 80 дБА [19]:

Таблица 25 – Допустимые уровни звукового давления

Среднегеометрическая частота октановых полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового давления, дБ	103	96	91	88	85	83	81	80

Для защиты от шума пользуются ограждающими конструкциями с требуемой звукоизоляцией: звукопоглощающими конструкциями (кулисы, облицовки), звукоизолирующими кожухами на шумных агрегатах и др. В качестве средств индивидуальной защиты для органов слуха от шума и

вибрации применяются наушники, вкладыши, шлемы, костюмы. Наушники понижают негативное воздействие в диапазоне от 7 до 38 дБ с частотой от 125 до 8 000 Гц.

Источниками вибрации на исследуемом производственном объекте служат насосы, технологическая установка, а также транспорт при перемещении операторов по территории завода. В соответствии с [21] данный объект относится к категориям Ша и Шв, так как, с одной стороны, имеются работники непосредственно на установке комплексной подготовки газа с воздействием вибрации насосов и установки, а с другой стороны, имеются работники в диспетчерской, операторной и лаборатории, занимающиеся умственным трудом.

Длительное вибрационное воздействие приводит к снижению работоспособности, нарушению функций центральной нервной системы, опорно-двигательного аппарата и др. [22]. Вибрация, воздействующая на человека, не должна превышать согласно требованиям [23, 24] предельно-допустимого значения 92 дБ.

Для снижения воздействия вибрации на работников необходимо стремиться к размещению оборудования и машин с минимизацией уровней вибрации, введению ограждений и средств виброзащиты на рабочих местах, введению режимов отдыха и санитарно-профилактическими мероприятиям.

### ***Химические факторы производственной среды***

Основные характеристики взрыво-, пожароопасных и токсических свойств сырья, материалов и продуктов установки комплексной подготовки газа представлены в таблице 26 [25].

Таблица 26 – Характеристика свойств сырья, материалов и продуктов

Наименование вещества	Класс опасности (ГОСТ 12.1.007-76)	Агрегатное состояние при нормальных условиях	Температура, °С			ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений ГОСТ 12.1.005-88, мг/м <sup>3</sup>	Характеристика токсичности (воздействие на организм человека)
			вспышки	воспламенения	самовоспламенения		
Конденсат газовый	4	жидкость	>0	-	>380	10	Сильное отравляющее воздействие нервнопаралитического действия. Углеводороды, составляющие основную часть конденсата, обладают токсическими свойствами. Действие на организм ослабляется малой их растворимостью в крови, опасные концентрации в крови создаются при высокой концентрации углеводородов в воздухе. При легких отравлениях после начального возбуждения начинается головная боль, слабость, боли в области сердца. При тяжелых отравлениях потеря сознания, судороги, желтая окраска белковой оболочки глаза, ослабление дыхания. Попадание конденсата на кожу может вызвать ее воспаление, а при длительном контакте дерматиты.
Природный газ	4	газ	-	-	535	300	Углеводороды поступают в организм человека главным образом через дыхательные пути при отравлении парами углеводородов. Вначале наблюдается период возбуждения, характеризующийся беспричинной веселостью, затем наступает головная боль, сонливость, головокружение, тошнота. При тяжелых отравлениях наступает потеря сознания, судороги, ослабление дыхания, появляется желтая окраска белковой оболочки глаз
Топливный газ	4	газ	-	-	525	100	Головная боль, утомляемость, подавленное настроение
Метанол	2	жидкость	6-8	36	464	5	Сильнодействующий нервный и сосудистый яд. Обладает характерным спиртовым запахом. Попадание внутрь организма 5-10 мл вызывает слепоту, а прием внутрь 30 мл и более вызывает смерть. Аллергическими свойствами не обладает. Пары метанола вызывают слабое раздражение слизистых оболочек глаз.
Масло турбинное	3	жидкость вязкая	463	-	673	5	Пары токсичны, масло вызывает заболевание кожи

Для исключения возможности возникновения отравлений или удушья персонал:

- соблюдает нормы технологического режима;

- соблюдает требования промышленной безопасности при подготовке и проведению предупредительного и планового ремонта оборудования и т.д.

### ***Подвижные части оборудования и движущиеся машины***

Подвижными частями оборудования являются:

- подвижные столы и стойки станков;
- ходовые винты;
- передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков и др.

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства.

Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно [26] опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

Персонал соблюдает особую осторожность при работе с таким оборудованием. Строго следит за тем, чтобы скорость и направление вращения рабочих органов соответствовали указанным в руководстве по каждой машине. После пуска машины на холостом ходу персонал убеждается в правильном монтаже оборудования (отсутствие вибраций, стуков и шумов). Также проверяет наличие защитных кожухов на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов, проводит проверку пусковых и тормозных устройств, состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

### ***Средства защиты***

Процессы, протекающие на установке, связаны с подготовкой газа и относятся к процессам с вредными условиями для здоровья обслуживающего персонала.

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

- защитная рабочая одежда и обувь;
- защитные очки и маски;
- диэлектрические перчатки и электроизмерительные клещи;
- предохранительный пояс и канат;
- средства для защиты дыхательных органов (фильтрующие противогазы марки БКФ).

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

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

Также на предприятии, кроме охраны жизни и здоровья персонала, проводятся мероприятия по охране окружающей среды. Так, например, на каждом объекте проводится контроль содержания в воздухе паров вредных веществ и их соответствия ПДК. Проводятся мероприятия по предупреждению ситуаций, которые могут повлечь за собой выбросы вредных веществ в атмосферу [27].

## **5.2 Экологическая безопасность**

Газоперерабатывающее производство, так или иначе, отрицательно влияет на окружающую среду путем сброса газовых, жидких или твердых отходов.

Установка располагается на открытой площадке, где основными источниками атмосферных выбросов являются дыхательные клапаны резервуаров и ёмкостей хранения газового конденсата и метанола, факельные установки, автоматизированная система налива стабильного газового конденсата в автоцистерны (оксид и диоксид азота, сероводород, оксид углерода, предельные углеводороды C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>, метанол).

Жидким отходом установки является отработанное трансформаторное масло. Его отгружают в бочки и направляют на переработку для его регенерации. К твердым отходам относятся люминесцентные лампы и макулатура. Токсичный люминофор из ламп – страшный яд, не имеющий ни вкуса, ни запаха, но легко распространяющийся в воздухе, поражая центральную нервную систему человека, печень, почки, желудочно-кишечный тракт. А попав в воду, люминофор превращается в еще более опасное соединение – метилртуть. Поэтому отработавшие лампы отправляются в специальные пункты утилизации.

Основными средствами защиты природной среды от вредных воздействий является строгое соблюдение технологических регламентов, технологической дисциплины, герметизация оборудования, применение эффективных уплотнений для насосов и фланцевых соединений [27].

Контролю также подвергаются все места временного хранения отходов, образующихся на предприятии, и отходов потребления, с учётом их физико-химических свойств. По отношению к отходам, которые хранятся на территории предприятия, проводится визуальный контроль за соблюдением правил хранения и своевременным вывозом, который осуществляется в соответствии с инструкцией «Порядок сбора, хранения и транспортировки отходов», разработанный на предприятии [28].

Для борьбы с загрязнением атмосферы на установке применяют следующие меры:

- газы, которые не могут быть использованы в дальнейшем для

переработки, подаются на факельную установку;

- герметичные уплотнения насосных агрегатов, полностью исключающие утечки жидкости при работе насосов;

- использование запорной арматуры с герметичностью затвора по классу А;

- совершенствование производства и создания новых технологий;

- сооружение линий аварийных сбросов давления в факельную линию.

### **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одним из важнейших факторов в безопасности жизнедеятельности людей является подготовленность к чрезвычайным ситуациям. Чрезвычайная ситуация – это совокупность таких обстоятельств, которые сопровождаются разрушениями зданий, сооружений, материальных ценностей, поражения и гибелью людей. К основным чрезвычайным ситуациям, возникающим на производстве, относятся производственные аварии [29].

#### ***Производственная авария***

Под производственной аварией понимают внезапную остановку работы или нарушение процесса производства, приводящую к повреждению или уничтожению материальных ценностей. Аварии возникают в результате стихийного бедствия, а также нарушения технологического регламента, правил эксплуатации машин, оборудования и установленных мер безопасности. На 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 [30] 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 [31].

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 [32]. 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 ОХП-10, 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.

#### **5.4 Правовые вопросы обеспечения безопасности**

При выполнении научно-исследовательской работы необходимо следовать требованиям трудового кодекса РФ. Трудовой кодекс РФ предусматривает обеспечение права каждого работника на справедливые

условия труда, в том числе на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, права на отдых, включая ограничение рабочего времени, предоставление ежедневного отдыха, выходных и нерабочих праздничных дней, оплачиваемого ежегодного отпуска [33, 34].

Согласно [35], проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (обследования) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Согласно [36] используются средства индивидуальной защиты. Во избежание несчастных случаев, проводится обучение и проверяются знания работников.

## **Заключение**

В результате выполненной работы была разработана автоматизированная система разделителя жидкостей блока НТС установки комплексной подготовки газа.

В ходе выполнения работы были изучены особенности технологического процесса работы УКПГ. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации разделителя жидкостей, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Был произведён выбор комплекса аппаратно-технических средств реализации АС, а именно были подобраны ПЛК (ОМС 8000), расходомеры (OPTISWIRL 4070), датчики давления (Элемер-100), датчик температуры (JUMO 90.1820), уровнемер (OPTIFLEX 4300 C Marine), влагомер (JUMO 907025/64), задвижки (30с941нж с электроприводом Н-В 03) и преобразователь частоты (Lenze 8200 TMD/TML).

Также была разработана схема внешних проводок, благодаря которой в случае отказа системы существует возможность оперативно найти неисправности и легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/остановка технологического оборудования и управления сбором данных.

Таким образом, спроектированная АСУ разделителя жидкостей УКПГ не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную АС в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями. Кроме того, SCADA-пакет, который используется на всех уровнях автоматизации, позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем.

## Список используемых источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
4. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вицшк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. ГОСТ 21.408-2013. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.
8. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» магистерской диссертации для всех специальностей ИК/ сост. В.Ю. Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 29 с.
9. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост.

Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.

10. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

11. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

12. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

13. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-2003. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

15. СанПиН 2.2.4.1294-2003. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений.

16. Назаренко О.Б. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. - 87 с.

17. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учеб.– метод. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 144 с.

18. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. - М.: Госстрой России, 2004. – 45 с.

19. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

20. ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

21. ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

22. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда : учебное пособие для вузов / П. П.

Кукин [и др.]. — 5-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2009. — 335 с.: ил. — Для высших учебных заведений. — Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 333.

23. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.

24. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и производственных зданий.

25. ГН 2.2.5.3532-2018. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

26. ГОСТ 12.2.009-99. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

27. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учеб.– метод. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 144 с.

28. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера // под ред. проф. В.Ф. Панина. – М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. – 284 с.

29. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.

30. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.

31. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий : учебное пособие / Б. С. Мастрюков. — Москва: Академия, 2011. — 368 с.: ил. — Высшее профессиональное образование. Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 364-365.

32. Приказ МЧС РФ от 18 июня 2003 г. "Об утверждении норм пожарной безопасности "Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией".

33. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ

(ред. от 01.04.2019).

34. Генеральное соглашение между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014-2016 года.

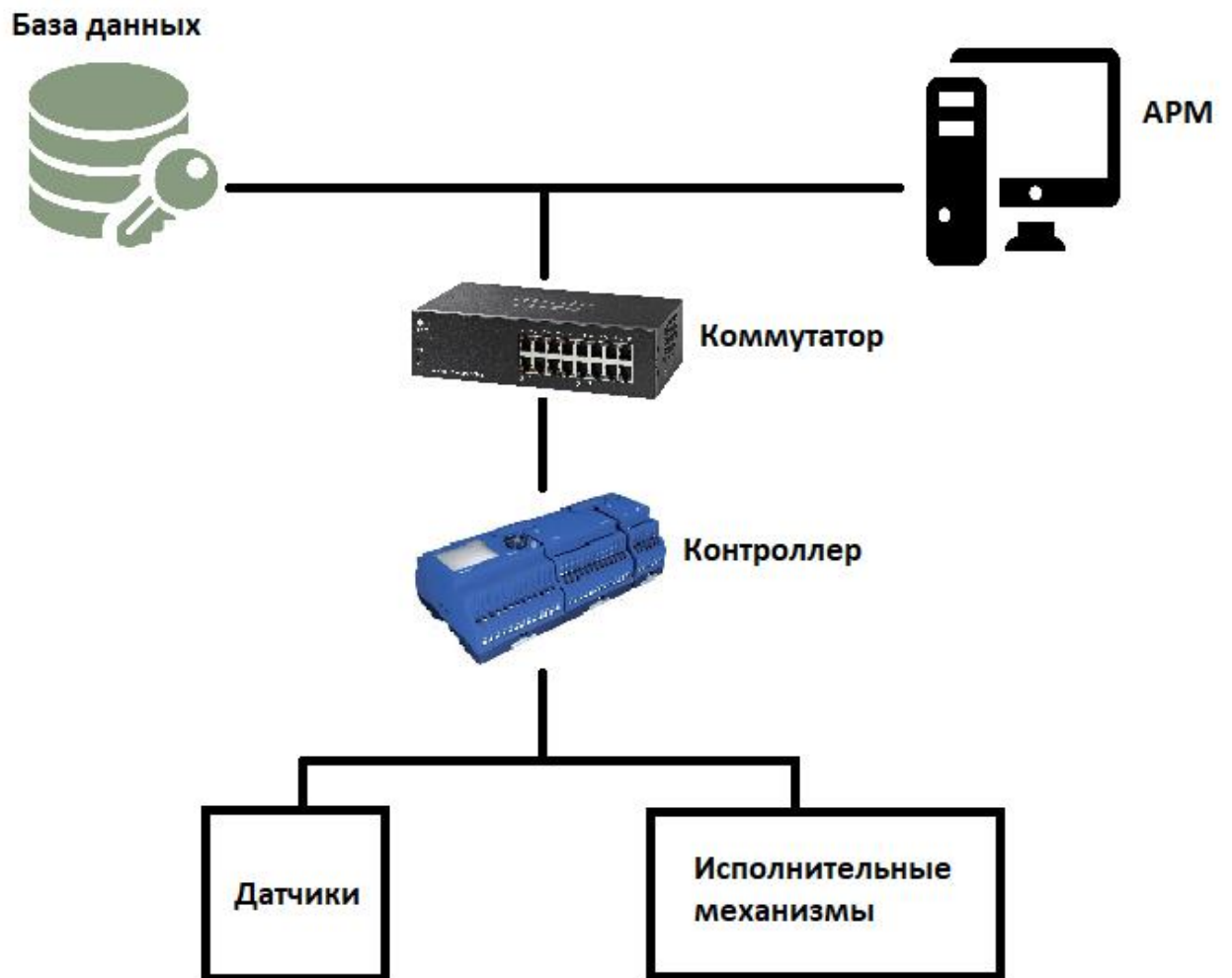
35. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 г. N 302н (ред. от 06.02.2018) «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительный и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

36. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

# Приложение А

(обязательное)

Структурная схема автоматизации

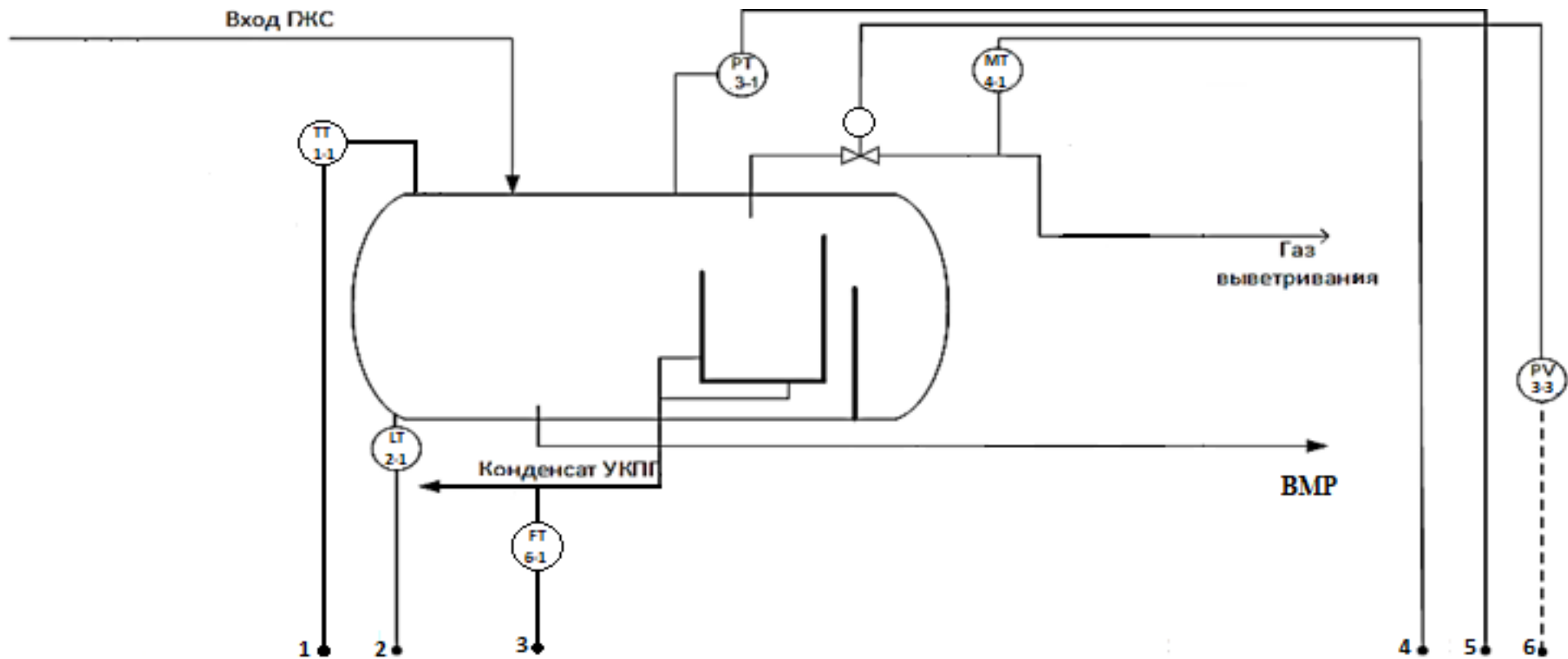




## Приложение Б

(обязательное)

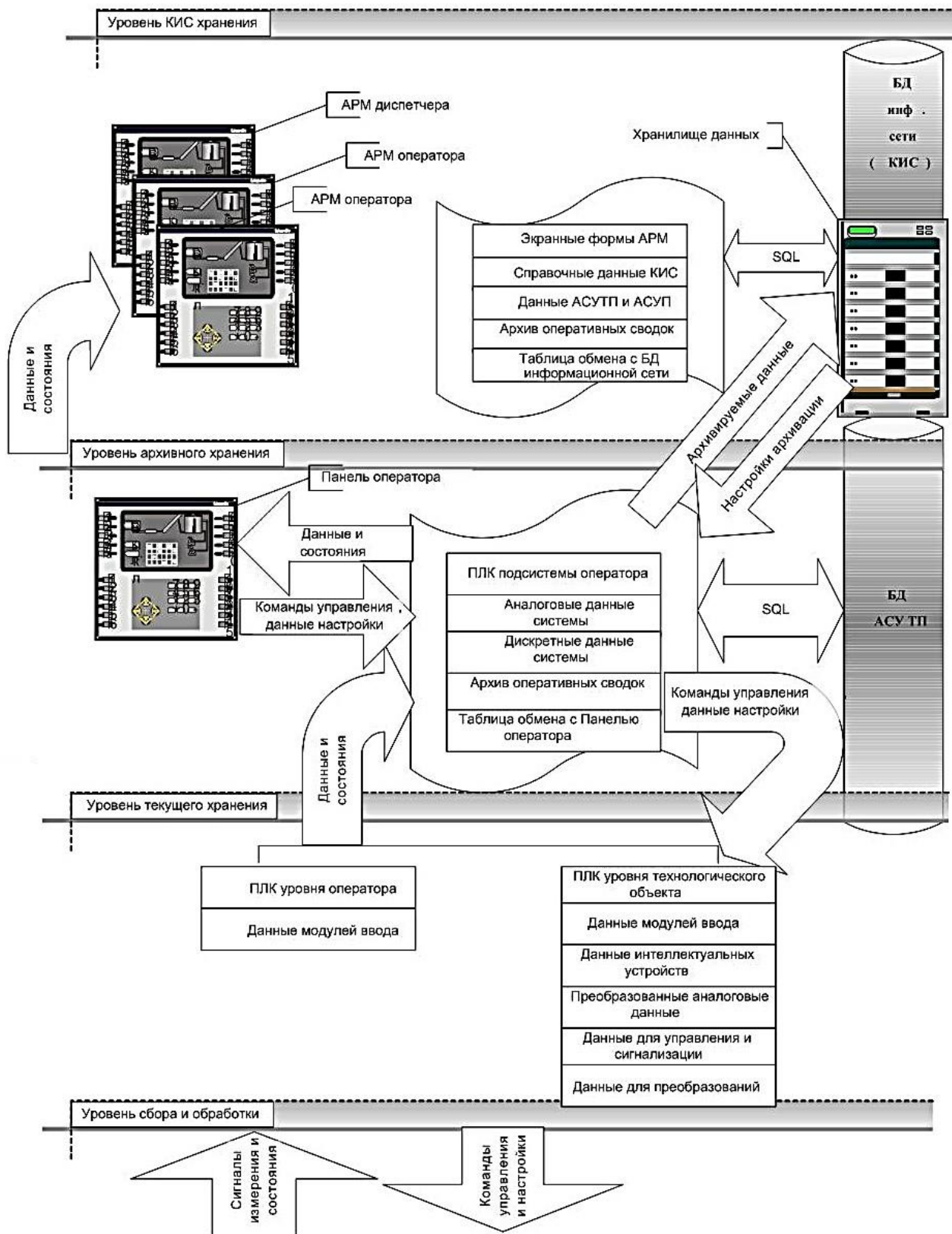
Функциональная схема автоматизации



# Приложение В

(обязательное)

## Схема информационных потоков



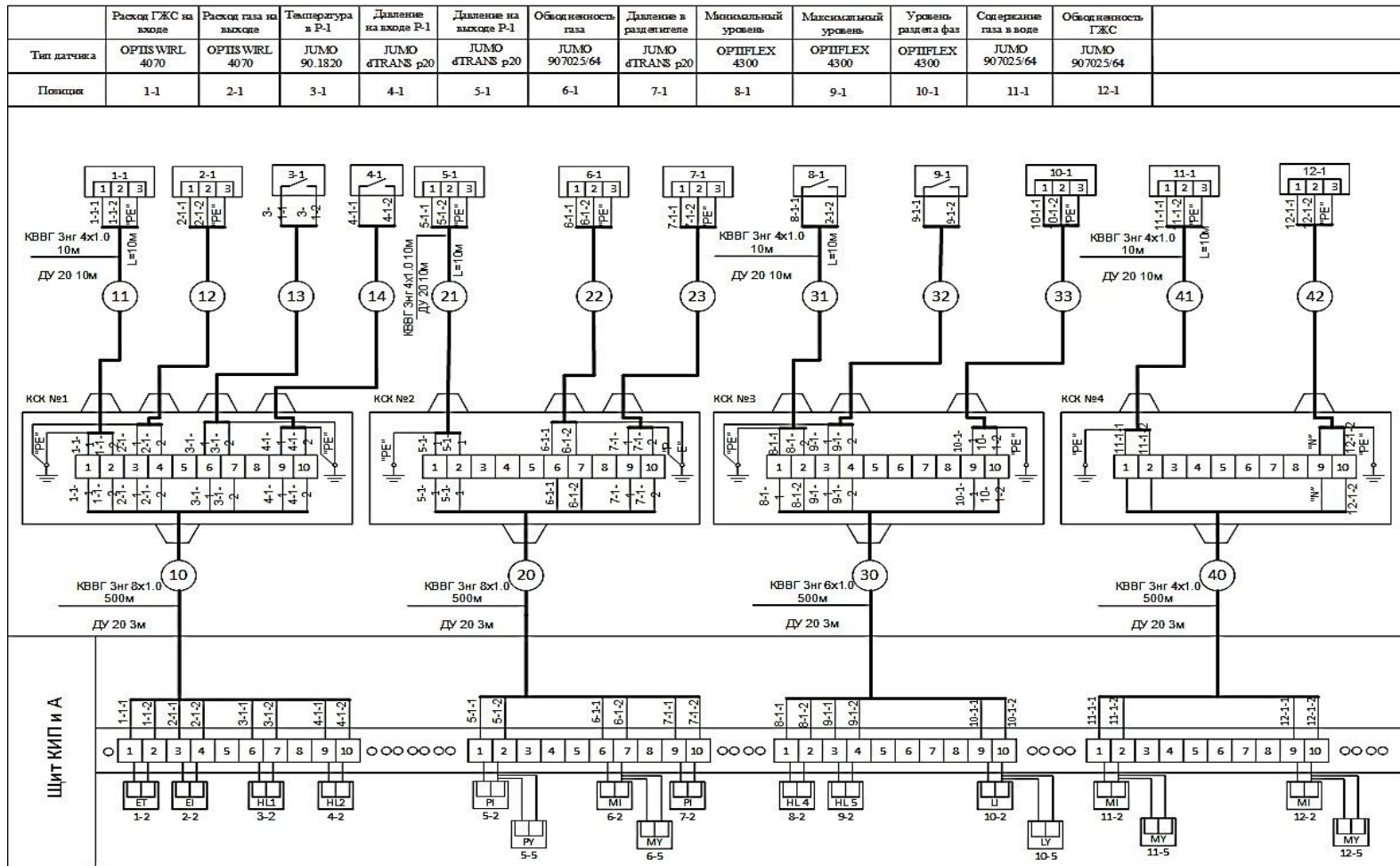
## Приложение Г

(обязательное)

### Перечень входных и выходных сигналов

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон измерения	Единица измерения	Тип сигнала	Технологические уставки			
					Предупредительные		Аварийные	
					min	max	min	max
Уровень раздела фаз в разделителе P-1	URV_RZD_DIAP	10...2000	мм	4-20 мА	-	-	-	-
Верхний предельный уровень в разделителе P-1	URV_RZD_HIGH	-	-	DI	-	+	-	-
Нижний предельный уровень в разделителе P-1	URV_RZD_LOW	-	-	DI	+	-	-	-
Давление газожидкостной смеси на входе разделителя P-1	DAV_INP_DIAP	0...6	МПа	4-20 мА	-	+	-	+
Обводнённость газожидкостной смеси на входе разделителя P-1	OBV_INP_DIAP	0...100	%	4-20 мА	-	-	-	-
Обводнённость сливающейся промывочной воды	OBV_OUT_DIAP	0...100	%	4-20 мА	-	-	-	-
Температура в разделителе P-1	TRM_RZD_DIAP	-100...200	°C	4-20 мА	-	+	-	+
Давление в разделителе P-1	DAV_RZD_DIAP	0...6	МПа	4-20 мА	-	+	-	+
Давление готового газа на выходе разделителя P-1	DAV_OUT_DIAP	0...6	МПа	4-20 мА	-	+	-	+
Обводнённость готового газа на выходе разделителя P-1	OBV_OUT_DIAP	0...100	%	4-20 мА	-	+	-	-
Расход готового газа на выходе разделителя P-1	FLO_OUT_DIAP	0...450	м <sup>3</sup> /ч	4-20 мА	-	-	-	-
Расход ГЖС на входе разделителя P-1	FLO_INP_DIAP	0...450	м <sup>3</sup> /ч	4-20 мА	-	-	-	-

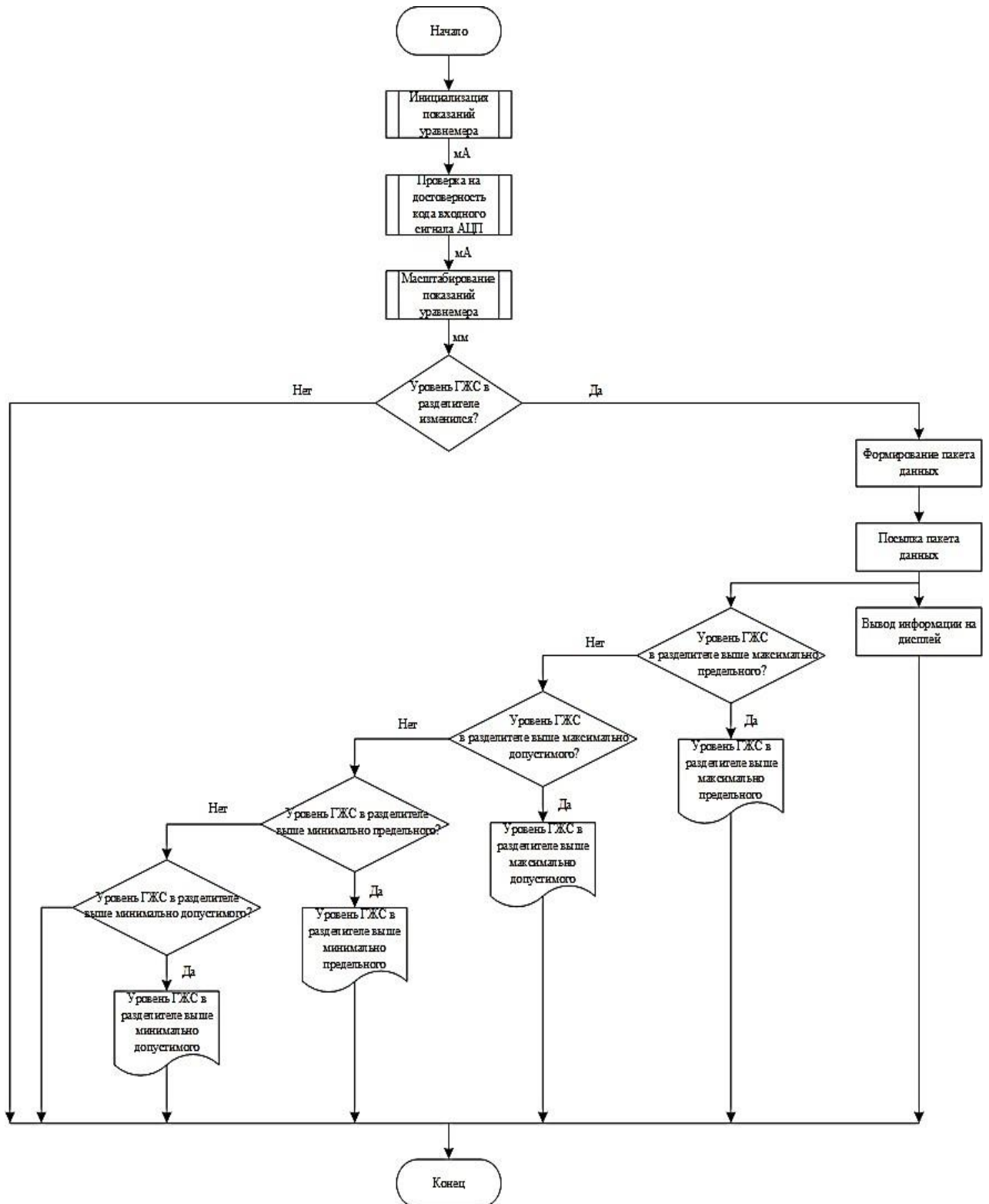
## Приложение Д (обязательное) Схема внешних проводов



# Приложение Е

(обязательное)

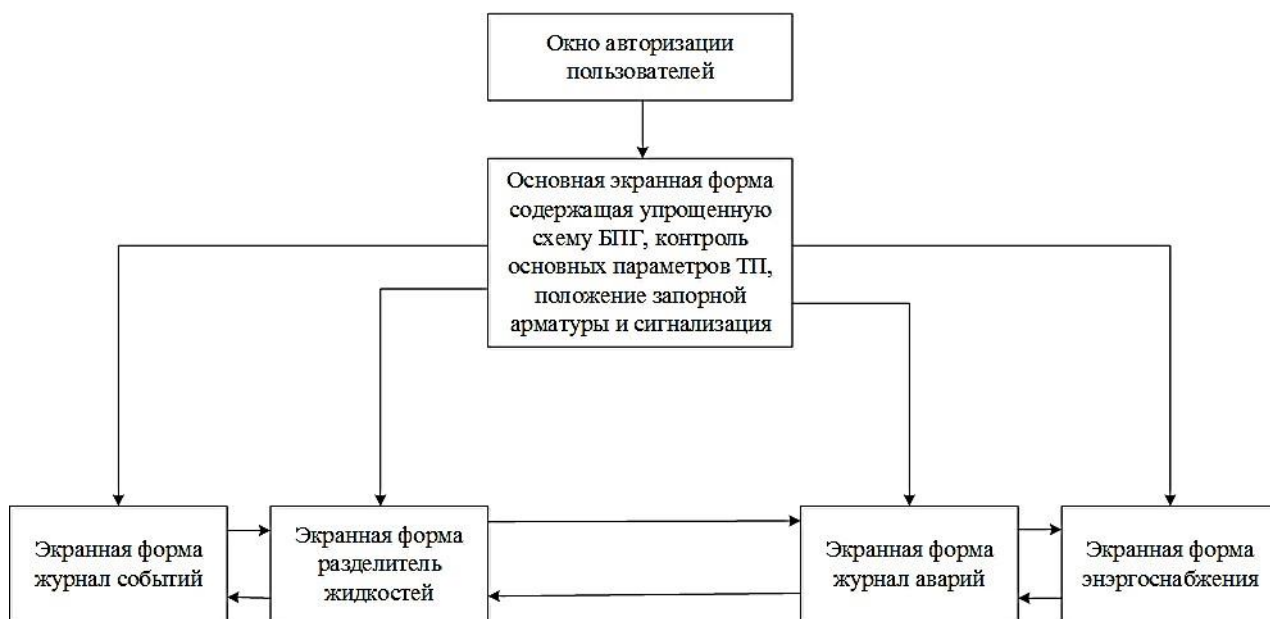
Алгоритм пуска/остановки и сбора данных канала измерения уровня



# Приложение Ж

(обязательное)

## Дерево экранных форм



# Приложение И

(обязательное)

## Экранная форма АС

