

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
Автоматизированная система управления низкотемпературной сепарацией газа на установке комплексной подготовки газа.

УДК 622.279.8:66.067.5-5

#### Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т62	Хамидуллин Реан Наильевич		

#### Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев А.А.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2021 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий,

	методов и средств проектирования
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации

	технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения

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

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

Уровень образования – Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года

Форма представления работы:

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

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

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

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

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

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

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

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

В форме:

<b>БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ</b>
----------------------------

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
З-8Т62	Хамидуллин Реан Наильевич

Тема работы:

Автоматизированная система управления низкотемпературной сепарацией газа на установке комплексной подготовки газа.
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является автоматизированная система управления технологическим процессом низкотемпературной сепарации газа на УКПГ. Режим работы – непрерывный.          Вид сырья – газ.          Цель работы: создание автоматизированной системы управления технологическим процессом.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Описание технологического процесса;</li> <li>– Разработка структурной схемы АС;</li> <li>– Разработка функциональной схемы автоматизации;</li> <li>– Разработка схемы информационных потоков АС;</li> <li>– Выбор средств реализации АС;</li> <li>– Разработка схемы соединения внешних проводов;</li> <li>– Разработка алгоритмов управления АС;</li> <li>– Разработка экранной формы автоматизированной системы.;</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Структурная схема АС;</li> <li>– Функциональная схема автоматизации;</li> <li>– Схема информационных потоков АС;</li> <li>– Схемы соединения внешних проводов;</li> <li>– Алгоритм сбора данных;</li> <li>– Дерево экранных форм автоматизированной системы;</li> <li>– Мнемосхема Блока подготовки газа.</li> </ul>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
1 Основная часть	Доцент ОАР ИШИТР, к.т.н., Воронин А. В.
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП, к.э.н., Верховская М.В.
3 Социальная ответственность	Ассистент ООД ШБИП Аверкиев А.А.

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


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

--	--

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т62	Хамидуллин Реан Наильевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т62	Хамидуллин Реан Наильевич

<b>Школа</b>	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	<b>Отделение</b>	Отделение автоматизации и робототехники инженерной школы информационных технологий и робототехники
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. Стоимость ресурсов технического проекта (ТП): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ)</i>

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	<i>Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков</i>
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	<i>Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР</i>
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	<i>Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения</i>

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

1. График проведения и бюджет ТП
2. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности ТП

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		21.05.2021г

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Т62	Хамидуллин Реан Наильевич		



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т62	Хамидуллину Реану Наильевичу

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

Тема ВКР:

**Автоматизированная система управления низкотемпературной сепарацией газа на установке комплексной подготовки газа**

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Рабочей зоной является цех низкотемпературной сепарации газа на УКПГ.</p> <p>Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров установки низкотемпературной сепарации</p> <p>Режим работы - непрерывный.</p> <p>Вид сырья – газ</p> <p>Цель работы: создание автоматизированной системы управления технологическим процессом.</p>
--	--

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

<p><b>1. 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>1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)</p> <p>2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p> <p>3. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.</p> <p>4, ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.</p> <p>5. ГОСТ Р 22.0.01-2016 Национальный стандарт российской федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.</p> <p>6. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>7. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p>	<p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Взрывоопасность;</li> </ul>

2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу;</li> <li>– Электрический ток (источник - электрооборудование автоматики);</li> <li>– Повышенный уровень статического электричества.</li> </ul> <p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышенный уровень вибрации;</li> <li>– Повышенный уровень шумов на рабочем месте;</li> <li>– Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.</li> </ul>
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– загрязнение атмосферы. Основным источником загрязнения атмосферы являются продукты сгорания газа – оксиды азота и углерода.</li> <li>– загрязнение литосферы. Углеводородный конденсат загрязняет почвенный слой, почва загрязняется метанолом в процессе добычи и транспорта газа.</li> <li>– загрязнение гидросферы. Утечка жидких промежуточных или конечных продуктов УКПГ приводит к загрязнению пластовых вод.</li> </ul>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на объекте: утечка газа, возгорание, пожар, взрыв. Наиболее распространённым типом ЧС является пожар, взрыв.

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Аверкиев Алексей Анатольевич	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т62	Хамидуллин Реан Наильевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 123 страницы машинописного текста, 17 рисунков, 26 таблиц, 34 наименований использованных источников объединённых в 1 список, 8 приложений.

Объектом разработки и исследования является технологический процесс низкотемпературной сепарации на УКПГ.

Цель работы - проектирование автоматизированной системы, контроля и управления технологическим процессом низкотемпературной сепарации, с использованием современных и передовых технологий.

Автоматизированная система данного проекта, была построена на базе промышленного логического контролера SIMATIC S7-1500 производства Siemens AG, в качестве SCADA системы, была использована система SIMATIC WinCC производства Siemens AG.

Автоматизированная система, использованная в данном проекте это мощная, универсальная и гибкая система оперативного мониторинга и управления технологическими процессами, производственными линиями, машинами и установками во всех секторах промышленного производства, любой степени сложности.

Использование спроектированной системы даст возможность улучшить производительность, повысить эффективность установки в целом, снизит количество аварийных ситуаций, а также повысит надежность и точность измерений.

Ключевые слова: АСУТП, ПЛК, SCADA, ПИД регулятор, блок подготовки газа, эжектор, сепаратор, датчик, установка комплексной подготовки газа УКПГ.

## Содержание

Определения, обозначения и сокращения.....	15
Введение.....	17
1 Техническое задание.....	19
1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП.....	19
1.2 Назначение системы.....	20
1.3 Требования к техническому обеспечению.....	21
1.4 Требования к метрологическому обеспечению.....	22
1.5 Требования к программному обеспечению.....	23
1.6 Требования к математическому обеспечению.....	25
1.7 Требования к информационному обеспечению.....	25
2 Основная часть.....	27
2.1 Описание технологического процесса.....	27
2.2 Разработка структурной схемы АС.....	29
2.3 Функциональная схема автоматизации.....	32
2.4 Разработка схемы информационных потоков.....	32
2.5 Выбор средств реализации АСУ.....	35
2.5.1 Выбор контроллерного оборудования.....	37
2.5.2 Выбор средств измерений.....	40
2.5.2.1 Средства измерения температуры.....	40
2.5.2.2 Средства измерения давления.....	44
2.5.2.3 Средства измерения расхода.....	48
2.5.2.4 Средства измерения и анализа газа.....	52
2.5.2.5 Средства измерения уровня.....	55
2.5.3 Выбор исполнительных устройств.....	57
2.6 Разработка схемы внешних проводок.....	61
2.7. Разработка кабельной проводки.....	61
2.8. Разработка алгоритмов управления АС.....	63
2.8.1. Алгоритм сбора данных измерений.....	63
2.8.2. Алгоритм автоматического регулирования.....	63
2.9. Экранные формы АС.....	66
2.9.1. Разработка дерева экранных форм.....	68
2.9.2 Разработка экранных форм АС.....	68
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	70
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	71
3.2 Анализ конкурентных технических решений.....	71

3.3 Организация и планирование работ .....	73
3.4 Структура работ в рамках научного исследования.....	73
3.5 Разработка графика проведения научного исследования.....	75
3.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	79
3.6.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	79
3.6.2 Расчет заработной платы .....	81
3.6.3 Расчет затрат на единый социальный налог .....	82
3.6.4 Расчет затрат на электроэнергию.....	83
3.6.5 Расчет амортизационных расходов.....	83
3.6.6 Расчет прочих расходов .....	84
3.6.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	85
3.6.8 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования .....	86
3.6.9 Оценка экономической эффективности проекта.....	88
4. Социальная ответственность .....	90
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	90
4.1.1 Режим рабочего времени .....	90
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	91
4.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	91
4.3 Анализ вредных производственных факторов .....	92
4.3.1 Повышенный уровень шума.....	92
4.3.2 Повышенный уровень вибрации.....	93
4.3.3 Воздействие вредных веществ на организм человека .....	94
4.3.4 Загазованность .....	95
4.4 Анализ опасных производственных факторов .....	96
4.4.1 Электробезопасность .....	96
4.4.2 Пожаробезопасность .....	97
4.4.3 Температура поверхности оборудования.....	98
4.5 Экологическая безопасность .....	99
4.5.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду .....	99
4.5.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды .....	99
4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	100
4.6.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований .....	100
4.6.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований .....	101
4.6.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....	101

Заключение.....	104
Список используемых источников .....	105
Приложение А (Обязательное) Структурная схема АС .....	109
Приложение Б (Обязательное) Функциональная схема .....	111
Приложение В (Обязательное) Схема информационных потоков.....	113
Приложение Г (Обязательное) Схема внешней проводки .....	115
Приложение Д (Обязательное) Алгоритм сбора данных .....	118
Приложение Е (Обязательное) Дерево экранных форм .....	120
Приложение Ж (Обязательное) Основная экранная форма .....	122

## Определения, обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями, а также сокращения и обозначения.

**техническое задание:** Утвержденный в установленном порядке документ, в котором изложены требования, параметры и основные эксплуатационные характеристики проекта, объекта или системы, необходимые для разработки автоматизированной системы.

**технологический процесс:** Последовательно упорядоченные, взаимосвязанные действия, выполняющиеся с момента возникновения исходных данных и продолжающиеся до получения необходимого результата.

**объект управления:** устройство или технологический процесс, на которое оказывается управленческое воздействие.

**интерфейс:** совокупность средств, методов и правил взаимодействия между элементами системы.

**архитектура автоматизированной системы:** Совокупность организационных решений, а также набор интерфейсов и структурных элементов.

**мнемосхема:** Схематичное изображение технологического процесса, на котором показаны объекты управления и контроля в реальном времени.

**ОРС-сервер:** Программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и дальнейшее использование этих данных в системах диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС.

**АСУ** – автоматизированная система управления, предназначенная для управления различными технологическими процессами производств, предприятий;

**АС** – автоматизированная система представляет собой организационно-техническую систему, обеспечивающую выработку решений на основе автоматизации информационных процессов в различных сферах деятельности

(управление, проектирование, производство и тому подобное) или их сочетаниях;

**ПЛК** – программируемый логический контроллер представляют собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени;

**SCADA** – (Supervisory Control And Data Acquisition) программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.



## Введение

На сегодняшний день автоматизированные системы являются неотъемлемой частью любых технологических процессов, во всех секторах промышленного производства.

Внедрение систем автоматизации на производстве имеет ряд положительных сторон, из которых можно выделить основные:

- повышение уровня безопасности;
- повышение уровня контроля технологических процессов;
- значительное повышение производительности;
- увеличение производственной эффективности;
- обеспечение стабильного качества выпускаемой продукции;
- исключение какой-либо возможности принятия человеком ошибочных решений или действий, а это в свою очередь минимизирует или же вовсе исключает возможность аварийных ситуаций;
- минимизирует количество некачественной продукции (брак);
- сократить долю рабочих, занятых в различных сферах производства.

Помимо всего вышеперечисленного современные автоматизированные системы дают возможность управлять и контролировать технологические процессы находясь на значительном расстоянии, это никак не влияет на высокую точность автоматизированных систем, но наилучшим образом сказывается на уменьшении технико-экономических затратах.

В настоящее время большинство установок комплексной подготовки газа работают под управлением различных автоматизированных систем, которые включают в себя разнообразное оборудование и имеют в своем арсенале весь спектр необходимых функции для контроля и управления технологических процессов и параметров, а также отвечают всем требованиям современных автоматизированных систем.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование автоматизированной системы управления технологического

процесса низкотемпературной сепарации на УКПГ, с использованием современных и передовых технологий.

Для возможности реализации цели выпускной квалификационной работы, а также для построения максимально эффективной, надежной и отказоустойчивой автоматизированной системы с перспективой дальнейшего развития, в данной работе будут рассмотрены системы с использованием современного и передового оборудования а так же современных и передовых технологий, с применением высокоточных и надежных средств измерений, в области промышленной автоматизации в нефтегазовой промышленности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение и описание технологического процесса.
2. Разработка функциональной схемы автоматизации.
3. Разработка структурной схемы АС.
4. Выбор средств автоматизации.
5. Разработка схемы внешних проводок.
6. Разработка экранной формы АСУ ТП.
7. Разработка алгоритмов автоматического управления

## **1 Техническое задание**

### **1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП**

В основе создания АСУ ТП лежат следующие цели и задачи:

- непрерывное управление технологическими объектами и процессами в нормальных условиях, а также переходных и предаварийных режимах работы с целью выполнения главной функции;
- защита объектов управления путем остановки, выключения или снижения нагрузки при назревающей угрозе аварийной ситуации, и как следствие снижение вероятности возникновения тяжелых аварий;
- предоставление обслуживающему персоналу своевременной и достоверной информации о состоянии оборудования, объектов управления и обо всех протекающих технологических процессах;
- предоставление обслуживающему персоналу своевременной и достоверной информации с целью проведения таких мероприятий как оптимизация, анализ работы оборудования и контролируемых объектов, планирование ремонтных и других мероприятий;
- снижение затрачиваемых ресурсов на аварийные, ремонтные и восстановительные работы за счет наличия средств своевременной диагностики, а это в свою очередь увеличение рабочего цикла оборудования;
- минимизация или полное исключение возможности ошибочных действий обслуживающего персонала;
- улучшение качества управления и регулирования непрерывных процессов за счёт внедрения более сложных, но и более точных алгоритмов;
- улучшение и развитие инструментов информационной системы;
- развитие и улучшение качества диагностических функций оборудования и объектов АСУ ТП;
- развитие, улучшение, повышение производительности и надежности системы АСУ ТП в целом.

## 1.2 Назначение системы

Установка комплексной подготовки газа методом низкотемпературной сепарации, представляет собой комплекс технологического оборудования и технологических объектов, а также вспомогательных систем, технологически связанных между собой и предназначенных для сбора и обработки газожидкостных смесей, таких как газ и газовый конденсат, и другие углеводороды.

Назначение установки комплексной подготовки газа является подготовка газа с использованием метода низкотемпературной сепарации. Для подготовки стабильного конденсата используется метод последовательной дегазации и выветривания в емкостях с массообменной секцией и подогревом.

В состав установки комплексной подготовки газа входит различное оборудование для очистки, осушки, охлаждения, подготовки и транспортировки газа.

УКПГ с использованием метода низкотемпературной сепарации предназначается для увеличения давления низконапорного газа выветривания и его последующей утилизацией, а также для подготовки газа перед подачей газа в дальнейшую технологическую цепочку.

Метод низкотемпературной сепарации (НТС) обеспечивает разделение сырого газа (газоконденсатной смеси) на осушенный газ и нестабильный конденсат. Принцип действия данного метода заключается в том, что газовый поток проходит последовательно три ступени сепарации, которые различаются условиями разделения. Параметры разделения в каждой ступени должны обеспечивать максимальную конденсацию и выделение жидкой фазы определённого состава.

### 1.3 Требования к техническому обеспечению

Техническое обеспечение АСУ ТП — это совокупность технических средств, назначением которых главным образом является обеспечение выполнения функций АСУ ТП, а также предоставление возможности обслуживающему персоналу взаимодействовать с технологическим процессом и техническими средствами системы.

Техническое обеспечение АСУ ТП включает в свой состав следующие элементы:

- первичные средства сбора и обработки информации (измерительные преобразователи, всевозможные средства измерения, счетчики, сигнализаторы, датчики, сенсоры и т.п.);
- устройства распределенной периферии, модули удаленного ввода/вывода;
- исполнительные устройства и механизмы;
- преобразователи частоты, пускатели и другое пускорегулирующее оборудование;
- кабели связи;
- устройства световой и звуковой сигнализации;
- программируемые логические контроллеры (ПЛК) и другая микропроцессорная техника;
- инженерные станции (станции тех. обслуживания);
- станции управления и контроля АРМ оператора;
- серверы базы данных;
- сетевые адаптеры, коммутаторы;

Техническое обеспечение АСУ ТП выпускной квалификационной работы должно иметь исчерпывающий набор функций и инструментов для выполнения всех автоматизированных функций и требований АСУ ТП.

Средства измерения, исполнительные устройства и другое полевое оборудование должно быть предназначено для эксплуатации в тяжелых

условиях, обязательное наличие взрывозащиты и защиты от пыли и влаги технических средств не ниже IP 66.

Средства измерения, исполнительные устройства и другое полевое оборудование должны иметь унифицированный токовый сигнал от 4 до 20 мА и поддержку HART протокола.

ПЛК должен иметь модульную конструкцию с возможностью горячей замены отдельных модулей, необходимый запас по каналам ввода/вывода должен быть не менее 20 %. ПЛК должен иметь возможность наращивания, а в перспективе дальнейшее расширение системы.

Размещение технических средств АСУ необходимо выполнять с соблюдением требований, которые описаны в технической, и эксплуатационной, документации. Кроме того, размещение технических средств АСУ необходимо выполнять так, чтобы было удобно использовать их при функционировании АСУ и выполнять техническое обслуживание.

Все внешние элементы технических средств, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства иметь заземление для защиты.

#### **1.4 Требования к метрологическому обеспечению**

Метрологическое обеспечение реализуется с целью создания основы для обеспечения качества, точности и достоверности результатов измерения, которое дает возможность:

- максимально эффективно и точно управлять технологическим процессом при этом соблюдая все условия безопасности;
- свести к минимуму или максимально исключить возможную вероятность принятия ошибочных действий и решений при управлении технологическим процессом;
- получать достоверные данные от средств измерения и на основе этих данных контролировать технологические процессы;

- взять под контроль безопасность обслуживающего персонала, а также контролировать состояние окружающей среды;
- относительная погрешность средств измерения не должна превышать значений, указанных в ГОСТ Р 8.595-2004.

Допускается использование только тех средств измерений, которые внесены в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации. Все СИ обязательно должны проходить первичную и периодическую поверки в установленном законодательством Российской Федерации порядке, органами Росстандарта или аккредитованными метрологическими службами юридических лиц при выпуске из производства или ремонта и эксплуатации.

Следующие элементы входят в состав измерительных каналов системы: устройства связи с объектом ПЛК, средства измерения (датчики, сенсоры, преобразователи), линии связи, а также специальное программное обеспечение. Вышеуказанные компоненты, возможно включать в состав системы, только при условии успешного прохождения государственной поверки на соответствие действующей нормативно-технической документации.

### **1.5 Требования к программному обеспечению**

Реализация задачи автоматизации контроля и управления технологическим процессом, осуществляется с помощью специального программного обеспечения, исполняемого в реальном времени.

К программному обеспечению АСУ применены нижеперечисленные требования:

- удобство при эксплуатации;
- достаточный функционал;
- надежность;
- адаптируемость;
- модульность построения;

- наличие средств выявления ошибок и диагностики;
- способность к восстановлению;
- модифицируемость.

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

- контроль и управление данными полевого уровня (ввод/вывод), передающихся из периферии;
- обработка и масштабирование данных полевого уровня;
- запись и чтение событий точек контроля системы;
- оповещение и диагностика при неисправностях локальной сети, а также в случае обнаружения недостоверных данных;
- работа системы контроля и управления в режиме реального времени;
- проверка правильности значений контролируемых точек;
- динамическое управление (включение/выключение) регистрацией;
- мониторинг значений в том числе и аппаратных, передающихся от ПЛК, в целочисленные значения с последующей записью точек контроля;
- постоянная регистрация и непрерывная запись очередности зафиксированных событий точек контроля;
- фиксация незапланированных или непредвиденных ситуаций с возможностью последующего анализа и использованием неравномерной временной шкалы;
- визуализация тех. процесса на детализированных изображениях, дающих возможность мониторить и вмешиваться в тех. процессы в режиме реального времени;
- оповещение и сигнализация о каких-либо отклонениях от нормального хода тех. процесса;
- регистрация всех событий тех процесса и действий оператора, а также возможность долговременного хранения этой информации в архиве;
- графический интерфейс пользователя.



К специальному или прикладному ПО имеются требования по обеспечению проведения и выполнения нестандартных функций соответствующего уровня АС, например таких как специальные алгоритмы управления, специальные методы и расчеты.

ПО должно реализовать сбор, обработку, хранение, управление, передачу данных, в соответствии с функциями АС.

ПО включает в себя общесистемное, прикладное, специальное ПО и программы текстового контроля.

### **1.6 Требования к математическому обеспечению**

Математическое обеспечение автоматизации системы данной ВКР, представляет собой взаимодействие между математическими моделями, методами и алгоритмами обработки информации используемых при разработке, а также при эксплуатации системы.

На стадии проектирования алгоритмов системы автоматизации необходимо учитывать утвержденный технологический регламент работ, а также уменьшение или полное исключения вероятности ошибок со стороны персонала, при управлении технологическими процессами.

К требованиям математического обеспечения автоматизированной системы также необходимо добавить реализацию функций, перечисленных в данном задании, и выполнение действий по программированию, конфигурированию, документированию и управлению базами данных. Алгоритмы необходимо разработать с учетом возможности получения недостоверной информации и предусматривать соответствующую реакцию на такие события.

### **1.7 Требования к информационному обеспечению**

Хранение данных в автоматизированной системе необходимо разрабатывать с учетом современных объектно-реляционных или же

реляционных СУБД. С целью обеспечения безопасного хранения данных, необходимо использовать встроенные функции СУБД.

Используемые СУБД имеют в своем арсенале достаточный набор инструментов и функций для того, чтобы обеспечивать протоколирование и документирование обрабатываемой информации в автоматизированной системе.

Функционал используемой СУБД дает возможность предоставлять доступ к данным исключительно авторизованным пользователям, и только при наличии у авторизованного пользователя соответствующих полномочий на запрашиваемую информацию.

Рациональная организация структуры базы данных используемой СУБД исключает возможность полной одновременной выгрузки информации, находящейся в базе данных автоматизированной системы.

Помимо всего вышеописанного, функции и средства используемой СУБД, отвечающие за сохранность и безопасность информации, используют передовые технологии, которые не только предоставляют повышенную надежность хранения данных, но и оперативную замену.

## 2 Основная часть

### 2.1 Описание технологического процесса

Установка комплексной подготовки газа представляет собой комплекс технологического оборудования взаимосвязанного между собой с целью сбора и подготовки газа.

Для обеспечения разделения сырого газа (газо-жидкостной смеси) на газ осушенный и стабильный конденсат применяется установка подготовки газа по методу низкотемпературной сепарации.

Метод низкотемпературной сепарации заключается в том, что бы использовать свойства газа изменять температуру при резком снижении давления. Такой метод является наиболее эффективным способом обработки природного газа.

На представленном ниже рисунке 1, показана простейшая технологическая схема УКПГ с применением метода низкотемпературной сепарации.

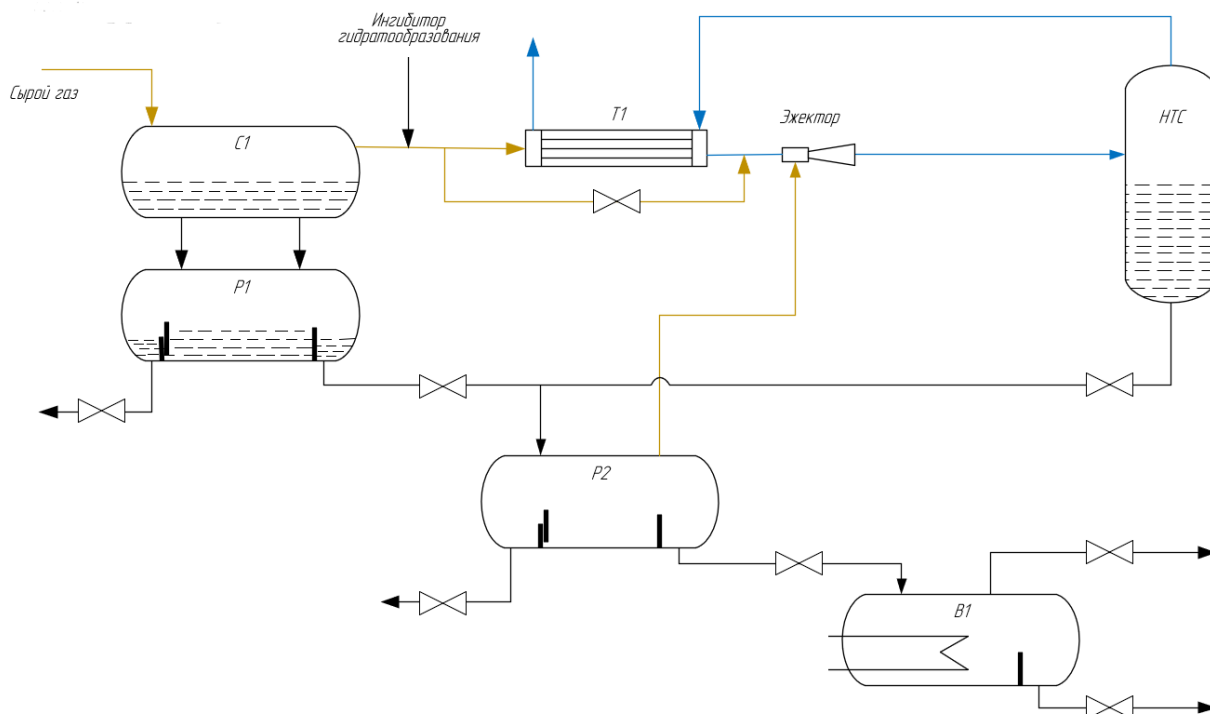


Рисунок 1 – Технологическая схема УКПГ

В состав основного оборудования УКПГ входит:

- входной сепаратор С;
- разделитель первой ступени Р1;
- рекуперативный теплообменник «газ-газ» Т1;
- низкотемпературный сепаратор НТС;
- разделитель второй ступени Р2;
- выветриватель В1.

Вышеприведенная схема (Рисунок 1) работает по следующему принципу. В входной сепаратор С1 по трубопроводу поступает Газо-жидкостная смесь из газоконденсатных скважин. Во входном сепараторе С1 происходит разделение на газ и жидкость. После того как во входном сепараторе произойдет разделение газоконденсатной смеси, выделяющийся газ, направляется в рекуперативный теплообменник Т1. Далее в рекуперативном теплообменнике Т1 происходит предварительное охлаждение за счет охлаждённого и осушенного газа из низкотемпературного сепаратора НТС. После предварительного охлаждения в рекуперативном теплообменнике, охлажденный газ по трубопроводу поступает на вход эжектора. Проходя через эжектор, газ редуцируется до давления максимальной конденсации, при этом температура газа снижается за счёт дроссель-эффекта. Попутно в эжекторе происходит смешивание основного газа из рекуперативного теплообменника и газа выветривания из разделителя второй ступени Р2. После эжектора охлажденный и смешанный газ по средством трубопровода поступает в низкотемпературный сепаратор НТС. Далее в низкотемпературном сепараторе НТС охлажденный и смешанный газ проходит окончательную стадию сепарации, а также отделения жидкости для улучшения качества газа. Далее из низкотемпературного сепаратора (НТС) охлажденный газ по трубопроводу поступает на выход потребителю через рекуперативный теплообменник Т1, попутно охлаждая поступающий из входного сепаратора газ.

В разделитель первой ступени Р1 по патрубкам перетекает, отделившаяся в результате разделения во входном сепараторе С1, жидкость.

Поступившая в разделитель первой ступени P1 жидкость, разделяется на конденсат и водометанольный раствор.

Жидкость из низкотемпературного сепаратора НТС, а также конденсат из разделителя первой ступени P1 по трубопроводам поступают на разделитель второй ступени P2. В разделителе второй ступени P2 жидкость разделяется на конденсат, который по трубопроводу подается в выветриватель В1, и на насыщенный метанол, который в свою очередь идет на повторное использование.

Газ из разделителя второй ступени P2 идет на эжектор.

Поступающий в выветриватель В1 конденсат проходит стадию подогрева, дегазируется, и после этого конденсат идет на дальнейшую подготовку, а газ используется на собственные нужды.

С целью предотвращения образования гидратов при подготовке газа, в технологической схеме предусмотрено добавление ингибитора гидратообразования.

## **2.2 Разработка структурной схемы АС**

Структурная схема средств автоматизированной системы является совокупностью отдельных элементов автоматизированной системы и связей между ними.

В представленной выпускной квалификационной работе, объектами контроля и управления являются оборудование блока подготовки газа низкотемпературной сепарации, исходя из этого необходимо разработать автоматизированную систему, которая способна контролировать и управлять технологическими процессами низкотемпературной сепарации.

Структурная схема комплекса технических средств автоматизированной системы контроля и управления технологическим процессом, разработана по типовой трехуровневой архитектуре, приведена в приложении А.

Верхний уровень – это уровень промышленных серверов, операторских станций, SCADA-системы и сетевого оборудования. На этом уровне идет контроль и управление технологическим процессом. На верхнем уровне происходит соединение с нижним уровнем, с которого происходит сбор, обработка, мониторинг и визуализация данных, контролируемых параметров технологического процесса.

Верхний уровень системы автоматизации предполагает задействование человека, т.е. оператора или диспетчера. Функции оператора сводятся к контролю технологического процесса и оборудования средствами человеко-машинного интерфейса ЧМИ (HMI - Human Machine Interface).

Одним из основных составляющих верхнего уровня является SCADA система. Сама по себе SCADA система это ничто иное как специальное программное обеспечение, которое может быть установлено на персональные или специальные промышленные компьютеры, находящиеся в диспетчерских пунктах или операторских помещениях. Современные SCADA системы решают целый ряд вопросов, среди которых такие как контроль и мониторинг устройств периферии (датчики, средства измерения, существующая микропроцессорная техника), контроль и управление механизмов, регулирующих органов, и т.д. Помимо этого, SCADA система выполняет такие функции как:

- визуализация технологического процесса;
- сбор необходимых данных и дальнейшее представление собранных данных в понятном и удобном для человека виде;
- архивация имеющихся данных, и сжатие заархивированных данных для долгосрочного хранения.

Во время работы SCADA системы принимает данные с нижнего уровня и сравнивает их с установленными значениями технологического процесса. В случае несоответствия полученных данных система уведомляет оператора о происходящем путем сигнализации соответствующего характера, выводом на монитор сообщений о данном событии, применяется также изменения цветовой

гаммы на более агрессивные цвета. В этом случае оператору требуется предпринять соответствующие действия. Независимо от этого в системе ведется непрерывная запись всех происходящих событий, манипуляций, изменений, а также реакция оператора на происходящие события, аварии и другие плановые и незапланированные ситуации.

Одними из основных задач, решаемых на верхнем уровне, является:

- представление технологического процесса в удобном для зрительного наблюдения и анализа виде;
- непрерывная запись с последующим отображением, архивирование и протоколирование событий технологического процесса;
- сбор и представление данных с периферии о ходе технологических процессов и компонентов системы автоматизации;
- синхронизация времени в системе для возможности получения достоверной и своевременной информации;
- создание отчетов и протоколов, а также других требуемых данных;
- обеспечение долговременного хранения данных;
- создание и ведение базы данных.

На промышленных компьютерах верхнего уровня установлена операционная система Windows 7 и программное обеспечение Simatic WinCC производства Siemens AG.

Средний уровень – это уровень, на котором располагаются главным образом ПЛК логический контроллер, программируемые счетчики и реле, пускорегулирующая аппаратура и другая микропроцессорная техника, которая принимает и обрабатывает данные с полевых устройств, передает данные на верхний уровень, выдает сигналы управления на нижний уровень.

Все устройства на этом уровне работают по заранее созданному и загруженному в них алгоритму.

Нижний уровень – представляет собой всевозможные полевые устройства, такие как средства измерения, исполнительные устройства и т.п.

существующих главным образом для того, чтобы управлять и контролировать необходимые параметры технологического процесса.

### **2.3 Функциональная схема автоматизации**

При проектировании систем автоматизации технологических процессов или отдельных участков технологического процесса, все технические решения по автоматизации необходимо отображать на функциональных схемах.

Основным техническим документом, определяющим структуру технологического процесса, является функциональная схема АС. Функциональная схема АС представляет собой визуализацию технологического процесса со всеми деталями и тонкостями. Функциональная схема АС показывает связи между средствами измерения, контроля и управления.

Исходя из требований и правил к оформлению и созданию функциональных схем в соответствии с ГОСТ 12.208-2013 и ГОСТ 12.408-2013, такие схемы создаются в виде чертежа, на которых в схематическом виде, изображают определенными условными обозначениями технологические объекты и оборудование, с установленными на них средствами измерения и регулирующими органами. Также на схемах изображают щиты управления и коммуникационные связи между всеми элементами схемы.

Функциональная схема автоматизации данного проекта приведена в приложении Б.

### **2.4 Разработка схемы информационных потоков**

Представленная в приложении В схема информационных потоков состоит из трех уровней сбора и хранения данных.

- Верхний уровень – это уровень архивного и КИС хранения;
- Средний уровень – это уровень текущего хранения;
- Нижний уровень – это уровень сбора и обработки.



Схема информационных потоков дает возможность наглядно представить и показать маршруты потоков информации между верхним, средним и нижним уровнями.

Нижний уровень – это главным образом информация физических устройств таких, как например устройства ввода/вывода. Такие устройства как правило используют информацию в виде аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о преобразовании и вычислении.

Средний уровень — это так называемая буферная база данных, является одновременно и получателем информации, которая запрашивает данные от внешних систем, и их источником. Она выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем телемеханики и автоматики к экранным формам АРМ-приложений.

На среднем уровне контролера создает пакетные потоки полученной информация. Данные между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet.

Ниже представлены параметры, которые передаются в локальную вычислительную сеть:

- давление газа на входе эжектора, со стороны разделителя второй ступени, МПа;
- давление газа, на входе эжектора со стороны теплообменника, МПа;
- давление газа на выходе эжектора, МПа;
- температура газа на входе эжектора, со стороны разделителя второй ступени на, °С;
- температура газа на выходе эжектора, °С;
- температура газа на входе эжектора со стороны теплообменника, °С;
- объем газа на выходе эжектора, м<sup>3</sup>/ч.

Для идентификации контролируемых параметров созданы так называемые ТЕГи или говоря другими словами идентификаторы.

Идентификатор состоит из зашифрованной символьной строки, состоящая из 15 символов AAA\_BBB\_CCCC\_DDDDD.

Ниже приведена расшифровка идентификатора:

AAA – первые 3 символа обозначают тип измеряемого параметра, например:

- UPR – управление;
- RAS – расход;
- TEM – температура;
- ANS – анализ.

BBB – следующие 3 символа обозначают технологические объекты, например:

- TRB – трубопровод;
- POM – помещение.

CCCC – следующие 4 символа обозначают измеряемую среду, например:

- VHD1 – входной трубопровод входного сепаратора;
- VHD2 – выходной трубопровод входного сепаратора;
- COND – конденсат.

DDDDD – следующие 4 символа обозначают примечание, например:

- CONT – контроль;
- WARN – тревога;
- ALARM – аварийная.

Ниже расположенная таблица 1 содержит расшифровку идентификаторов SCADA системы.

На верхнем уровне сосредоточены база данных АСУ ТП и база данных КИС. Хранящаяся на этом уровне информация обрабатывается и структурируется инструментами SCADA для специалистов. На мониторах операторов отображаются всевозможные информационные индикаторы, лицевые панели и элементы управления. Инструменты SCADA системы позволяют создавать и настраивать различные виды отчетов, которые могут генерироваться автоматически, по заранее запрограммированному расписанию ежедневно, ежесуточно, еженедельно и т.д., или же если есть необходимость по требованию оператора.

Таблица 1 – Расшифровка идентификаторов SCADA системы

Идентификатор	Обозначение идентификатор
RAS_TRB_GAZ	Расход газа на выходе из эжектора
DAV_TRB_VHD1	Давление газа на входном трубопроводе входного сепаратора
DAV_TRB_VHD2	Давление газа на выходном трубопроводе входного сепаратора
TEM_TRB_VHD1	Температура газа на входном трубопроводе эжектора со стороны теплообменника
TEM_TRB_VHD2	Температура газа на выходном трубопроводе эжектора со стороны теплообменника
ANS_POM_ZAGZ_AVARH	Аварийная граница загазованности помещения
UPR_TRB_VHD1_REG	Управление задвижкой на входном трубопроводе эжектора со стороны теплообменника
UPR_TRB_VHD2_REG	Управление задвижкой на выходном трубопроводе эжектора со стороны теплообменника
UPR_TRB_VHD1_AVARH	Управление трубопроводной задвижки на входном трубопроводе эжектора со стороны теплообменника аварийное
UPR_TRB_VHD2_AVARH	Управление трубопроводной задвижки на выходном трубопроводе эжектора со стороны теплообменника аварийное

Как уже было отмечено каждый из отчетов генерируется по заранее разработанному шаблону, например: сводка о текущем состоянии конкретного тех. процесса, отчет о производительности какого-либо объекта, сводка о текущих изменениях.

Система хранения истории, ведет непрерывную запись информации о всех событиях, изменений и действиях тех процесса.

## 2.5 Выбор средств реализации АСУ

С целью реализации автоматизированной системы необходимо подобрать измерительные средства, исполнительные устройства и программно-технические средства.

В данном разделе осуществляется анализ, подбор и выбор компонентов и программно-технических средств автоматизированной системы.

Измерительные средства предназначены для измерений технологических процессов, в данном случае предпочтение отдается датчикам и приборам с унифицированным токовым сигналом от 4 до 20мА, с степенью взрывозащиты, а так же приборы и средства измерения применяемые в тяжёлых условиях эксплуатации.

Исполнительные устройства воздействует на объект управления и контроля, исполнительные устройства должны быть подобраны с учетом эксплуатации в тяжелых условиях.

Контроллер выполняет функции управления в соответствии с заложенным алгоритмом, с использованием информации, получаемой от средств измерений и выводимой на исполнительные устройства. Предпочтение для выбора контроллерного оборудования:

- наличие достаточного функционала;
- достаточный объём памяти;
- быстродействие;
- удобство программирования;
- отказоустойчивость;
- надежность;
- модульность конструкции;
- возможность горячей замены;
- возможность расширения;
- наличие функции диагностики;
- возможность использования в сетях локального и распределённого ввода-вывода;
- наличие коммуникационных интерфейсов.

## 2.5.1 Выбор контроллерного оборудования

Для выбора контроллерного оборудования, были рассмотрены контроллеры следующих производителей:

- Siemens AG;
- Schneider Electric;
- Allen-bradley.

Сравнительные характеристики контроллеров представлены в таблице 2.

Таблица – 2 Сравнительные характеристики контроллеров

Производитель	Siemens AG	Schneider Electric	Allen-Bradley
Семейство	SIMATIC S7-1500	Modicon	ControlLogix 5580
Модель	CPU 1512C-1 PN	Modikon 580	1756-L81ES
Поддержка Резервирования	Да	Да	Да
Время обработки ЦП	0,01 мкс	0,08 мкс	0,06 мкс
Число модулей ввода-вывода	2048	2048	2048
Наличие встроенных модулей I/O	Да	НЕТ	НЕТ
Поддержка горячей замены модулей	Да	Да	НЕТ
поддерживаемые языки программирования			
LAD	Да	Да	Да
FBD	Да	Да	Да
STL	Да	Да	Да
SCL	Да	Да	Да
CFC	Да	Да	Да
GRAPH	Да	Да	Да
среднее время наработки на отказ	615000 часов	600000 часов	500000 часов

Сравнительный анализ показывает, что все из представленных контроллеров имеют схожие характеристики.

В результате подбора программируемого контроллера, был выбран контроллер серии SIMATIC S7-1500, компактный CPU 1512C-1 PN, производства Siemens AG. Поскольку он имеет следующие преимущества:

- рабочая память объемом 16 Мбайт, этой памяти более чем достаточно для выполнения, хранения и загрузки программных блоков и алгоритмов;

- несмотря на внушительный объем памяти процессор дополнительно комплектуется микрокартой памяти она же ММС которая имеет объем памяти до 32 Гбайт, имеет возможность быть используемой в качестве загружаемой памяти на случай долговременного обесточивания энергозависимой памяти, к плюсам этой ММС также относиться возможность хранения архива всего проекта включая таблицу символов и все комментарии;

- CPU 1512C-1 PN имеет довольно внушительные возможности касающиеся расширения устанавливаемых модулей, так центральный процессор может включать в свой состав до 31 модуля включая модули расширения;

- набор встроенных входов и выходов;

- CPU 1512C-1 PN имеет в своем арсенале ряд защит от несанкционированного доступа к загруженным программам пользователя;

- у центрального процессора CPU 1512C-1 PN имеется диагностическая система, в которой генерируется и храниться информация в виде сообщений, объем памяти 1000 последних сообщений об ошибках и других событиях;

- в случае возникновения перебоев с питанием, центральный процессор сохраняет всю имеющуюся информацию в энергонезависимую память и использует ее после восстановления питания;

- большой набор встроенных математических функций;

- поддержка все языков программирования по стандарту МЭК 61131-3-2016;

- соответствует требованиям «Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» и пригоден для использования в системах противоаварийной автоматической защиты технологического оборудования в различных областях промышленности;

- поддерживает резервирование модулей с возможностью их «горячей» замены.

CPU 1512C-1 PN имеет модульную конструкцию и может иметь следующие основные виды модулей:

- входных аналоговых или двухпозиционных каналов (ВК);
- выходных управляющих токовых или дискретных каналов (УК);
- процессорный (ПР);
- коммуникационный (МК);
- модуль питания (ИП);
- панель управления (ПУ).

Внешний вид контроллера CPU 1512C-1 PN представлен на рисунке 2.

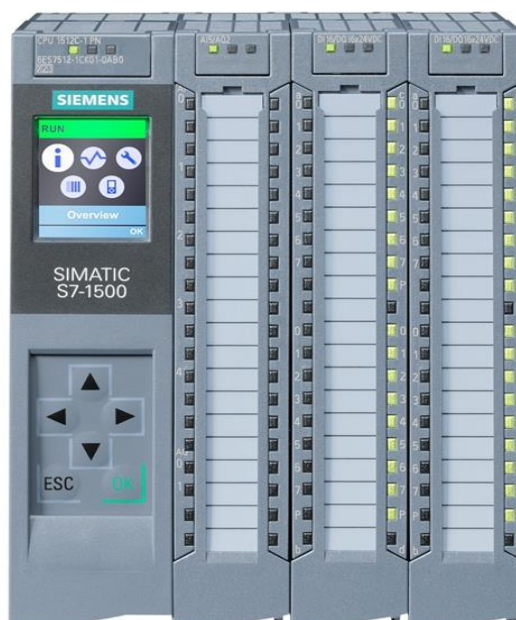


Рисунок – 2 Внешний вид контроллера CPU 1512C-1 PN

Центральный процессор 1512C-1 PN предназначен для построения как относительно простых, так и довольно сложных АС. Данный процессор отвечает особым повышенным требованиям к скорости обработки информации, а также быстротой реагирования. 1512C-1 PN поставляется со встроенными дискретными и аналоговыми входами и выходами, такое решение дает возможность применять 1512C-1 PN как автономное устройство управления. 1512C-1 PN снабжен интерфейсами PROFINET которые предоставляют целый ряд возможностей, в том числе применять 1512C-1 PN в

системах распределенного ввода-вывода, выполнять функции ведущего или ведомого сетевого устройства и т.д.

Центральный процессор 1512С-1 PN ориентирован на управление промышленными установками с распределенной структурой. Большой объем рабочей памяти позволяет использовать этот процессор для решения задач автоматизации средней степени сложности. Датчики и исполнительные устройства могут подключаться непосредственно к встроенным каналам ввода-вывода центрального процессора. Наличие встроенного интерфейса PROFINET IO обеспечивают возможность использования центрального процессора в режиме ведущего или ведомого устройства системы распределенного ввода-вывода. Все сказанное позволяет использовать 1512С-1 PN как для построения локальных узлов автоматизации, так и в режиме контроллера верхнего уровня с собственной подсистемой распределенного ввода-вывода на основе сетей PROFINET.

### **2.5.2 Выбор средств измерений**

При выборе средств измерений должно учитываться:

- допустимое значение погрешности для данного измерения;
- допустимые отклонения;
- пределы измерения;
- масса, габаритные размеры, рабочая нагрузка и др.;
- наличие интерфейса токовой петли от 4 до 20 мА;
- набор коммуникационных стандартов для промышленных сетей

HART.

Так же стоит отметить обязательное исполнение во взрывозащищенном корпусе и искробезопасными цепями.

#### **2.5.2.1 Средства измерения температуры**

Для выбора средств измерения температуры был проведен сравнительный анализ среди нижеперечисленных производителей:

- SIEMENS;



- KROHNE;
- ENDRESS + HAUSER.

Результаты сравнения занесены в таблицу 3.

Таблица – 3 Сравнительный анализ средств измерения температуры

Критерий выбора	Siemens SITRANS 7NG3130	KROHNE OPTITEMP TRA/TCA-F23	ENDRESS + HAUSER Omnigrad T TR24
Измеряемые среды	агрессивная среда, газ, жидкость	агрессивная среда, газ, жидкость	газ, жидкость
Диапазон измерения	от минус 100 до 200 °С	от минус 50 до 600 °С	от минус 50 до 400 °С
погрешность	0,15 %	0,25 %	0,25 %
Выходной сигнал	от 4 до 20мА +HART	от 4 до 20мА	от 4 до 20м А
Взрывозащищенность	Ex, Exd	Ex, Exd	–
Влагозащита	IP68	IP68	IP67

В качестве средств измерения температуры был выбран SITRANS TF 7NG3130 от производителя Siemens AG.

Внешний вид SITRANS TF показан на рисунке 3.



Рисунок – 3 Внешний вид SITRANS TF

Датчик для измерения температуры SITRANS TF, принцип действия этого датчика основывается на том, как изменения температуры изменяет электрическое сопротивление.

Датчик для измерения температуры SITRANS TF представляет из себя программируемый измерительный преобразователь в состав которого входит сенсор, термометр сопротивления и цифровой дисплей для индикации измерения, сообщений и настройки датчика.

SITRANS TF предназначен для непрерывного измерения в тяжелых условиях эксплуатации в месте установки.

Датчик имеет взрывозащищенное исполнение (сертификат соответствия №ТС RU C-RU.ГБ08. В. 01767 на термометры сопротивления).

Корпус SITRANS TF2 изготовлен из инструментальной стали (Ø 80 мм) и снабжен защитным стеклом. В защитную трубу из инструментальной стали с резьбовым соединением G<sup>1</sup>/<sub>2</sub> монтируется температурный датчик. За счет использования инструментальной стали при изготовлении защитных труб достигается высокая химическая стойкость, что означает высокую степень защиты температурного датчика от внешних воздействий.

На обратной стороне корпуса размещаются клеммы для подключения питания посредством токовой петли от 4 до 20 мА. Подключение осуществляется через разъем в соответствии с EN 175301-803А.

На передней стороне корпуса находится пятиразрядный дисплей под стеклянной крышкой. Под дисплеем расположены три клавиши, предназначенные для настройки SITRANS TF. Над дисплеем расположены один зеленый и один красный светодиод для индикации состояния прибора.

Технические характеристики SITRANS TF приведены в таблице 4

Таблица – 4 Основные технические характеристики SITRANS TF

Диапазоны температур	от минус 100 до 200 °С
Предел допускаемой погрешности	± 0,15 %
Напряжение питания	от 12 до 36 В
Взрывозащита	0Ex ia IIC от T1 до T6 Ga X
Выходной сигнал	от 4 до 20мА + HART
Степень защиты	IP 68
Средняя наработка на отказ	50000

Опросный лист для заказа датчик измерения температуры SITRANS TF представлен на рисунке 4.

## ОПРОСНЫЙ ЛИСТ по преобразователям температуры (термометры сопротивления или термопары, каталог FI01)

Компания: ИНЭО ТПУ		Город: Томск	
Фамилия/Должность: Хамидуллин Р.Н.			
Тел./e-mail: rnh3@tpu.ru			
Тип: TF500 7NG3130		Количество: 3 шт	
<input checked="" type="checkbox"/> Термометр сопротивления (ТС Pt100)	Количество сенсоров/погрешность: 3шт/0.15		%
<input type="checkbox"/> Термопара	Тип:		
Наименование (состав) рабочей среды: газожидкостная смесь			
Диапазон измерения, от -100 до +200°C, (настройка <b>термопреобразователя Y01</b> )			
Температура окружающей среды, от -50 до +50°C			
<b>Конструкция чувствительного элемента</b>			
Монтажная длина термогильзы, 150мм			
Термогильза по DIN 43772, тип 2,3,4: 3			
Шейка (длина/материал) 100мм / нержавеющая сталь			
Способ подключения к процессу:		Резьба <input checked="" type="checkbox"/>	фланцевый <input type="checkbox"/>
		под приварку <input type="checkbox"/>	
Технологическое соединение (G1/2, NPT1/2, M20x1,5, фланец <b>Форма B1 DN50PN40</b> ):			
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Наличие взрывозащиты		<input checked="" type="checkbox"/> Вид:	<input type="checkbox"/> нет
Преобразователь в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА		<input checked="" type="checkbox"/> для монтажа в головку сенсора	<input type="checkbox"/> на DIN рейку
Диапазон измерения преобразователя, °C, (настройка Y01)			
HART-протокол		<input checked="" type="checkbox"/> требуется	<input type="checkbox"/> не требуется
Profibus протокол		<input checked="" type="checkbox"/> требуется	<input type="checkbox"/> не требуется
Foundation Fieldbus протокол		<input type="checkbox"/> требуется	<input type="checkbox"/> не требуется
<b>Дисплей</b>		<input checked="" type="checkbox"/> требуется	<input type="checkbox"/> не требуется
Термовставки для модернизации. Длина вставки, мм:		Диаметр:	Тип сенсора:
выходной сигнал: 4-20 мА		Исполнение: искробезопасное взрывонепроницаемое	
Особые требования (если имеются): бобышка, монтажный комплект, ПО сбора данных на ПК			

Заказной номер по каталогу: 7NG3130

ООО «Сименс»  
Департамент «Непрерывное производство и приводы», Отдел «Автоматизация непрерывных процессов»  
115 184, Российская Федерация, Москва, ул. Большая Татарская д. 9, Email: sc.ru@siemens.com  
<http://dfpd.siemens.ru/products/automation/sensors/133/>

Рисунок – 4 Опросный лист для заказа датчик измерения температуры  
SITRANS TF

### 2.5.2.2 Средства измерения давления

Средства измерения давления представляет собой датчик, который состоит из первичного преобразователя давления, различных элементов обработки сигнала, устройства вывода сигнала, а также деталей корпуса для герметичного соединения датчика с объектом измерения.

На сегодняшний день имеется огромное количество средств измерения давления которые могут иметь принципиальные отличия друг от друга, это диапазоны измерений, точность, условия эксплуатации, массогабаритные характеристики, а также характеристики имеющие прямую или косвенную зависимость от принципа преобразования измеряемого давления в электрический сигнал такие как: тензорезистивный, пьезорезистивный, ёмкостный, индуктивный, резонансный, ионизационный, пьезоэлектрический и многие другие.

Для выбора средств измерения давления был проведен сравнительный анализ среди нижеперечисленных производителей:

- SIEMENS Sitrans P DS III;
- НПК ВИП СДВ-SMART;
- ENDRESS + HAUSER DELTABAR FMD78.

Результаты сравнения занесены в таблицу 5.

Таблица – 5 Сравнительный анализ средств измерений давления

Критерий выбора	Sitrans P DS III	СДВ-SMART	DELTABAR FMD78
Измеряемая среда	Газ, жидкость	Газ, жидкость	Газ, жидкость
предел измерений	От 0,01 до 350 бар	От 0,16 кПа до 16МПа	От 0,4 кПа до 16МПа
погрешность	0,075 %	0,1 %	0,1 %
Выходной сигнал	от 4 до 20мА +HART	от 4 до 20мА +HART	от 4 до 20мА +HART
Взрывозащита	Ex / Exd	Ex / Exd	Ex / Exd
Температура окружающей среды	От минус 60 до 150 °С	От минус 40 до 70 °С	От минус 40 до 85 °С
Влагозащита	IP 68	IP67	IP65

В ходе проведенного анализа был выбран преобразователь давления Sitrans P DS III, т.к. он имеет высокую степень защиты, необходимые выходные

сигналы, а также может применяться при измерении давления агрессивных сред в условиях как очень высокой, так и очень низкой температуры. Кроме это преобразователь давления Sitrans P DS III имеет ряд отличительных особенностей:

- очень малое время отклика;
- высокое качество работы и увеличенный срок службы;
- высокая надежность даже при высоких химических и механических нагрузках;
- для агрессивных и неагрессивных паров, жидкостей и газов;
- обширные функции диагностики и симуляции;
- независимая замена измерительной ячейки и электронной схемы без выполнения повторной калибровки;
- минимальная ошибка соответствия;
- хорошая долговременная стабильность;
- контактирующие с технологической средой детали выполнены из высококачественных материалов (например, нержавеющей сталь, Hastelloy, золото, мопель, тантал);
- независимо регулируемый диапазон от 0,01 до 350 бар для DS III с интерфейсом HART;
- номинальный измерительный диапазон от 1 до 350 бар для DS III с интерфейсами PROFIBUS PA и FOUNDATION Fieldbus;
- высокая точность измерений;
- параметрирование при помощи клавиш управления или интерфейса HART, PROFIBUS PA или FOUNDATION Fieldbus.

Внешний вид преобразователя показан на рисунке 5



Рисунок – 5 Внешний вид преобразователя Sitrans P DS III

Sitrans P DS III — это цифровой преобразователь давления, характеризующийся простым и понятным интерфейсом и высокой точностью измерения. Параметрирование выполняется при помощи кнопок управления или через интерфейс HART, PROFIBUS PA или FOUNDATION Fieldbus.

Измерительный преобразователь Sitrans P DS III может использоваться в промышленных зонах с большими химическими и механическими нагрузками. Электромагнитная совместимость в диапазоне от 10 кГц до 1 ГГц делает возможным использование измерительного преобразователя DS III в зонах с высоким электромагнитным излучением.

В таблице 6 приведены основные характеристики преобразователя.

Таблица – 6 Основные характеристики преобразователя Sitrans P DS III

предел измерений	От 0,01 до 350 бар
погрешность	0,075 %
Основная точность	± 0,075 % URL
Стабильность	± 0,2 % URL / год 5
Выходной сигнал	от 4 до 20 мА +HART
Взрывозащита	Ex / Exd
Сертификаты	CE, Ex-доказательство
Температура окружающей среды	От минус 60 до 150 °C

Опросный лист для заказа датчик измерения давления SITRANS P представлен на рисунке 6.

Фамилия/Должность: Хамидуллин Р.Н. / Студент

Фирма/Предприятие: ИНЭО ТПУ

Город: Томск

E-mail: mh3@tpu.ru

## ОПРОСНЫЙ ЛИСТ по преобразователям давления

Заказной номер по каталогу  
(если возможно) Sitrans P DS III

Количество  
датчиков 3 шт

Обозначение точки измерения

Наименование (состав) рабочей среды: газожидкостная смесь

Температура измеряемой среды    Нормальная +35                      Макс +55                      Мин -25

Температура окружающей среды +25

Давление измеряемой среды PN    Нормальное 12                      Макс 35    Единицы измерения мПа  
Тип измеряемого давления

Избыточное (относительное)                       Абсолютное                       Дифференциальное                       Уровень (статическое)

Рабочая шкала 0 - 40

Единицы измерения мПа

Допустимая погрешность измерения 0,15

Встроенный индикатор                       Требуется                       Не требуется

Выходной сигнал                       4 ... 20 мА                       Profibus PA                       Foundation Fieldbus                       Wireless HART

Исполнение                       Обычное                       Искробезопасное                       Взрывонепроницаемое

Способ подключения к процессу :    Стандарт                       ANSI                       EN                      Номинал: \_\_\_\_\_

   Материал                       Нерж. сталь                       Другое

### Дополнительные вопросы

Для датчиков с вынесенными разделительными мембранами

Тип мембраны                       Плоская                       Выступающая  
Длина выступа \_\_\_\_\_                      Длина капиллярных трубок \_\_\_\_\_

Вентильный блок                       Требуется                       Не требуется  
 2-х вентильный                       3-х вентильный                       5-ти вентильный

Особые требования (если имеются): монтажный комплект, ПО сбора данных на ПК, продувочный винт с вентилем для дифдавления, Сертификат контроля качества

Рисунок – 6 Опросный лист для заказа датчик измерения давления

### 2.5.2.3 Средства измерения расхода

Расходомер – устройство, измеряющее расход жидкого или газообразного вещества, проходящего сечение трубопровода.

Расходомер по сути является датчиком, измеряющим расход вещества в единицу времени. На практике проводят измерения расхода не только в единицу времени, но и за определенный период.

Для выбора средств измерения расхода был проведен сравнительный анализ среди нижеперечисленных производителей:

- SIEMENS AG Sitrans FX300;
- Krohne Optiflux 2300 C;
- Rosemount 8800 D.

Результаты сравнения занесены в таблицу 7

Таблица – 7 Сравнительный анализ средств измерений расхода

Критерий выбора	Sitrans FX300	Optiflux 2300 C	8800D
погрешность	± 1 %	± 1 %	± 1 %
Выходной сигнал	от 4 до 20 мА + HART	от 4 до 20 мА + HART	от 4 до 20 мА + HART
Взрывозащита	Ex dib [ia Ga] IIC T4 Gb	Ex, Exd	Ex, Exd
Температура среды	От минус 50 до 100 °С	От минус 40 до 50 °С	От минус 40 до 50 °С
Показания давления, температуры и расхода в одной точке	Да	-	-

В результате проведения сравнительного анализа, был выбран прибор для измерения расхода Sitrans FX300 от производителя SIEMENS AG, поскольку он имеет ряд преимуществ:

- данное устройство работает по двух проводной технике и поддерживают HART-коммуникацию;



- температурная компенсация как стандартная функция;
- встроенная компенсация по температуре и давлению позволяет напрямую выполнять компенсацию для плотности;
- показания давления, температуры и расхода в одной точке;
- не требуется дополнительный монтаж сенсоров давления и температуры.
- прямое измерение энергии;
- оптимальная надежность процесса благодаря интеллектуальной обработке сигнала Intelligent Signal Processing (ISP) - стабильные показания, без внешних помех;
- полностью сварная конструкция из нержавеющей стали с высокой устойчивостью к коррозии, давлению и температуре;
- сенсор не требует профилактического техобслуживания;
- готов к использованию благодаря функции plug & play. Не требуется дополнительных кабельных работ;
- минимальное падение давления.

Внешний вид расходомера SITRANS FX300 показан на рисунке 7.



Рисунок – 7 Внешний вид расходомера SITRANS FX300

Расходомер SITRANS FX300 представляет собой преобразователь высокой производительности. Оригинальные технологии, запатентованные компанией Siemens, позволяют легко справиться с механическими нагрузками, химическим воздействием и агрессивностью сред, а также сильной устойчивостью к EMI, достаточной, чтобы соответствовать необходимым стандартам промышленного применения и безопасности эксплуатации на опасных производственных объектах.

Расходомер SITRANS FX300 обеспечивает точные измерения массового и объемного расхода паров, газов и жидкостей, является универсальным решением со встроенными функциями компенсации температуры и давления.

Технические характеристики расходомера приведены в таблице 8.

Таблица – 8 Технические характеристики расходомера SITRANS FX300

Измеряемая среда	Газ, пар, жидкость
Степень защиты	IP67 (NEMA 6)
Принцип измерения	Вихревой
Температура измеряемой среды	От минус 200 до 400 °С
погрешность	± 1 %
Выходной сигнал	от 4 до 20мА + HART
Взрывозащищенность	Ex dib [ia Ga] IIC T4 Gb
Температура окружающей среды	От минус 50 до 70 °С

Опросный лист для заказа датчик измерения расхода SITRANS FX представлен на рисунке 8

## ОПРОСНЫЙ ЛИСТ

Компания: ИНЭО ТПУ	Город: Томск
Фамилия/Должность: Хамидуллин Р.Н.	
Тел./e-mail: mh3@tpu.ru	
Заказной номер по каталогу (если возможно): Sitrans FX 300	Количество: 1
Обозначение точки измерения	
Наименование (состав) среды измерения: Газожидкостная смесь	
Температура измеряемой среды: Мин -25	Макс +55
Температура окружающей среды: +25	
Номинальный расход: 50 м <sup>3</sup> /ч	
Тип измеряемого расхода: Ультразвуковое <input type="checkbox"/> Вихревое <input checked="" type="checkbox"/> Электромагнитное <input type="checkbox"/>	
Рабочая шкала: 0-60	Ед. измерения: м <sup>3</sup> /ч
Допустимая погрешность измерения: 0,5%	
Встроенный индикатор: Требуется <input checked="" type="checkbox"/> Не требуется <input type="checkbox"/>	
Выходной сигнал: 4-20 мА <input checked="" type="checkbox"/> Profibus <input type="checkbox"/> HART <input checked="" type="checkbox"/>	
Исполнение: Обычное <input type="checkbox"/> Искробезопасное <input checked="" type="checkbox"/> Взрывонепроницаемое <input checked="" type="checkbox"/>	
Способ подключения к процессу: Стандарт <input type="checkbox"/> ANSI <input checked="" type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/>	
Диапазон измерения преобразователя. ( настройка Y01)	
Особые требования (если имеются) :	
Ответные фланцы	
Монтажный комплект	
ПО сбора данных на ПК	
Заказной номер по каталогу: Sitrans FX 300	

ООО «Сименс»  
 Департамент «Непрерывное производство и приводы», Отдел «Автоматизация непрерывных процессов»  
 115 184, Российская Федерация, Москва, ул. Большая Татарская д. 9, Email: sc.ru@siemens.com  
<http://dfpd.siemens.ru/products/automation/sensors/133/>

Рисунок – 8 Опросный лист для заказа датчик измерения расхода SITRANS FX

#### 2.5.2.4 Средства измерения и анализа газа

Газоанализатор предназначен для непрерывного контроля токсичных газов и кислорода в окружающем воздухе.

В качестве стационарного газоанализатора был выбран Sensepoint XCD RFD.

Газоанализатор Sensepoint XCD обеспечивает полный мониторинг содержания горючих и токсичных газов, а также кислорода в потенциально взрывоопасной среде — как в помещениях, так и на открытом воздухе.

Особенности и преимущества:

- универсальное решение в сфере контроля газов;
- проверенные электрохимические датчики Surecell™;
- соответствие международным стандартам;
- точное обнаружение, быстрый отклик;
- возможность установки датчика на расстоянии до 30 м от трансмиттера;
- легко читаемый дисплей с трехцветной подсветкой.

Детектор Sensepoint XCD RFD специально предназначен для использования с удаленно монтируемыми датчиками горючих газов. Эта конфигурация идеально подходит для сфер применения, в которых требуется установить датчик на расстоянии от трансмиттера в зонах с повышенной температурой окружающей среды (до 150°C) или в труднодоступных местах. Трансмиттер можно установить в удобном месте, расположенном на расстоянии от зоны, где затруднены доступ к трансмиттеру, просмотр его дисплея или взаимодействие с помощью интерфейса пользователя. Трансмиттер Sensepoint XCD RFD можно использовать с целым рядом датчиков Honeywell Analytics: каталитическими и инфракрасными датчиками Sensepoint XCD втычного типа и датчиками Sensepoint для работы при стандартных (от минус 55 °C до 80 °C) и высоких температурах (от минус 55 °C до 150 °C).

Внешний вид газоанализатора Sensepoint XCD показан на рисунке 9.



Рисунок – 9 Внешний вид газоанализатора Sensepoint XCD

Детекторы газа Sensepoint XCD обеспечивают всесторонний мониторинг опасных концентраций горючих и токсичных газов, а также кислорода в потенциально взрывоопасных средах как снаружи, так и внутри помещений. Пользователи могут изменять работу детектора с помощью ЖК-дисплея и магнитных переключателей без необходимости открывать прибор. В результате эксплуатация детектора может осуществляться одним человеком с помощью несложных операций, а время и затраты на техническое обслуживание существенно снижаются.

Все детекторы, которые поставляются предварительно настроенными, оснащены 2 программируемыми реле сигнализации, одним программируемым реле неисправности, а также стандартным выходом от 4 до 20мА (с возможностью выбора питающего или питаемого токового сигнала) и интерфейсом MODBUS, RS 485.

Опросный лист для заказа средства измерения и анализа газа представлен на рисунке 10.

**ОПРОСНЫЙ ЛИСТ**  
 для заказа газоанализаторов технологического и экологического контроля  
 (комплекта газоаналитического оборудования).

**Анализируемая среда:** \_\_\_\_\_  
 (дымовые газы, технологический газ и т.д.)

	Точка отбора №1 (если несколько, заполняется для каждой)		
	Min	Номин.	Max
Температура анализируемой пробы, С°	0	25	40
Температура окружающей среды, С°	0	25	40
Расстояние от точки отбора пробы до :	_____ метр Предполагаемой установки газоан. оборудов.		
Место отбора пробы	<input checked="" type="checkbox"/> Помещение <input type="checkbox"/> Открытая площадка		
Категория взрывоопасности помещения в месте отбора пробы	<input checked="" type="checkbox"/> Взрывобезопасная <input type="checkbox"/> Опасная _____ категория		

**Необходимый вид контроля:**       Периодический       Непрерывный

**Количество точек отбора пробы:** \_\_\_\_\_

**Конструктивное исполнение**

Место установки газоанализатора (оборудования)	<input checked="" type="checkbox"/> Помещение <input type="checkbox"/> Открытая площадка
Размещение газоанализатора (оборудования)	<input type="checkbox"/> В шкафу <input type="checkbox"/> На щите <input type="checkbox"/> На столе <input checked="" type="checkbox"/> Другое
Выходной сигнал	<input checked="" type="checkbox"/> 4-20 mA <input type="checkbox"/> RS485 <input checked="" type="checkbox"/> HART
Необходимость выносной сигнализации	<input type="checkbox"/> Нет <input checked="" type="checkbox"/> Свет <input checked="" type="checkbox"/> Звук
Необходимость комплектации ПЭВМ	<input checked="" type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/> Да
Категория взрывоопасности помещения в месте установки газоанализатора (оборудования)	<input type="checkbox"/> Взрывобезопасна <input type="checkbox"/> _____ категория

**4.2 Необходимость пусконаладочных работ:**       Да       Нет

**4.3 Необходимость выполнения проектных работ:**       Да       Нет

**Пожалуйста, представьте краткое описание или эскиз защищаемого промышленного объекта.**

**1.1 Компания:** *ИНЭО ТПУ*

**1.2 E-mail:** \_\_\_\_\_ **Тел.** \_\_\_\_\_

**1.3 Ф. И. О:** *Хамидуллин Р.Н.*

*(лица заполняющего опросный лист)*

**1.4 Должность:** *Студент*

Рисунок – 10 Опросный лист для заказа средства измерения и анализа газа

### 2.5.2.5 Средства измерения уровня

Для реализации данной работы наиболее подходящим типом датчика, будет уровнемер.

Для измерения уровня в емкости одним из оптимальных вариантов будет использование гидростатического преобразователя уровня, так как приборы этого типа надежны, неприхотливы к сложным условиям, точны, имеют широкий диапазон измерения и при всем этом имеют относительно невысокую стоимость.

Принцип действия гидростатического уровнемера основан на измерении давления и перепада давления в жидкости. Такой способ основан на преобразование деформации упругого чувствительного элемента под воздействием гидростатического давления в аналоговый токовый сигнал.

Гидростатические преобразователи уровня имеют возможность измерять уровень в закрытых резервуарах и емкостях под давлением. Для этого, одна мембрана присоединяется непосредственно к резервуару, а вторая – в области избыточного давления. Данные приборы могут работать с вязкими жидкостями и при большом избыточном давлении, а также не теряют высокую надежность даже при высоких химических и механических нагрузках.

Для реализации данной работы был выбран гидростатический преобразователь SITRANS P500 производства SIEMENS AG так как эти преобразователи обладают рядом преимуществ:

- измерение агрессивных паров, жидкостей и газов;
- обширные функции диагностики и симуляции;
- минимальная ошибка соответствия;
- независимо регулируемый диапазон от 0,01 до 70 бар
- высокая точность измерений
- хорошая долговременная стабильность;
- высокое качество работы и увеличенный срок службы;
- высокая надежность при высоких химических и механических нагрузках;

– независимая замена измерительной ячейки и электронной схемы;  
 Контактирующие с технологической средой детали выполнены из высококачественных материалов (нержавеющая сталь, Hastelloy, золото, монель, тантал).

Внешний вид преобразователя SITRANS P500 показан на рисунке 11.



Рисунок – 11 Внешний вид преобразователя SITRANS P500

Основные технические характеристики SITRANS P500 приведены в таблице 9.

Таблица – 9 Основные технические характеристики SITRANS P500

Измеряемые среды	газ; жидкость
Интервал измерения	От 1,25 до 1250 мбар (от 0,125 кПа до 125 кПа)
Основная приведенная погрешность	0,065 %
Нестабильность	0,125 %
Сигнал выходного тока (свободная настройка)	от 4 до 20мА
Температура окружающей среды	От минус 40 до 85 °С
Температура измеряемой среды	От минус 40 до 125 °С
Сигнал неисправности	Настраивается в пределах диапазона: Нижний предел: от 3,55 до 3,7 мА Верхний предел: от 21,0 до 23,0 мА
Связь по протоколу	HART / FOUNDATION Fieldbus.
Элементы управления	Кнопки ввода, цифровой дисплей
Сертификация для систем противоаварийной защиты согласно IEC 61508	
Сертификаты и допуски	Взрывозащита Искробезопасность Взрывонепроницаемый корпус Пылевзрывозащита



Измерительные преобразователи SITRANS P500 отличающиеся расширенными удобными для пользователя функциями и соответствующие самым высоким стандартам точности, долговременной стабильности, скорости и т.д.

Процесс настройки весьма прост, выполняется через многоязычное меню, содержанием инструкции и текстовой справки. Инновационное электронное описание прибора (EDD) с интегрированным разделом помощи «Быстрый ввод» также быстро и легко настраивается с помощью компьютера или через протокол HART.

SITRANS P500 используется в промышленности при высоких химических и механических нагрузках. Благодаря электромагнитной совместимости пригоден для использования в зонах с высоким уровнем электромагнитных помех. Преобразователи с типом защиты «искробезопасность» и «взрывонепроницаемый корпус» устанавливаются в потенциально взрывоопасных средах. Измеряемый параметр: уровень агрессивных и неагрессивных жидкостей в открытых и закрытых резервуарах. При измерении в закрытых резервуарах соединение низкого давления измерительной ячейки должно соединяться с резервуаром для компенсации статического давления.

### **2.5.3 Выбор исполнительных устройств**

Исполнительное устройство – устройство системы автоматического управления или регулирования, воздействующее на процесс в соответствии с получаемой командной информацией. Как правило, подобные устройства состоят обычно из нескольких функциональных элементов, первое это исполнительный механизм, который приводится в действие за счет второго элемента регулирующего органа, также подобные устройства могут иметь и дополнительные элементами и блоками.

В роли исполнительного механизма будем использовать клиновую задвижку с упругим запиранием, а в качестве регулирующего органа будет использоваться электропривод производства AUMA.

Внешний вид исполнительного устройства показан на рисунке 12.



Рисунок – 12 Внешний вид исполнительного устройства

Исполнительное устройство служит для управления потоками различных жидких, газообразных и газожидкостных смесей. Изготавливаются во взрывозащищенном исполнении, искробезопасными цепями, оснащены средствами управления и позиционирования для точного управления технологическим процессом производства. Регулирующие клапаны изготавливаются с проходным, угловым и трехходовым типами корпуса.

Электродвигатель приводит в движение редуктор. В свою очередь редуктор приводит в движение регулирующий орган арматуры. Опциональные блоки непрерывно фиксируют положение хода и тем самым контролируется выходной крутящий момент. Опциональные выключатели конечных положений сигнализируют о достижении арматурой конечного положения. После этого средства управления электродвигателя останавливают его.

Сигналы обратной связи и команды управления между АС и пускорегулирующей аппаратурой электродвигателя осуществляется через соответствующие электрические интерфейсы.

Возможна постоянная регистрация и анализ таких основных характеристик, как крутящий момент, температура и вибрация. Производится регистрация отклонений от рабочих режимов, а также превышения пограничных значений. Оператор оборудования предупреждается о

ситуации, которая может привести к сбою. Таким образом, можно заранее принять меры и предотвратить простой установки. Все события и сигналы классифицируются согласно требованиям NAMUR. Настройки, рабочие процессы и ошибки регистрируются в отчете о событии с пометкой времени, и их можно просмотреть в любое время.

Опросный лист на заказ регулирующего клапана с электроприводом AUMA представлен на рисунке 13.

Организация (контактное лицо, телефон)		Проект	
<b>Общие характеристики и характеристики арматуры</b>		18	Индикатор работы привода (блинкер) <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет
1	Количество <u>3</u> шт.	19	Механический указатель положения <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет
2	Производитель	20	Защитная труба для выдвижного штока арматуры <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет
3	Тип арматуры	21	Дистанционный указатель положения <input checked="" type="checkbox"/> RWG/EWG (4-20 мА) <input type="checkbox"/> Потенциометр <input type="checkbox"/> MWG (только с АС)
4	Типоразмер $D_y(DN)$ _____ мм $P_y(PN)$ _____ МПа		
5	Назначение <input checked="" type="checkbox"/> регулирующая <input type="checkbox"/> запорная		
6	Крутящий момент $M_{max}$ _____ Нм (усилie, Н) ( $M_{per}$ _____ Нм)	<b>Характеристики кабеля</b>	
7	Режим работы <input type="checkbox"/> кол-во запусков в час _____ <input checked="" type="checkbox"/> S4=25 % (стандарт) <input type="checkbox"/> S4=50 % или <input type="checkbox"/> S2=15(10) мин (стандарт) <input type="checkbox"/> S2=30 мин <input type="checkbox"/> другой _____	22	Комплект кабельных вводов <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет
		23	Тип кабеля <input checked="" type="checkbox"/> бронированный <input type="checkbox"/> небронированный
8	Требуемое время закрытия арматуры _____ 0,15 _____ сек	24	Наружный диаметр кабеля, количество* $\varnothing$ _____, _____ шт; $\varnothing$ _____, _____ шт; $\varnothing$ _____, _____ шт; $\varnothing$ _____, _____ шт
9	Температура окружающей среды мин. -40 макс. 80	25	Схема подключения (если известна)
10	Дополнительная информация по арматуре: <u>Многооборотная:</u> - Количество оборотов на закрытие <u>1500</u> об - Размер присоединительного фланца (ISO5210) / Тип присоединительного фланца (ОСТ) _____ <u>Четвертьоборотная:</u> Угол поворота <u>360</u> ° - Размер присоединительного фланца F _____ - Тип обработки втулки _____ <u>Прямоходная:</u> - Ход штока _____ мм	26	Модель привода (если известна)
		<b>Характеристики встроенного блока управления</b>	
		27	Блок управления <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет
		28	Тип блока управления** <input checked="" type="checkbox"/> AUMA MATIC (AM/AMExC) <input type="checkbox"/> AUMATIC (AC/ACExC) <input type="checkbox"/> другой _____
<b>Характеристики привода</b>		29	Питание цепей управления <input type="checkbox"/> от встроенного источника <input type="checkbox"/> от внешнего источника
11	Напряжение питания <input checked="" type="checkbox"/> 380 В/50Гц/3ф <input type="checkbox"/> 220 /50Гц/1ф <input type="checkbox"/> 24 В DC <input type="checkbox"/> другое <u>___</u> В/___Гц/___ф	30	Местное управление <input type="checkbox"/> Кнопки откр/стоп/закрыть <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Селектор местн/стоп/дист <input type="checkbox"/>
12	Исполнение привода <input type="checkbox"/> общепромышленное <input checked="" type="checkbox"/> взрывозащищенное (1ExdeIICT4) <input type="checkbox"/> атомное (для АЭС по ТУ) <input type="checkbox"/> шахтное (PB ExedI) <input type="checkbox"/> морское	31	Дистанционное управление (укажите, что необходимо) *** <input type="checkbox"/> 24 В DC <input type="checkbox"/> 4...20 мА (AC/ACExC) <input checked="" type="checkbox"/> HART (AC/ACExC) <input type="checkbox"/> Modbus (AC/ACExC) <input type="checkbox"/> Profibus DP (AC/ACExC) <input type="checkbox"/> DeviceNet (AC/ACExC) <input type="checkbox"/> Fieldbus Foundation (AC/ACExC)
13	Защита оболочки по IP <input type="checkbox"/> IP67 <input checked="" type="checkbox"/> IP68		
14	Защита оболочки привода от коррозии <input type="checkbox"/> KN <input checked="" type="checkbox"/> KS (агрессивная среда) <input type="checkbox"/> KX (экстремально агрессивная среда)	32	ПИД-регулятор <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет
		33	Дублирование по цифровой шине
		34	Питание системы обогрева ****
15	Концевые выключатели <input type="checkbox"/> одиночные (стандарт) <input checked="" type="checkbox"/> двойные	35	Монтаж блока управления
16	Промежуточные выключатели <input type="checkbox"/> одиночные <input checked="" type="checkbox"/> двойные	36	Особые требования: _____ _____ _____
17	Моментные выключатели <input type="checkbox"/> одиночные (стандарт) <input checked="" type="checkbox"/> двойные		

\* - Если не указаны требуемые характеристики кабеля, приводы поставляются с заглушками. Заглушки без Ex- маркировки применяются только для цепей транспортировки.  
 \*\* - AUMA MATIC – AM (AMExC); AUMATIC – AC (ACExC)  
 \*\*\*- Для уточнения возможных вариантов управления свяжитесь со специалистами компании АУМА

Рисунок – 13 Опросный лист на заказ регулирующего клапана с электроприводом

## **2.6 Разработка схемы внешних проводок**

Схема соединений внешних проводок представляет собой схему, изображенную в виде чертежа. На этой схеме в схематическом представлении, определенными условными обозначениями изображаются электрические соединения, от приборов, которые установлены непосредственно на оборудовании или объектах к средствам автоматизации.

Схемы соединений внешних проводок выполняют на основании:

- схем автоматизации технологических процессов;
- принципиальных электрических схем автоматизации;
- эксплуатационной документации на приборы и средства автоматизации, примененные в проекте;
- чертежей расположения технологического оборудования.

Для реализации данной работы была разработана схема внешней проводки для всех параметров информационных данных.

Схема внешней проводки приведена в приложении Г.

Все полевые средства измерения, такие как датчик давления, температуры, расходомер и газоанализатор, в качестве передачи данных используют унифицированный токовый сигнал от 4 до 20 мА.

Для контроля и управления исполнительных устройств и механизмов, регулирующих органов тоже используется унифицированный токовый сигнал от 4 до 20 мА.

Электрический сигнал от средств измерения давления, температуры, расхода, газоанализа используются по три провода.

## **2.7. Разработка кабельной проводки**

При разработке кабельной проводки в качестве основного кабеля был выбран кабель МКЭШ.

М – Монтажный

К – Кабель

Э – Экран

### Ш – Защитный шланг из ПВХ пластиката

Кабель МКЭШ имеет несколько – от двух до нескольких десятков – многопроволочных проводников, выполненных из луженой меди. Они соответствуют ГОСТ 22483. Каждая жила облачена в поливинилхлоридную изоляцию белого либо индивидуального цвета. В стандартном кабеле этого типа жилы скручены вместе, но не попарно. В областях, где он применяется, достаточно использовать в качестве общего проводника защитный экран – при условии, что он заземлен.

Экран состоит из сетки с квадратными ячейками, выполненной из нелуженой медной проволоки диаметром 0,2 – 0,25 мм. Его отделяет от токоведущих частей (за исключением их собственных оболочек) пленка из полиамидного или полиэтиленфталатного искусственного шелка. Сверху идет стандартная для электротехнической кабельной продукции ПВХ-изоляция толщиной не менее 0,8 мм.

Кабели предназначены для фиксированного межприборного монтажа электрических устройств, работающих при номинальном переменном напряжении до 500 В частоты до 400 Гц или постоянном напряжении до 750 В.

Кабели предназначены для стационарной прокладки внутри и вне помещений в кабельной канализации и в открытом грунте, в том числе во взрывоопасной зоне

Кабели стойки к вибрационным нагрузкам в диапазоне частот 1 – 5000 Гц с ускорением до  $329 \text{ м/с}^2$  (40g); к многократным ударам с ускорением  $1471 \text{ м/с}^2$  (150g) при длительности удара 1 – 3 мс; к воздействию одиночных ударов с ускорением  $981 \text{ м/с}^2$  (100g) и линейных нагрузок с ускорением до  $4905 \text{ м/с}^2$  (500g).

Климатическое исполнение УХЛ категорий размещения 2–5 по ГОСТ 15150.

Эксплуатация при температуре окружающей среды от минус 50 до 50 °С.

Электрическое сопротивление изоляции жил, на 1 км длины и при температуре 20 °С не менее 5 Мом.

Кабели не распространяют горение при групповой прокладке.

## **2.8. Разработка алгоритмов управления АС**

Как правило на разных уровнях управления в системах автоматизации используются различные алгоритмы:

При разработке алгоритмов АС были разработаны нижеперечисленные алгоритмы АС:

- алгоритм реализующий сбор данных средств измерения;
- алгоритм, реализующий автоматическое регулирования объекта управления.

### **2.8.1. Алгоритм сбора данных измерений**

Для демонстрации примера был выбран канал измерения температуры на входном трубопроводе эжектора. Специально для этого канала был разработан алгоритм сбора данных. Разработанный в ходе реализации данной работы алгоритм сбора данных с канала измерения температуры на входном трубопроводе эжектора продемонстрирован в приложении Д.

### **2.8.2. Алгоритм автоматического регулирования**

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

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

Алгоритм процесса регулирования работает следующим образом. На вход алгоритма блока управления поступает необходимое заданное значение

(уставка)  $y^*(t)$  и текущее  $y(t)$  значения регулируемой величины. Блок управления вычисляет рассогласование  $e(t) = y^*(t) - y(t)$ , опираясь на которое формируется управляющий сигнал  $u(t)$ , подаваемый на вход исполнительного устройства.

Происходит сравнение – задание по уровню сравнивается с текущим значением уровня, полученным при помощи датчика уровня. По рассогласованию с регулируемой величиной регулятор уровня формирует и выдает задание по положению регулирующего органа. Заданное положение сравнивается с текущим, полученным от датчика положения регулирующего органа. На основе расхождения по положению блок управления формирует управляющий сигнал на исполнительный механизм позиционера. Модель системы в программе MATLAB представлена на рисунке 14.

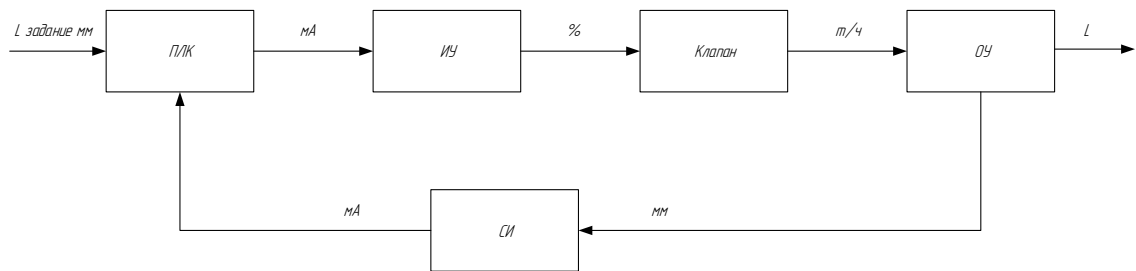


Рисунок – 14 Модель системы регулирования

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

Оператором задается уровень, который необходимо поддерживать в сепараторе. Отображается значение с датчика уровня, происходит сравнение данных, для чего, формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал направляется на исполнительное устройство.



Исполнительное устройство преобразует сигнал в движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение уровня в сепараторе.

Дифференциальное уравнение выглядит следующим образом:

$$\frac{dP_{ex}}{dt} = \lambda. \quad (1.1)$$

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

Таким образом, можно записать передаточную функцию клапана:

$$W_{\kappa}(s) = \frac{1}{s}. \quad (1.2)$$

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

$$W_{oy}(s) = \frac{k_{oy}}{s}, k_{oy} = \frac{1}{2L\sqrt{Dh-h^2}}, \quad (1.3)$$

где: L и D – длина и внутренний диаметр сепаратора, м.;

h – уровень раздела фаз жидкость-газ мм.

Датчик уровня согласно литературным источникам можно считать безынерционным звеном.

Модель структурной схемы автоматического регулирования представлена на рисунке 15.

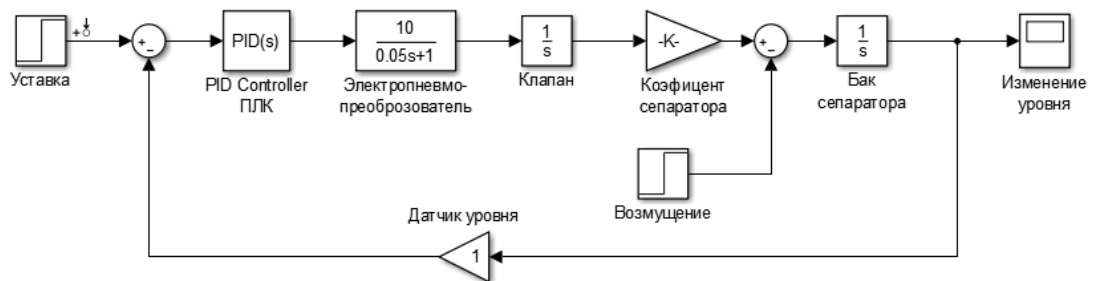


Рисунок – 15 Модель структурной схемы автоматического регулирования

С помощью средств MathLab по настройке ПИД-регулятора, настроим регулятор автоматически. Благодаря этой функции можно подобрать время

переходного процесса и перерегулирование для заданной системы. Подобранные коэффициенты показаны на рисунке 16.

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

Рисунок – 16 Результат настройки ПИД регулятора

На рисунке 17 показан график переходного процесса регулятора уровня в сепараторе после автоматической настройки.

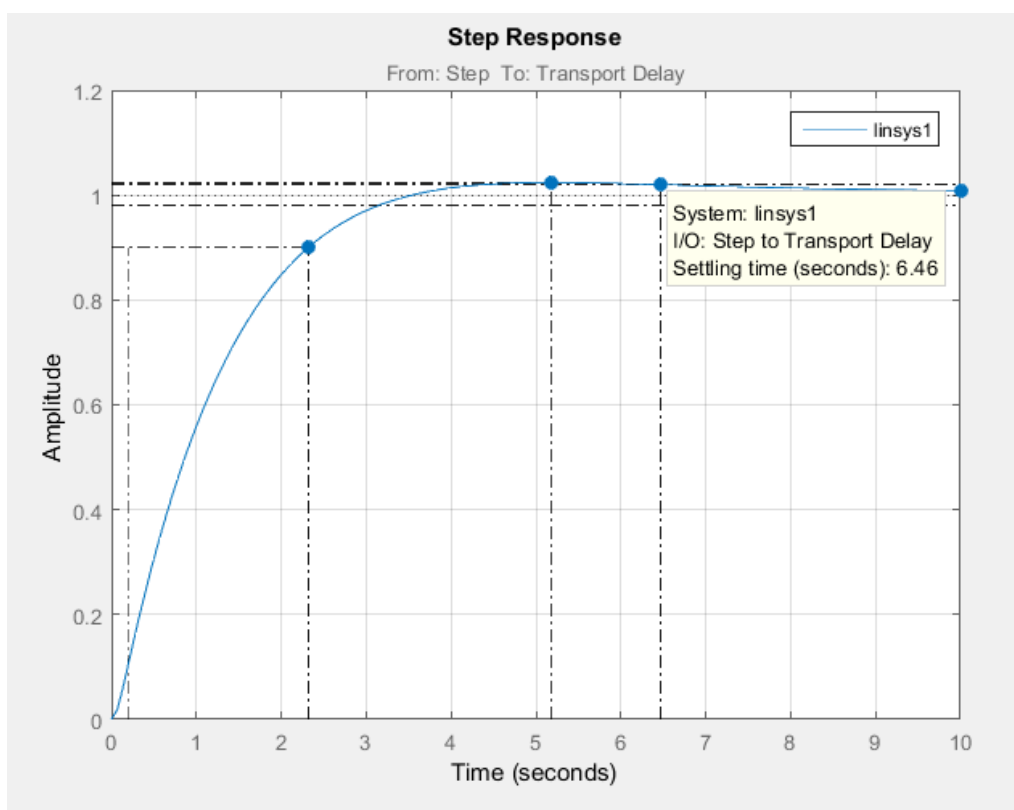


Рисунок – 17 График переходного процесса контура регулирования уровня

## 2.9. Экранные формы АС

Управление автоматизированной системой блока подготовки газа по методу низкотемпературной сепарации реализовано с использованием промышленной SCADA-системы SIMATIC WinCC Runtime Professional V15.1.

SCADA-система WinCC Runtime Professional V15.1 это специальное программное обеспечение, разработанное компанией SIEMENS AG. Данная

SCADA-система является главным образом мощной системой с огромным набором функций и инструментов, предназначенных для визуализации, контроля, управления и любых технологических процессов.

Устанавливается на компьютеры, работающие под управление операционной системы Windows.

Одной из особенностей данной SCADA системы – это то, что она является абсолютно открытой системой. WinCC без каких-либо проблем может использоваться в сочетании со многими пользовательскими и стандартными приложениями. При использовании WinCC в качестве основного инструмента для создания системных решений, имеется целый ряд возможностей использования открытых интерфейсов, так, например разработчики, занимающиеся разработкой программного обеспечения, имеют возможность разрабатывать и смешивать собственные приложения. WinCC – это современная система с удобным пользовательским интерфейсом. WinCC отлично подходит для использования в любых промышленных и производственных сферах. Данная SCADA это полностью законченный функциональный программный продукт с высокими показателями надежности. WinCC ориентирована на решение как относительно простых, так и относительно сложных задач.

Некоторые из основных возможностей WinCC представлены ниже:

- Визуализация и связь с технологическими процессами;
- Создание и использования функций для возможности архивирования, отображения и протоколирования сообщений происходящих событий и других переменных технологического процесса;
- Создание и проектирование систем для автоматической генерации различного рода отчетов, протоколов и т.д.;
- Создание и использование программ и алгоритмов для нестандартный решений за счёт использования скриптов на языках ANSI C, VBS и VBA;
- Создание однопользовательских и многопользовательских систем;

- Использование стандартных предустановленных интерфейсов OLE, ODBC и SQL предоставляется возможность взаимно функционировать по сети с другими приложениями;
- Создание конфигураций, настроек и связей для взаимодействия с различными логическими контроллерами;
- Возможность создания систем резервирования;
- Возможность довольно простого и несложного создания систем клиент-сервер;
- Наличие элементов ActiveX которые дают возможность расширения возможностей и свойств системы;
- Полное взаимодействие с любыми программами и приложениями семейства Simatic.

### **2.9.1. Разработка дерева экранных форм**

В режиме исполнения (Run time) проекта SCADA-системы WinCC возможно осуществлять навигацию экранных форм используя кнопки навигации и кнопки прямого вызова.

Во время запуска среды исполнения (Run time) проекта необходимо пройти авторизацию, во всплывающем окне авторизации пользователя, в котором необходимо ввести логин и пароль.

После прохождения авторизации, появляется мнемосхема с окнами на которых изображены объекты технологического процесса.

Дерево экранных форм приведено в приложении Е.

### **2.9.2 Разработка экранных форм АС**

Среда исполнения SCADA-системы WinCC обеспечивает связь и взаимодействие обслуживающего персонала с АСУ ТП и самим технологическим процессом. Это происходит главным образом по средствам использования так называемых экранных форм, а также различных элементов и компонентов управления индикаторов, лицевых панелей и протоколов.

Экранная форма – это схематичное изображение технологического процесса, на котором показаны объекты управления и контроля реальном

времени. Кроме того, на экранной форме можно открывать дополнительные информационные окна с информацией о текущих и архивных событиях и изменениях технологического процесса, например такие как:

- графики и тренды;
- регуляторы;
- лицевые панели;
- мнемосхемы;
- протоколы сообщений и действий;
- различные отчеты оператора.

Обслуживающему персоналу после прохождения авторизации станут доступны нижеперечисленные элементы:

- основная экранная форма работы блока подготовки газа и эжектор;
- экранная форма журнал тех. событий;
- экранная форма журнал действий оператора;
- экранная форма диагностики.

Основная экранная форма представлена в приложении Ж.

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

На сегодняшний день определением, перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, является его коммерческая эффективность.

Определить коммерческую эффективность научно-исследовательского проекта при разработке очень важно для поиска источников финансирования, поскольку разработчики должны представлять текущее состояние и дальнейшие перспективы проводимых научно-исследовательских работ.

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» это раздел ВКР в котором представлены, на основе проведенных анализов, данные об эффективности, успешности и перспективности проводимых работ научно-исследовательского проекта, отвечающих требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для того что бы правильно определить коммерческую эффективность необходимо решить следующие задачи:

- разработать общую экономическую идею проекта, сформировать общую концепцию проекта;
- разработать организацию работ по проведению научно-исследовательского проекта;
- определить все возможные альтернативные проведения научных исследований;
- спланировать научно-исследовательские работы;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определить ресурсные (ресурсосберегающей), финансовые, бюджетные, социальные и экономические эффективности исследования.

### 3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальные потребители – это те предприятия, которые осуществляют добычу и подготовку нефти и газа. Установка комплексной подготовки газа используются на тех предприятиях, на которых производится добыча и подготовка газа, например, семейство ООО “Газпром добыча”, а также “Сургутнефтегаз”. Потребителями разрабатываемой в данном проекте продукции являются, крупные нефтегазовые компании, которые не исчезнут с рынка на протяжении ближайших десятилетий, поэтому разработка и совершенствование данной установки являются целесообразными.

### 3.2 Анализ конкурентных технических решений

Разработаем карту сегментирования, чтобы увидеть, какие ниши на рынке не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок (таблица 10).

Таблица – 10 Карта сегментирования рынка услуг.

Размер компании	Направление деятельности			
	Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
мелкая	Б В	А Б	Б В	В
средняя	А Б В	А Б	Б В	Б В
крупная	А Б В	А	В	В

Компания А, Компания Б, Компания В.

Анализируя полученную карту сегментирования, можно выделить следующие сегменты рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний, поэтому именно на них и стоит ориентироваться.

С целью выявления ресурсоэффективности данного научного исследования, а также наметить тенденцию будущего расширения, проведем анализ конкурентных технических решений.

Приведенный в таблице 11 анализ выполнен в виде оценочной карты, где в качестве конкурентных разработок для сравнения были взяты проектируемая АСУ ТП, разработка АСУ ТП сторонней организацией и существующая АСУ ТП.

Таблица – 11 Оценочная карта сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		проектируемая АСУ ТП	разработка АСУ ТП сторонней организацией	существующая АСУ ТП	проектируемая АСУ ТП	разработка АСУ ТП сторонней организацией	существующая АСУ ТП
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Повышение производительности	0,09	4	4	2	0,36	0,36	0,18
Повышение уровня контроля	0,15	5	4	2	0,75	0,6	0,3
Повышение уровня безопасности	0,11	5	5	3	0,55	0,55	0,33
Минимизация кол-ва брака	0,09	4	4	2	0,36	0,36	0,18
Функциональные возможности	0,07	4	4	2	0,28	0,28	0,14
Простота эксплуатации	0,07	4	4	2	0,28	0,28	0,14
Удобство в эксплуатации	0,09	4	4	2	0,36	0,36	0,18
Надежность	0,1	5	4	2	0,5	0,4	0,2
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность продукта	0,04	3	3	1	0,12	0,12	0,04
Цена	0,06	5	4	1	0,3	0,24	0,06
Срок эксплуатации	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
Обслуживание	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	<b>48</b>	<b>25</b>	<b>4,51</b>	<b>4,07</b>	<b>2,14</b>

Проанализировав оценочную карту, можно утверждать, что разработанная в рамках данной работы система выигрывает как по техническим, так и по экономическим критериям. По техническим критериям разность не так велика, однако из-за сочетания отечественных материалов и импортных датчиков, снижается стоимость системы в целом, а так же затраты на её обслуживание, что сказывается на экономических критериях.



### **3.3 Организация и планирование работ**

Планирование предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

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

### **3.4 Структура работ в рамках научного исследования**

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) это один из важнейших этапов разработки научно-технического проекта. Технико-экономическое обоснование это документ, который содержит информацию о целесообразности создания продукта или услуги. В этом документе представляют анализ преимуществ и недостатков разработки, внедрения и эксплуатации продукта или услуги. Представляют анализ экономической эффективности разработки и внедрения продукта или услуги, а также эффективность разработки и внедрения в других аспектах.

С целью выполнения работ необходимо назначить руководителя работ и исполнителя работ.

#### **Руководитель работ:**

- формулирует цель проекта;
- формулирует требования, предъявляемые к проекту;
- осуществляет контроль над реализацией проекта в соответствии с предъявляемыми требованиями;
- участвует в разработке соответствующей документации;

- участвует в разработке рабочих чертежей.

**Исполнитель работ:** осуществляет разработку проекта в соответствии с предъявляемыми требованиями.

На начальных этапах планирования работ необходимо в первую очередь определить последовательность проведения работ, продолжительность каждой работы в отдельности и общую продолжительность проведения всех работ.

Для описания и представления этого, удобнее всего будет воспользоваться линейным графиком, на котором наглядно в простой и понятной форме будет представлено последовательность и продолжительность работ.

Для построения линейного графика определим события и составим таблицу 12.

Таблица 12 – Перечень работ и распределение исполнителей

Этапы работы	Исполнит.	Загрузка НР в %	Кд НР	Загрузка И в %	Кд И
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	80	0,8	0	0
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	80	0,8	10	0,1
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	0,1	100	1,1
Разработка календарного плана	НР, И	30	0,3	30	0,3
Выбор оборудования	НР, И	10	0,1	100	1,1
Разработка структурной схемы	НР, И	10	0,1	70	0,7
Разработка функциональной схемы	НР, И	10	0,1	80	0,8
Оформление пояснительной записки	И	0	0	100	1,1
Выбор оборудования	И	0	0	100	1,1
Оформление графического материала	И	0	0	100	1,1
Подведение итогов	НР, И	50	0,5	100	1,1

### 3.5 Разработка графика проведения научного исследования

При планировании работ и составлении ленточного графика наиболее понятным и наглядным графиком будет график в виде диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – это популярный тип графика. Горизонтальный ленточный график, на котором работы представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для определения  $t_{ож}$ , ожидаемой продолжительности работ, воспользуемся следующей формулой:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (3.1)$$

где  $t_{\min}$  – минимальная продолжительность работы, дн.;

$t_{\max}$  – максимальная продолжительность работы, дн.

Для расчета продолжительности выполнения этапов в рабочих днях ( $T_{РД}$ ) воспользуемся формулой:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (3.2)$$

где  $t_{ож}$  – продолжительность работы, дн.;

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

$K_{Д}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, примем  $K_{Д} = 1,1$ .

Расчет продолжительности этапа в календарных днях определяется с помощью следующей формулы:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (3.3)$$

где  $T_{KD}$  – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_K$  – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (3.4)$$

где  $T_K$  – коэффициент календарности;

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

$T_{ВД}$  – выходные дни при пятидневной рабочей неделе ( $T_{ВД} = 122$ ) и при шестидневной рабочей неделе ( $T_{ВД} = 52$ );

$T_{ПД}$  – праздничные дни ( $T_{ПД} = 14$ ).

$$T_K = \frac{365}{365 - 122 - 14} = 1,59; \quad (3.5)$$

$$T_K = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22. \quad (3.6)$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  округляются до целого числа.

Все рассчитанные значения сводятся в таблицу 13, на основании которой строится календарный план-график, приведенный в таблице 14.

Таблица – 13 Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		tmin	tmax	тож	ТРД		ТКД	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка задачи	НР	2	3	2,4	1,92	0,00	3,05	0,00
Разработка и утверждение технического задания	НР, И	2	3	2,4	1,92	0,24	3,05	0,38
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	2	5	3,2	0,32	3,52	0,51	5,60
Разработка календарного плана	НР, И	3	4	3,4	1,02	1,02	1,62	1,62
Обсуждение литературы	НР, И	2	3	2,4	0,24	2,64	0,38	4,20
Выбор оборудования	НР, И	4	8	5,6	0,56	3,92	0,89	6,23
Разработка структурной схемы	НР, И	3	6	4,2	0,42	3,36	0,67	5,34
Разработка функциональной схемы	И	5	10	7	0	7,7	0,00	12,24
Оформление пояснительной записки	И	4	8	5,6	0	6,16	0,00	9,79
Оформление графического материала	И	5	10	7	0	7,7	0,00	12,24
Подведение итогов	НР, И	4	6	4,8	2,4	5,28	3,82	8,40
<b>Итого:</b>				<b>48,00</b>	<b>8,8</b>	<b>41,54</b>	<b>13,99</b>	<b>66,05</b>

Таблица – 14 Календарный план-график

Этап	НР	И	Апрель			Май			Июнь		
			10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	3,05	0,00	■								
2	3,05	0,38	■	■							
3	0,51	5,60		■	■						
4	1,62	1,62			■						
5	0,38	4,20		■	■						
6	0,89	6,23			■	■					
7	0,67	5,34				■	■				
8	0,00	12,24				■	■	■			
9	0,00	9,79					■	■	■		
10	0,00	12,24						■	■		
11	3,82	8,40							■	■	

НР – ■ И – ■

На выполнение НИОКР для ВКР было затрачено 52 рабочих дня. В результате проделанной работы составлен календарный план-график (диаграмма Ганта) проведения научно-исследовательских работ. календарный план-график разделен на 11 последовательных этапов. Каждый этап предполагает выполнение определенных работ руководителем и исполнителем. На графике серым цветом выделено затраченное время руководителя, а черным цветом время, затраченное студентом (инженером).

В ходе выполнения работ с целью сокращения затрачиваемого времени на выполнение НИОКР руководитель и студент параллельно решали поставленные перед ними задачи, такие моменты обозначены на графике серо-черными цветом.

В ходе выполнения данной работы руководитель проявил высокий уровень образованности, компетентности, а также наличие большой научно-технической базы все это, а также целеустремленность и старания студента (инженера) позволили в назначенный срок выполнить работу и достигнуть необходимых результатов и целей.

### **3.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

#### **3.6.1 Расчет материальных затрат НТИ**

В данной статье ведётся расчет стоимости всех используемых материалов, необходимых для разработки проекта, это расходы на приобретение товаров, а также стоимость их доставки.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i} , \quad (3.7)$$

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

$N_{расxi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$Ц_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортно-заготовительные расходы примем 5% от стоимости материалов.

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражает соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, а также зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и других имеющихся факторов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, представлены в таблице 15.

Таблица – 15 Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена за ед. в руб	Затраты на материалы
SIMATIC IPC347E, промышленный ПК	Шт.	3	53 500,00 Р	160 500,00 Р
SIMATIC STEP 7 Professional V15,1	Шт.	1	68 054,13 Р	68 054,13 Р
IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 0,5 м	Шт.	3	531,06 Р	1 593,18 Р
IE СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ IE FC RJ45-180/IE FC RJ45-180	Шт.	3	1 119,84 Р	3 359,52 Р
SCALANCE X-100	Шт.	2	32 236,78 Р	64 473,56 Р
CPU 1512C-1 PN	Шт.	2	57 660,66 Р	115 321,32 Р
IM 155-6 PN ST	Шт.	1	18 554,05 Р	18 554,05 Р
DI 8x24VDC HF	Шт.	3	1 653,72 Р	4 961,16 Р
DQ 8x24VDC/0,5A HF	Шт.	2	2 081,58 Р	4 163,16 Р
AI 4xRTD/TC 2-,3-,4-wire HF	Шт.	3	6 272,97 Р	18 818,91 Р
AQ 4xU/I ST	Шт.	1	6 272,97 Р	6 272,97 Р
SITOP PSU100S	Шт.	1	5 652,51 Р	5 652,51 Р
SITRANS P DS III	Шт.	3	41 211,00 Р	123 633,00 Р
SITRANS TS500	Шт.	3	21 595,00 Р	64 785,00 Р
Sensepoint XCD	Шт.	1	22 000,00 Р	22 000,00 Р
SITRANS FX300	Шт.	1	245 780,00 Р	245 780,00 Р
SITRANS P500	Шт.	3	43 300,00 Р	129 900,00 Р



Auma SENEN	Шт.	2	125 200,00 Р	250 400,00 Р
Auma SarEx	Шт.	3	68 925,00 Р	206 775,00 Р
RIO box	Шт.	1	8 400,00 Р	8 400,00 Р
Кабельная продукция	Метр	1000	62,00 Р	62 000,00 Р
Итого мат. затрат				1 585 397,47 Р
Транспортно- заготовительные расходы	%	5		7926987,35%
Всего				1 664 667,34 Р

### 3.6.2 Расчет заработной платы

В данной статье ведётся расчет заработной платы научного и инженерно-технического работника, которые были задействованы в ходе выполнения работ.

Для определения величины расходов заработной платы необходимо учитывать действующие системы окладов, тарифные ставки, а также трудоемкость выполняемых работ и ежемесячно выплачиваемая премия в размере 50 % от оклада.

Среднедневная тарифная заработная плата (ЗП<sub>дн-т</sub>):

$$ЗП_{дн} = \frac{МО}{F_{д}}, \quad (3.8)$$

где МО – величина месячного оклада работника, руб.:

$F_{д}$  – количество в среднем рабочих дней равно:

– при пятидневной рабочей неделе:  $F_{д} = \frac{248}{12} = 20,6$  дн;

– при шестидневной рабочей неделе:  $F_{д} = \frac{300}{12} = 25$  дн;

Определим интегральный коэффициент:

– для пятидневной рабочей недели:  $K_{и} = 1,1 * 1,113 * 1,3 = 1,62$ ;

– для шестидневной рабочей недели:  $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$ .

Таблица – 16 Затраты на заработную плату

Исполнители	Зок, руб.	$k_p$	Зм, Руб	Здн, руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, руб.
НР	35 111,50 Р	1,3	45 644,95 Р	1 984,56 Р	8,8	17 464,15 Р
И	22 695,00 Р	1,3	29 503,50 Р	1 282,76 Р	41,54	53 285,89 Р
Итого						70 750,04 Р

Научный руководитель имеет должность доцента и степень кандидата технических наук, оклад на конец 2019 года составлял 35111,5 руб.

Исполнитель имеет должность инженера, оклад инженера оклад на конец 2019 года составлял 22695,68 руб.

### 3.6.3 Расчет затрат на единый социальный налог

Отчисления на единый социальный налог (ЕСН) – это обязательные отчисления по установленным законодательствам Республики Узбекистан нормам органов государственного фонда социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и федерального фонда обязательного медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина на единый социальный налог определяется исходя из следующей формулы:

$$C_{\text{соц.}} = k_{\text{соц.}} \cdot C_{\text{зп.}}, \quad (3.9)$$

где  $k_{\text{соц.}}$  – коэффициент отчислений на уплату ЕСН, который составляет 30 % от полной заработной платы, таблица 17.

Таблица – 17 Отчисления ЕСН

Затраты на заработную плату	70 750,04 Р
Коэффициент отчислений ЕСН	30 %
Итого:	21 225,01 Р

### 3.6.4 Расчет затрат на электроэнергию

В данной статье расходов ведётся расчет на затраты по расходу электроэнергии, которая была потрачена в ходе выполнения работ по проекту. Расчет ведётся по следующей формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об.}} \cdot t_{\text{об.}} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (3.10)$$

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

$Ц_{\text{э}}$  – тариф на 1 кВт·час (тариф для предприятий 6,59 руб./кВт·час (с НДС));

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

Время работы оборудования определим по следующей формуле:

$$t_{\text{об.}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t, \quad (3.11)$$

где  $T_{\text{рд}}$  – берем из таблицы 13 для инженера ( $T_{\text{рд}} = 41,5$ ) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов, получим  $T_{\text{рд}} = 333\text{ч.}$ ;

$K_t \leq 1$  – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к  $T_{\text{рд}}$ , возьмем равным 0,8.

Сведем данные в таблицу 18

Таблица – 18 Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$ , час	Потребляемая мощность РОБ, кВт	Затраты ЭОБ, руб.
Персональный компьютер	265,9	0,8	1 401,59 Р
Струйный принтер	8	0,1	42,18 Р
Итого:			1 443,77 Р

### 3.6.5 Расчет амортизационных расходов

В данной статье ведётся расчёт амортизации используемого оборудования в ходе выполнения работ. Расчёт определяется по следующей формуле:

$$C_{AM} = \frac{H_A \cdot Ц_{OB} \cdot t_{pф} \cdot n}{F_D}, \quad (3.12)$$

где  $H_A$  – годовая норма на амортизацию единицы оборудования.  
Учитывая значение сроков амортизации (полезного использования) для ПК 2 ÷ 3 года, примем  $CA = 2,5$  года и определим величину  $H_A$  как величину обратную  $CA$ , для ПК  $1/2,5 = 0,4$

$Ц_{OB}$  – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

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

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

$n$  – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Для ПК можно принять 248 рабочих дней при пятидневной рабочей неделе, в итоге  $F_D = 248 * 8 = 1984$  часа.

Рассчитаем расходы на амортизационные затраты для ПК стоимостью 114 047,77 руб., время использования 464 часов:

$$C_{AM\_ПК} = \frac{0,4 \cdot 114047,77 \cdot 464 \cdot 1}{1984} = 10\,668,98 \text{ руб.}$$

В итоге начислено амортизации: 10 668,98 руб.

### 3.6.6 Расчет прочих расходов

В данной статье отражены прочие расходы на выполнение проекта, которые не были учтены в предыдущих статьях. Величина прочих расходов определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{проч.}} = (\text{сумма статей } 1 \div 6) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (3.13)$$

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

Величину коэффициента прочих расходов примем в размере 10 %.

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

$C_{\text{проч.}} = (1664667,34 + 73792,30 + 22137,69 + 1443,77 + 10668,98) \cdot 0,1 = 177271,01$  руб.

### 3.6.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

В данной статье показана рассчитанная величина расходов, которая представляет собой основные показатели для формирования бюджета проекта.

При формировании договора с заказчиком на разработку проекта, рассчитанная в данной статье величина расходов, устанавливается организацией в качестве нижнего предела затрат.

В таблице 19 приведена смета на разработку проекта.

Таблица – 19 Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и спец.оборудование	Смат	1 664 667,34 Р
Основная заработная плата	Сзп	70 750,04 Р
Отчисления в социальные фонды	Ссоц	21 225,01 Р
Расходы на электроэнергию	Сэл.	1 443,77 Р
Амортизационные отчисления	Сам	10 668,98 Р
Прочие расходы	Спроч	176 875,51 Р
Итого:		1 945 630,66 Р

Прибыль от реализации данного проекта с учётом конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами.

Но поскольку мы не располагаем данными для применения «сложных» методов, в этом случае примем прибыль в размере от 5 до 20 % от полной себестоимости проекта. В итоге получим следующее 389 126,13 руб.

НДС составляет 20 % от суммы расходов на разработку и прибыль. В нашем случае это  $(1\ 945\ 630,66 + 389\ 126,13) * 0,2 = 466\ 951,36$  руб.

Цена разработки НИР равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$\text{ЦНИР} = 1\,945\,630,66 + 389\,126,13 + 466\,951,36 = 2\,801\,708,15 \text{ руб.}$$

### 3.6.8 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (3.14)$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.  $\Phi_{\text{max}}$  зависит от сложности проекта, который разрабатывается для компании заказчика. На сложность проекта влияет огромное количество факторов, поэтому достаточно оценить величину  $\Phi_{\text{max}}$  невозможно. Примем, что стоимость выполнения проекта автоматизации НТС в компании ОАО «Востокгазпром» равняется 2 млн. руб., в компании ООО «Газпром» – 2,2 млн. руб., а у инженера с руководителем – 1,9 млн. руб.

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 20.

Таблица – 20 Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	$\Phi_{\text{max}}$	И НР	Востокгазпром	Газпром
И НР	1,9	0,86	0,91	1
ОАО «Востокгазпром»	2			
ООО «Газпром»	2,2			

Сравнительный анализ характеристик вариантов исполнения проекта представлена в таблице 21.

Таблица – 21 Сравнительный анализ характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Объект исследования			
	Весовой коэфф. параметра	И НР	Востокгазпром	Газпром
Способствует росту производительности труда	0,3	5	5	5
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	5	4	5
Помехоустойчивость	0,05	4	5	4
Энергосбережение	0,05	5	5	5
Надежность	0,15	4	4	4
Материалоемкость	0,15	4	5	4
Итого	1			

Значения интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в таблице 22.

Таблица – 22 Значения интегрального показателя ресурсоэффективности

И НР	Востокгазпром	Газпром
4,65	4,55	4,65

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

$$I_{исп i} = \frac{I_{p-исп i}}{I_{фин i}} \quad (3.15)$$

Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки представлены в таблице 23.

Таблица – 23 Значения интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки

И НР	Восток-Газпром	Газпром
5,38	5,01	4,65

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp.i} = \frac{I_{исп\ i}}{I_{исп\ И\ НР}} \quad (3.16)$$

В таблице 24 представлена сравнительная эффективность разработки.

Таблица – 24 Сравнительная эффективность разработки

Показатели	И НР	Восток-Газпром	Газпром
Интегральный финансовый показатель разработки	0,86	0,91	1,00
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,55	4,65
Интегральный показатель эффективности	5,38	5,01	4,65
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,00	0,93	0,86

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о том, что разработанный проект автоматизации низкотемпературной сепарации газа достаточно эффективен среди таких крупных компаний, как ОАО «Востокгазпром» и ООО «Газпром». По финансовому показателю проект выигрывает у своих конкурентов, но по показателю ресурсоэффективности немного отстает. При дальнейшей модернизации проекта данный недостаток пропадет.

### 3.6.9 Оценка экономической эффективности проекта

Автоматизация системы управления низкотемпературной сепарации газа на УКПГ относится к числу наиболее эффективных проектов, так как позволяет улучшить такие технические аспекты объекта управления как:

- производительность;
- удобство эксплуатации;
- помехоустойчивость;
- надежность;



– безопасность.

По мимо вышеперечисленного экономический эффект автоматизации системы управления низкотемпературной сепарации проявляется за счет снижения расходов на техническое обслуживание, эксплуатацию и содержание оборудования. Автоматизация системы управления низкотемпературной сепарации не требует расходов на замену основного технологического оборудования, но при этом повышается производительность, точность и безопасность всех протекающих технологических процессов.

Внедрение автоматизированной системы управления снижается объем трудозатрат за счет сокращения доли рабочих, занятых в различных сферах производства.

Автоматизация системы управления низкотемпературной сепарации газа на УКПГ повысит надежность и безопасность производства, а это в свою очередь положительно скажется на экономической составляющей, поскольку не запланированные ремонты и нештатные ситуации зачастую приводят к существенным материальным расходам. Однако количественная оценка ожидаемого экономического эффекта не может быть сделана в рамках данной работы ввиду отсутствия необходимых данных об условиях и масштабах применения данной разработки.

## **4. Социальная ответственность**

В представленной ВКР рассматривается разработка проекта автоматизированной системы управления технологическим процессом низкотемпературной сепарации газа на УКПГ. В разделе представлены вредные и опасные факторы, влияющие на работников. Безопасность жизнедеятельности — это система, которая состоит из законодательных актов и соответствующих технических, социально-экономических, гигиенических, и организационных мероприятий, гарантирующих безопасность человека на рабочем месте. Трудовая деятельность человека связана с воздействием на него вредных и опасных факторов. Условия труда — это совокупность вредных и опасных факторов производственной среды, оказывающих негативное влияние на здоровье человека.

Автоматизация производств приводит к тому, что участие человека в протекании технологических процессов сводится к наблюдению за работой оборудования, контролю технологических параметров и ремонту оборудования. В данном разделе были проанализированы условия рабочих участков, УКПГ, на предмет присутствия опасных и вредных факторов.

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

#### **4.1.1 Режим рабочего времени**

Трудовые отношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом Российской Федерации.

График работы персонала должен соответствовать трудовому законодательству, нормативным актам, нормам трудового права, коллективному договору. На некоторых производствах, на пример на УКПГ, установлен режим работы в смену.

Для составления рабочего графика, работодатель должен руководствоваться установленному порядку в соответствии со статьей 372 настоящего Кодекса (в ред. Федерального закона от 30.06.2006 N 90-ФЗ) для принятия локальных нормативных актов.

#### **4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место работника должно быть организовано в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». Данный ГОСТ предусматривает следующее:

- Рабочее место для работ сидя необходимо организовать при легкой работе, когда нет необходимости в передвижении работающего или при работе средней тяжести, когда этого необходимо для технологического процесса. Категории работ - по ГОСТ 12.1.005-88;
- Конструкция рабочего места и расположение его элементов, должны быть в соответствии с антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;
- С учетом характера выполняемой работы должна быть возможность изменения положения кресла в горизонтальной плоскости с возможностью зафиксироваться в нужном положении;
- Кресло работника с учетом характера выполняемой работы должно иметь вращение на 180-360° вокруг вертикальной оси опорной конструкции кресла с возможностью зафиксироваться в нужном положении.

#### **4.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов**

Проведем анализ вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникнуть, при разработке и эксплуатации

автоматизируемой установки предварительной подготовки газа. В таблице 1, представлены возможные опасные и вредные факторы.

Таблица – 25 Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Изготовление	Эксплуатация	
1.Превышение уровня вибрации	+	+	<b>Вибрация</b> – ГОСТ 31192.2-2005 <b>Шумы</b> – СП 51.13330.2011 <b>Электромагнитное излучение</b> – СанПиН 2.2.4.3359-16 <b>Электробезопасность</b> – ГОСТ Р 12.1.019-2009 <b>Пожарная безопасность</b> – СНиП 2.11.03- 93 <b>Взрывобезопасность</b> – ГОСТ 12.1.010-76
2.Превышение уровня шума	+	+	
3.Повышенное значение электромагнитного излучения	+	+	
4.Электроопасность	+	+	

### 4.3 Анализ вредных производственных факторов

#### 4.3.1 Повышенный уровень шума

Шум один из вредных производственных факторов оказывающий негативное влияние на работника. При длительном воздействии шум может привести к глухоте и другим негативным последствиям.

Работник, находящийся в условиях длительного воздействия шума, может испытывать боли в ушах, частые головные боли, мигрень и головокружение.

Шум способен оказать воздействие на зрительное восприятие человека, снижение зрительной реакции, ухудшение восприятия цвета,

ухудшение координации движений, нарушение восприятие визуальной информации это снижает производительность труда работника на 5-12%.

Длительное воздействие шума на организм человека, с уровнем звукового давления более 90дБ, способно снизить производительность труда на 30%-60%. Максимально допустимый уровень шума согласно СанПиН 1.2.3685-21 для работ категории 1а составляет не более 80дБА. Допустимые нормы, предъявляемые к уровню шума описаны в СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".

В проектируемой АС наиболее сильными источниками шума являются работа технологического оборудования, клапанов и задвижек, создаваемые ими шумы, не превышают предельно допустимые значения в 80дБА. При работе в блоке подготовки газа спец средство не требуется.

Для снижения негативного влияния шума необходимо использование бесшумной техники, продуманная планировка производственного помещения, препятствующая распространению шума, использование средств, снижающих уровень шума на пути его распространения, использование средств индивидуальной защиты. Одним из простейших способов облегчения работ в условиях повышенного уровня шума, это организация перерывов в работе.

#### **4.3.2 Повышенный уровень вибрации**

Вибрация — это механические колебания машин и механизмов, которые характеризуются такими параметрами, как частота, амплитуда, колебательная скорость, колебательное ускорение. Вибрацию порождают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе машин.

ГОСТ 31192.2-2005. «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека» регламентирует параметры вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием.

Влияние на человека имеет негативные последствия, так как способно вызывать изменения физиологического и функционального состояния организма человека.

Симптомы негативного влияния проявляются в ухудшение координации движений, ослабление реакции, повышении утомляемости, нарушение работы вестибулярного аппарата, нарушение работы нервной, сердечно-сосудистой системы.

В проектируемой АС наиболее явными источниками вибрации это работающие электроприводы и другие вращающиеся машины, и механизмы, а также трубопроводы и сепараторы.

Основными методами борьбы с вибрацией являются снижение вибрации в источнике возникновения, совершенствование конструкции, использование виброизоляции, установка глушителей вибрации, экранов, виброизоляторов, статическая и динамическая балансировка вращающихся частей машин, вибродемпфирование, заранее продуманное размещение работающего оборудования и цехов.

Создаваемая вибрация от вышеописанного оборудования не превышает предельно допустимые значения. При работе в блоке подготовки газа спец средства для защиты от вибрации не требуется.

#### **4.3.3 Воздействие вредных веществ на организм человека**

В ходе работы УКПГ с целью контроля качества продукции производится отбор проб газожидкостной смеси, природного газа и газового конденсата. данные вещества являются токсичными и могут оказывать негативное влияние на организм человека.

В соответствии с ГОСТ 12.1.007–76 природные углеводороды, газ и газовый конденсат классифицируются как опасные вещества четвертого класса. С целью недопущения превышения допустимых значений концентрации вредных веществ в воздухе при проектировании производственных зданий, технологических процессов обязательно соблюдение санитарных нормативов.

При отборе проб необходимо соблюдать меры безопасности, приступать к работе в соответствующей спецодежде, находиться с наветренной стороны для того, чтобы пары вредных веществ ветром относило в сторону, запрещается заглядывать в замерный люк или низко наклоняться к горловине во избежание отравления парами и газами, пользоваться фильтрующими противогазами, отбор проб под давлением производить через тройник.

Для данных малоопасных вредных веществ предъявляются требования ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – более 10 мг/м, Средняя смертельная доза при введении в желудок – более 5000 мг/кг, Средняя смертельная доза при нанесении на кожу – более 2500 мг/кг, Средняя смертельная концентрация в воздухе – более 50000 мг/куб;

При проба отборе используют средства защиты, спецобувь, спецодежда, фильтрующий противогаз, перчатки, защитные очки.

#### **4.3.4 Загазованность**

Нарушение герметичности оборудования, регулярное взятие проб природного газа и газового конденсата все это может привести к возникновению загазованности рабочей среды.

Нижний концентрационный предел распространения (НКПР) — это минимальное содержание горючего газа в воздухе. Для природного газа НКПР составляет 4,4% от объемной концентрации в воздухе, для

технологического помещения установлены минимальная – 0% от значения НКПР, максимальная – 50% от значения НКПР. При достижении загазованности более 15% от значения НКПР должна сработать предупреждающая сигнализация.

Отслеживание загазованности в помещениях производится системами контроля загазованности. Предусматривается система вентиляции, которая автоматически включается при достижении предельных значений. Индивидуальные средства защиты респираторы, противогазы.

## **4.4 Анализ опасных производственных факторов**

### **4.4.1 Электробезопасность**

При разработке кабельной проводки в качестве основного кабеля был выбран кабель МКЭШ, (М – Монтажный, К – Кабель, Э – Экран, Ш - шланг из ПВХ). Кабель МКЭШ соответствуют ГОСТу 22483.

При прокладке кабелей необходимо обязательное соблюдение требования главы 2.3. «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ и дополнительные правила разделения цепей.

Электрические приборы и электродвигатели являются источниками опасности поражения электрическим током. При соприкосновении с токоведущими частями возможно поражение электрическим током, в связи с этим рабочие места должны быть оборудованы защитным заземлением. Подача электрического тока осуществляется от отдельного независимого источника питания. Необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль. Должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Все датчики, исполнительные механизмы должны работать от источников питания с низким напряжением 24 В, так как вероятность



поражения электрическим током при таком напряжении мала, то дополнительных средств защиты не требуется.

#### **4.4.2 Пожаробезопасность**

Пожарная безопасность — это условия, при котором исключается возможность возникновения пожара. В случае возникновения пожара выполняются мероприятия для защиты людей, материальных ценностей и окружающей среды.

В соответствии с требованиями пожаробезопасности необходимо обеспечение и контроль предотвращения утечки природного газа, контроль противоаварийной защиты, организационные мероприятия по подготовке персонала, к предупреждению, локализации и ликвидации, пожаров и возгораний.

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

Мероприятия по пожарной профилактике подразделяются на организационные и технические.

Организационные мероприятия — создание и доведения до работников инструкций, вывешивание плакатов и плана эвакуации, инструктаж по противопожарной безопасности работников предприятия.

К техническим мероприятиям относятся:

Соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Предусмотреть меры по обеспечению тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию, отключение электричества, наличие пожарных щитов

и ящиков с песком, наличие гидрантов с пожарными рукавами, огнетушители.

К причинам возникновения пожара относятся несоблюдение правил пожарной безопасности, короткое замыкание в электрических цепях, утечка газа, негерметичное соединение.

В ходе разработки данного проекта значительного негативного влияния на пожарную безопасность оказано не было. В следствии чего дополнительных средств защиты не требуется.

#### **4.4.3 Температура поверхности оборудования**

Работа оператора сводится к контролю технологического процесса, в связи с этим работник большее количество времени проводит за компьютером. В результате этого на него оказывается воздействие электромагнитного излучения. При длительном воздействии это может повлиять на работоспособность внутренних систем организма человека сердечно-сосудистая, нервная и эндокринная система, возможно ухудшение органов зрения, возможно развитие раковых заболеваний.

В соответствии с СанПиН 2.1.8/2.2.4.2490-09, существуют допустимые уровни магнитного излучения и длительность пребывания в условиях работы с электромагнитными полями. В таблице 26 приведены временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ.

Таблица – 26 Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

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

Для уменьшения негативного воздействия необходимо использовать экранированные кабели, соблюдать допустимое расстояние от монитора, применять защитные экранные фильтры, и другие средства защиты.

#### **4.5 Экологическая безопасность**

##### **4.5.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

Работа УКПГ негативно влияет на окружающую среду. Величина влияния классифицируется как прямое и постоянно действующее влияние. Негативные выбросы в атмосферу имеют предельно допустимые значения, которые определяются методикой по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу.

В результате испарения газожидкостной смеси выделяются низкомолекулярные углеводороды с попутными примесями, которые плохо поддаются разложению. В связи с этим на УКПГ проводятся мероприятия, способствующие уменьшению испарения газоконденсатов, герметизация емкости сбора газоконденсата и откачивание по графику. Установка фильтров на дыхательные клапаны сепараторов, резервуаров, и отстойников.

Описанный в данной работе этап производства не имеет факторов, влияющий на литосферу, потому как отсутствуют твердые отходы.

Селитебные зоны не подвержены воздействиям так как удаленность производственного объекта от жилых зон, в соответствии с правилами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-003 не менее 1 км.

##### **4.5.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды**

Горение факела связано с большими выбросами в атмосферу. В соответствии с постановлением правительства РФ №1148 от 8 ноября 2012 г., 95% попутного газа необходимо использовать рационально,

сжигать на факелах не более 5%, в случае неисполнения применяются меры в виде обложения, штрафами.

Технологический процесс предполагает использование большого количества воды.

Утилизация отработанной воды в открытые водоемы без её предварительной и тщательной очистки неизбежно приведет к загрязнению окружающей среды. Для предотвращения негативных влияний на окружающую среду промышленные стоки отработанной воды поступают в дренажные емкости, откуда далее утилизируются без вреда для окружающей среды.

## **4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **4.6.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований**

Перечень возможных ЧС на объекте исследования может быть достаточно широк. Ограничиваясь местоположением объекта и условиями его эксплуатации, горючие природные газы относятся к группе веществ, образующих с воздухом взрывоопасные смеси. Концентрационные пределы распространения пламени для метана в смеси с воздухом составляют: нижний концентрационный предел распространения пламени – 4,4 %, верхний концентрационный предел распространения пламени – 17 % по [45]. По вероятности образования взрывоопасной концентрации паров нефти в смеси с воздухом сооружения станции относятся:

- здание узла учета газа к классу В–1 А;
- электротехническое оборудование станции (электроприводы, пусковая аппаратура, светильники и т.д.) имеют взрывозащищенное исполнение.

В лаборатории газ находится в небольших количествах, однако вероятность воспламенения и даже взрыва сохраняется.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Оперативная часть плана ликвидации возможных аварий предусматривает способы оповещения об аварии, выхода людей из опасных зон, включение систем пожаротушения. В соответствии с требованиями пожарной безопасности и охраны труда, проводится инструктаж и проверка знаний техники безопасности на рабочем месте. На производственной установке имеются первичные и стационарные средства пожаротушения, пожарная сигнализация. Согласно технологическому регламенту предусматриваются первичные средства пожаротушения (огнетушители – пенные ОХП10, корюшковые ОПУ-10, ОПС-10г, углекислотные ОУ-5, ОУ-8; кошмы, ящики с песком, лопаты и т.д.), стационарная система пенотушения открытой насосной, водяная оросительная система колонных аппаратов, лафетные стволы на лафетных вышках, пожарные краны в помещении компрессорной.

#### **4.7 Вывод по разделу**

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

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

## **Заключение**

В ходе проведения разработки и проектирования АС данной ВКР, были разработаны и представлены на рассмотрение, технические средства и решения для реализации АС блока подготовки газа, на УКПГ. В результате подобрано современное оборудования, которое имеет хороший срок службы и необходимую точность измерения, а именно полевые датчики от компании Siemens AG и Honeywell, модульный контроллер серии SIMATIC S7-1500, компактный CPU 1512C-1 PN, производства Siemens AG. Для корректной работы разработанного проекта используется современная SCADA-система Simatic WinCC.

Во время разработки проекта рассмотрен технологический процесс установки комплексной подготовки газа по методу низкотемпературной сепарации.

В ходе выполнения данной работы разработаны функциональная и структурная схемы автоматизации эжектора, с помощью которых подобрано правильное оборудования. Была построена схема внешних проводок, которая позволяет четко разобраться в системе передачи сигналов оператору АСУ на щит КИПиА, который в случае обнаружения неисправности работы системы, сможет их устранить. Была разработана мнемосхема и дерево экранных форм.

В результате выполнения данной работы была спроектирована АС, полностью удовлетворяющая требованиям к системе автоматизации, имеет высокую гибкость, позволяющую улучшать данную, АС в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями. Реализация данной системы позволит повысить уровень информированности персонала и достоверности данных о состоянии технологического оборудования, улучшить качество ведения технологического режима что в свою очередь обеспечит улучшение качество выпускаемой продукции и обеспечит безопасность оборудования и обслуживающего персонала.



## Список используемых источников

1. Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009.
2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. / А. С. Ключев, Б. В. Глазов, А. Х. Дубровский [и др.]; 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. Каталог продукции компании Siemens. Контроллеры. [Электронный ресурс]. URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10268308?tree=CatalogTree> , свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.04.2021 г.
5. Каталог продукции компании Siemens. Датчики температуры. [Электронный ресурс]. URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=7NG3130-.....> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.04.2021 г.
6. Каталог продукции компании Siemens. Датчики давления. [Электронный ресурс]. URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10364714?tree=CatalogTree> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.04.2021 г.
7. Каталог продукции компании Siemens. Датчики расхода. [Электронный ресурс]. URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10042111?tree=CatalogTree> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 14.04.2021 г.

8. Каталог продукции компании Siemens. Датчики уровня. [Электронный ресурс]. URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10364716?tree=CatalogTree> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 16.04.2021 г.
9. Каталог продукции компании Honeywell. Детекторы газа. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.honeywellanalytics.com/~media/honeywell-analytics/products/sensepoint-xcd/documents/russian/12542\\_sensepoint-xcd\\_ds01077\\_v5\\_0213\\_ru.pdf?la=en](https://www.honeywellanalytics.com/~media/honeywell-analytics/products/sensepoint-xcd/documents/russian/12542_sensepoint-xcd_ds01077_v5_0213_ru.pdf?la=en) свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 18.04.2021 г.
10. Каталог продукции компании AUMA. Электропривод. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.auma.com/ru/produkcija/mnogooborotnye-privody/ehlektroprivod-s-izmenjaemoi-skorostju-auma-seven/> свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 20.04.2021 г.
11. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – М.: Издательство стандартов, 1995.– 44с.
12. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
13. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. – Ленинград, 1983. – 376 с.
14. Попович Н. Г. Автоматизация производственных процессов и установок / Н. Г. Попович, А. В. Ковальчук, Е. П. Красовский. – К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
15. Ибрагимов Г.З. Техника и технология добычи и подготовки нефти, и газа / Г.З. Ибрагимов, В.Н. Артемьев. – М.: МГОУ, 2005. – 243с.

16. ГОСТ 12.0.230–2007 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. 20 с.
17. ГОСТ 25861–83. Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний
18. ГОСТ 12.2.007.0–75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2, 3, 4)
19. ГОСТ 12.2.044–80 ССБТ. Машины и оборудование для транспортирования нефти. Требование безопасности
20. ПБ 03–585–03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов
21. СНиП 21–01–97. Пожарная безопасность зданий и сооружений
22. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. «Опасные и вредные факторы. Классификация».
23. ГОСТ 21.208-2013 «Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».
24. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки».
25. ГОСТ 31192.2-2005 «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека».
26. ГОСТ Р 12.1.038-82. «Электробезопасность».
27. ГОСТ 12.0.003–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
28. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
29. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
30. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

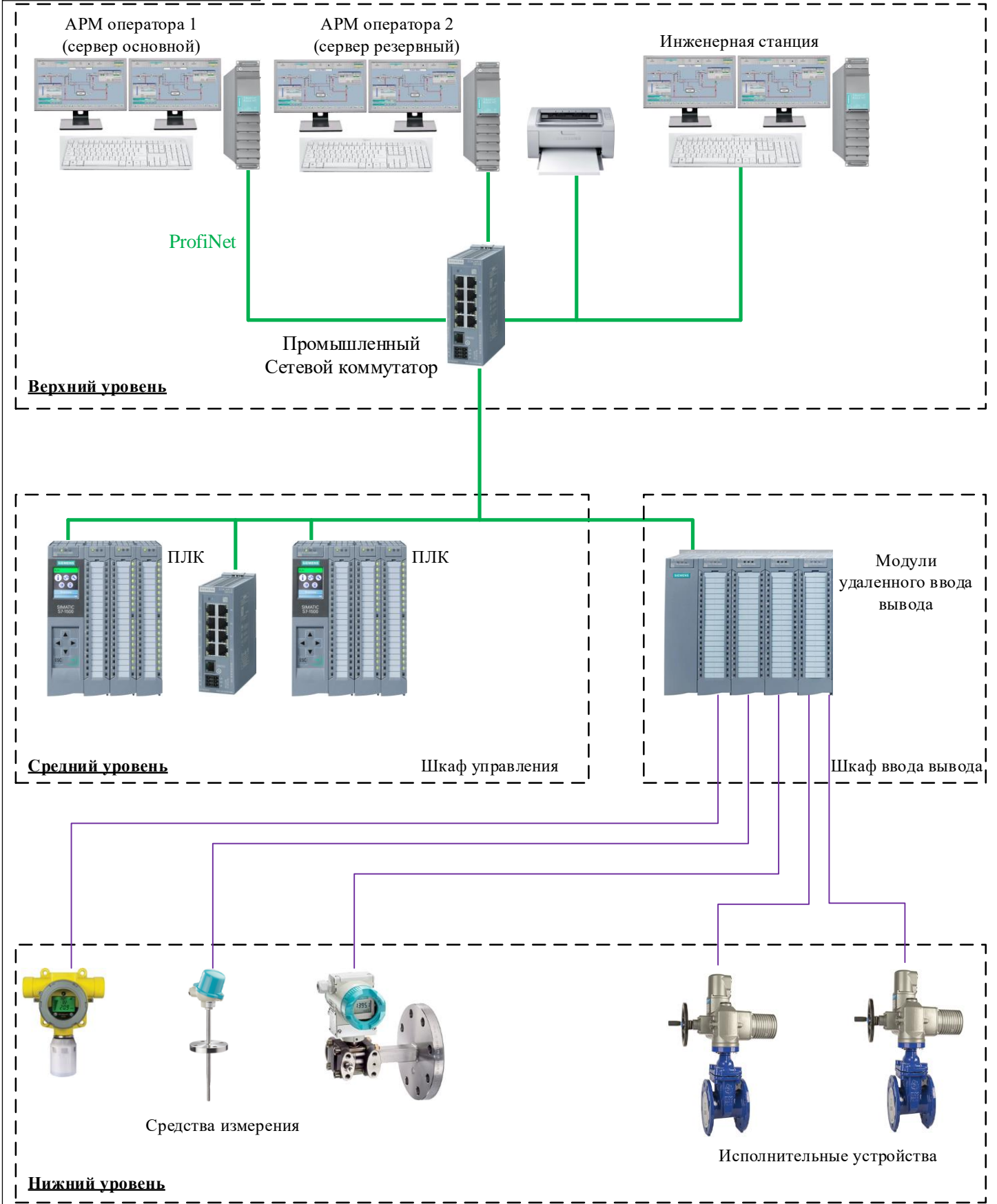
31. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

32. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно–гигиенически требования к воздуху рабочей зоны

33. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

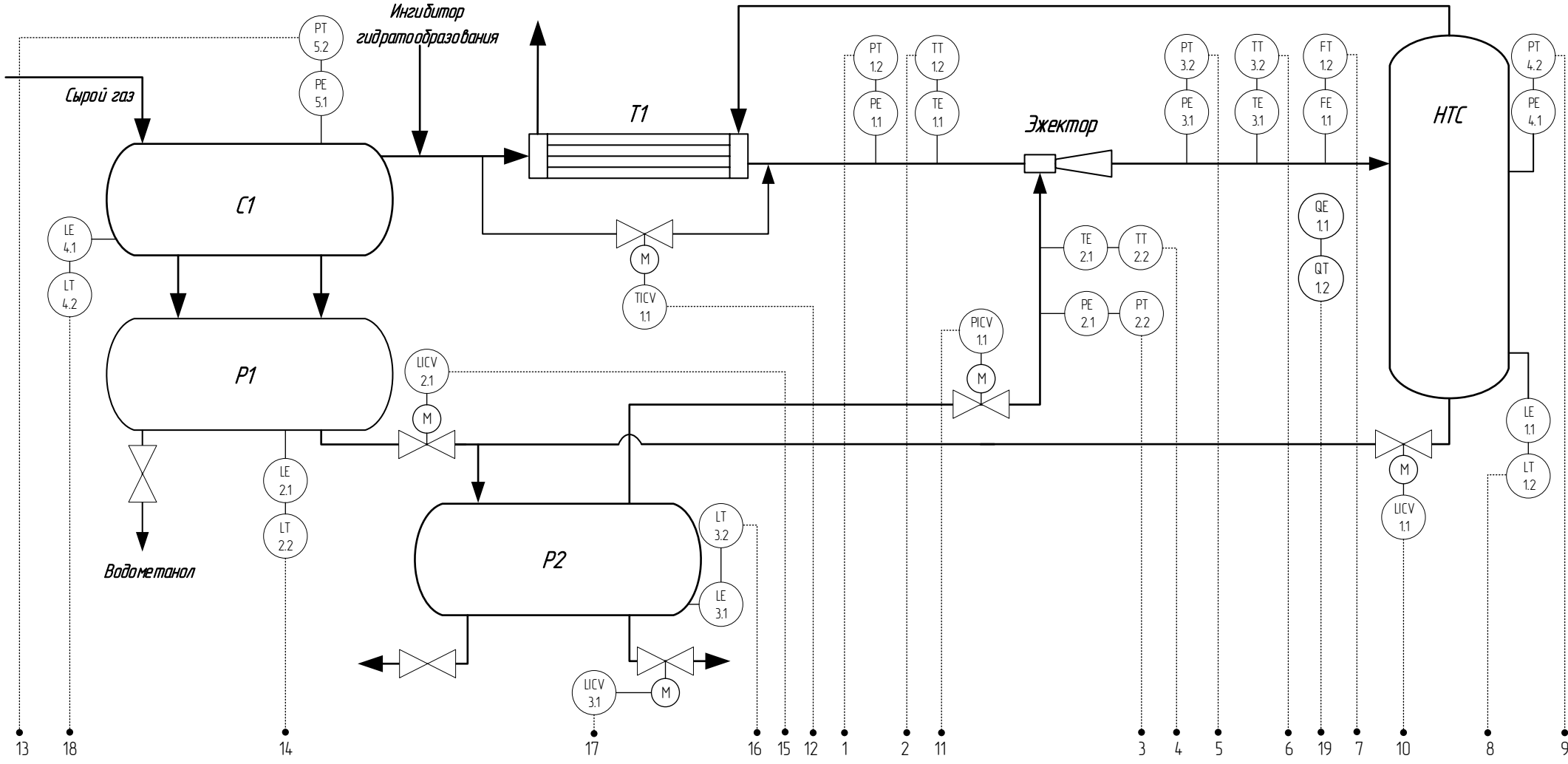
34. ГОСТ 30852.19–2002 (МЭК 60079–20:1996) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования.

## **Приложение А (Обязательное) Структурная схема АС**



						ФЮРА. 425280.001 ЭС 03		
						Структурная схема АС		
Изм	Кол	Лист	док	Подп	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Хамидуллин Р.				У		1
Проверил		Варнин А.В.						
Т. контр.								
Н. контр.						ТГУ ОАР, ИШИТР		
Утвердил						Группа 3-8Т62		

## **Приложение Б (Обязательное) Функциональная схема**



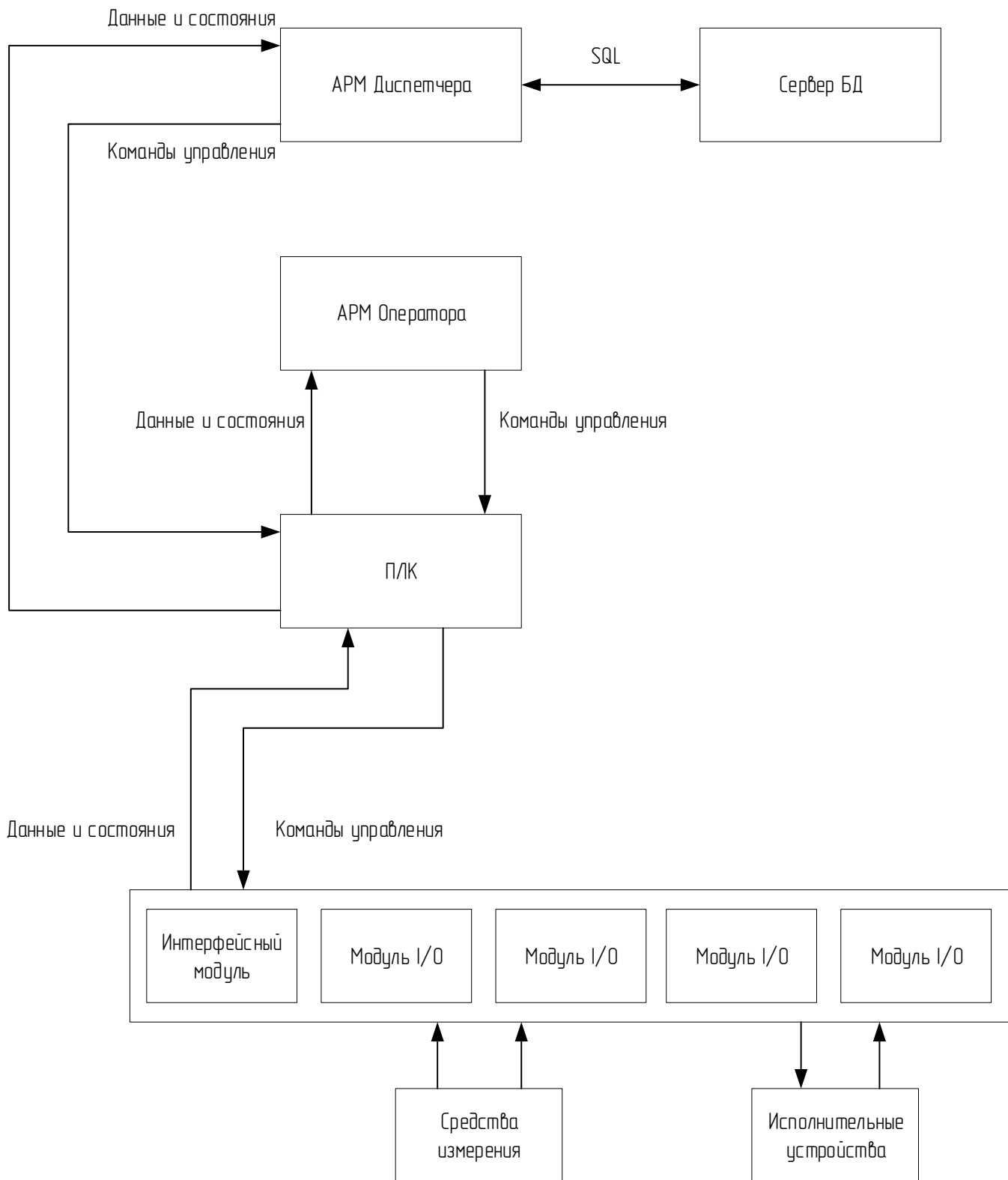
1 МПа    2 °С    3 МПа    11 %    4 °С    5 МПа    6 °С    12 %    7 м³/ч    8 %    10 %    9 МПа    13 МПа    14 %    15 %    16 %    17 %    18 %    19 %

Шкаф	PA 13	TA 13	PA 23	TA 23	PA 33	TA 33	FA 13	LA 13	PA 43	PA 53	LA 23	LA 33	LA 43	QA 13					
Шитовые КИПиА	PIR 14	TIR 14	PIR 24	PICV 12	TIR 24	PIR 34	TIR 34	TICV 12	FIR 14	LIR 14	LICV 12	PIR 44	PIR 54	LIR 24	LICV 22	LIR 34	LICV 32	LIR 44	QIR 14
SCADA мониторинг	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SCADA регистрация	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SCADA управление				●				●							●				

ФЮРА. 425280.001 ЭСО7					
Функциональная схема АС					
Изм.	Кол.	Лист	док.	Подп.	Дата
Разработал	Хамидуллин Р.				
Проверил	Варнин А.В.				
Т. контр.					
Н. контр.					
Утвердил					
Статья	Лист	Листов			
У		1			
ТТУ ОАР, ИШИТР			Группа 3-8162		



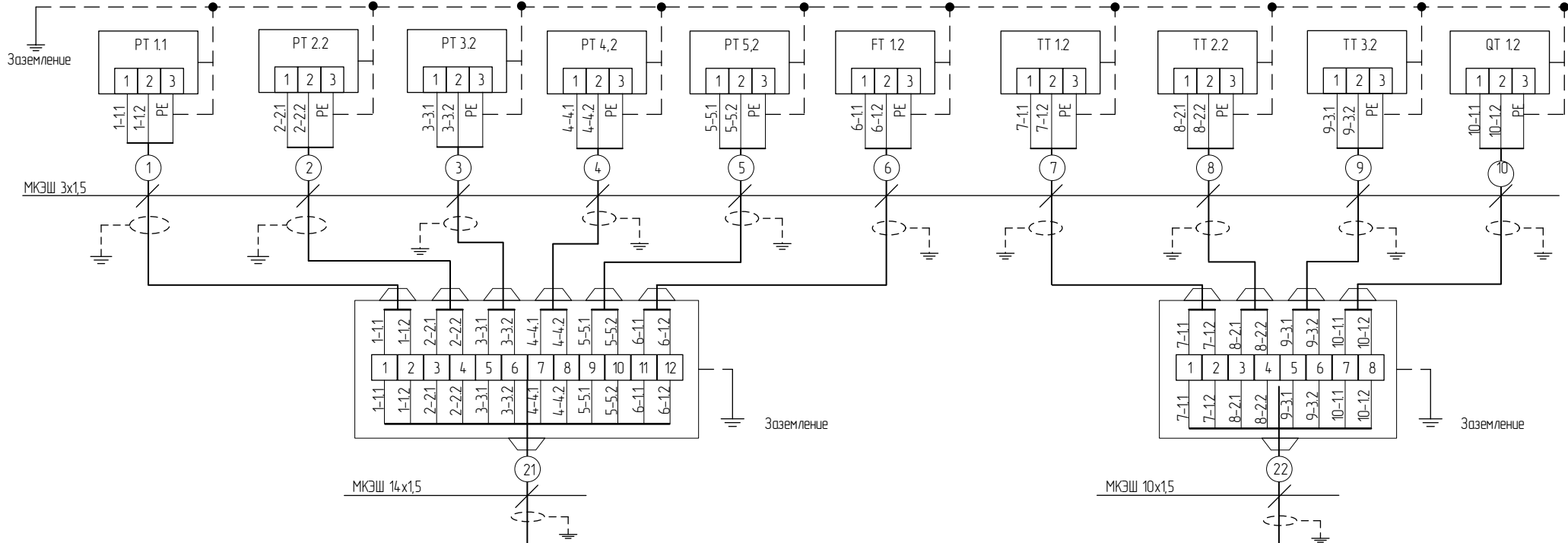
## **Приложение В (Обязательное) Схема информационных потоков**



						ФЮРА. 4.25280.001 ЭС 03		
						Схема информационных потоков АС		
Изм.	Кол	Лист	док	Подп	Дата	Статья	Лист	Листов
Разработал				Хамидуллин Р.		У		1
Проверил				Варнин А.В.				
Т. контр.								
Н. контр.								
Утвердил								
						ТГУ ОАР, ИШИТР Группа 3-8762		

## **Приложение Г (Обязательное) Схема внешней проводки**

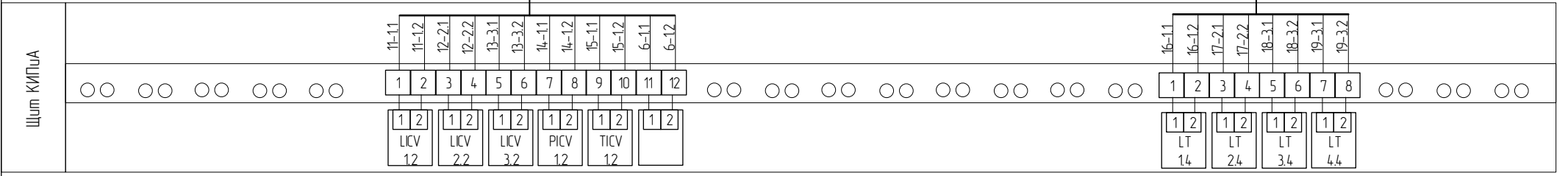
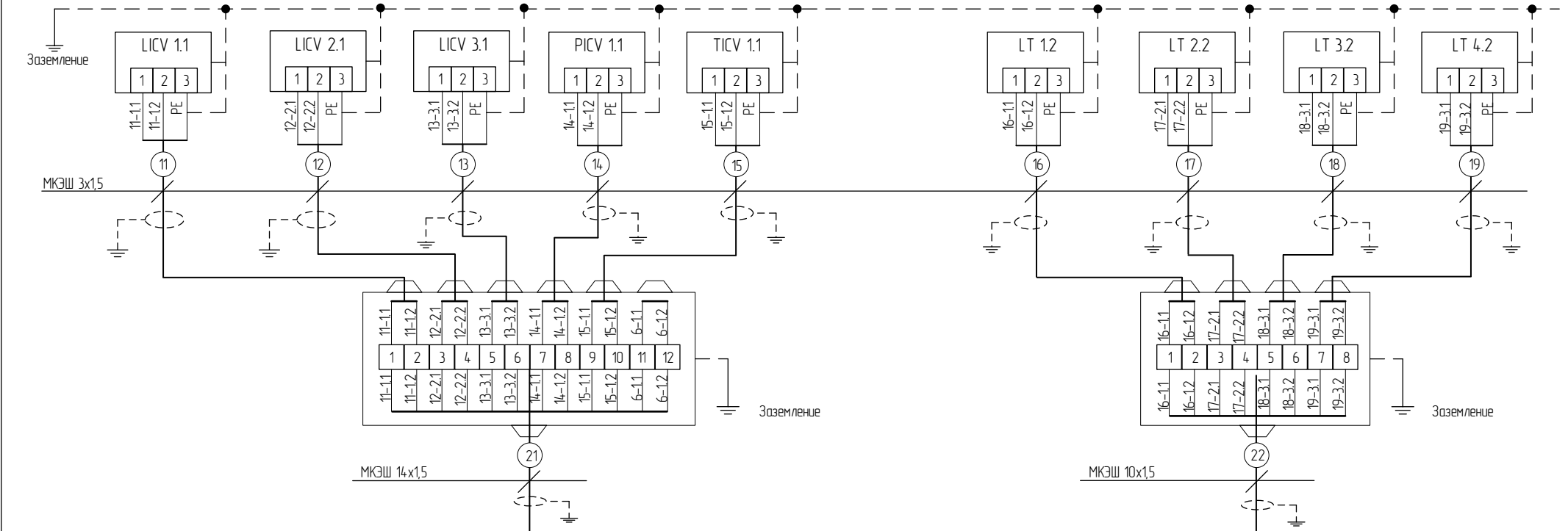
Место отбора	Входной трубопровод	Выходной трубопровод	Примыкающий трубопровод	НТС	С1	Выходной трубопровод	Входной трубопровод	Выходной трубопровод	Примыкающий трубопровод	Помещение БГТ
Наименование параметра	Давление					Расход	Температура			Анализ газа
Тип датчика	Sitrans P DS III	Sitrans P DS III	Sitrans P DS III	Sitrans P DS III	Sitrans P DS III	SITRANS FX300	SITRANS TF	SITRANS TF	SITRANS TF	Sensepoint XCD
Позиция	PT 1.2	PT 2.2	PT 3.2	PT 4.2	PT 5.2	FT 1.2	TT 1.2	TT 2.2	TT 3.2	QT 1.2



Щит КИПиА	1-1.1	1-1.2	2-2.1	2-2.2	3-3.1	3-3.2	4-4.1	4-4.2	5-5.1	5-5.2	6-1.1	6-1.2	7-1.1	7-1.2	8-2.1	8-2.2	9-3.1	9-3.2	10-1.1	10-1.2						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8						
	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2					
		PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	FR	14	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
		14	24	34	44	54	14	24	34	14			14	24	34	14										

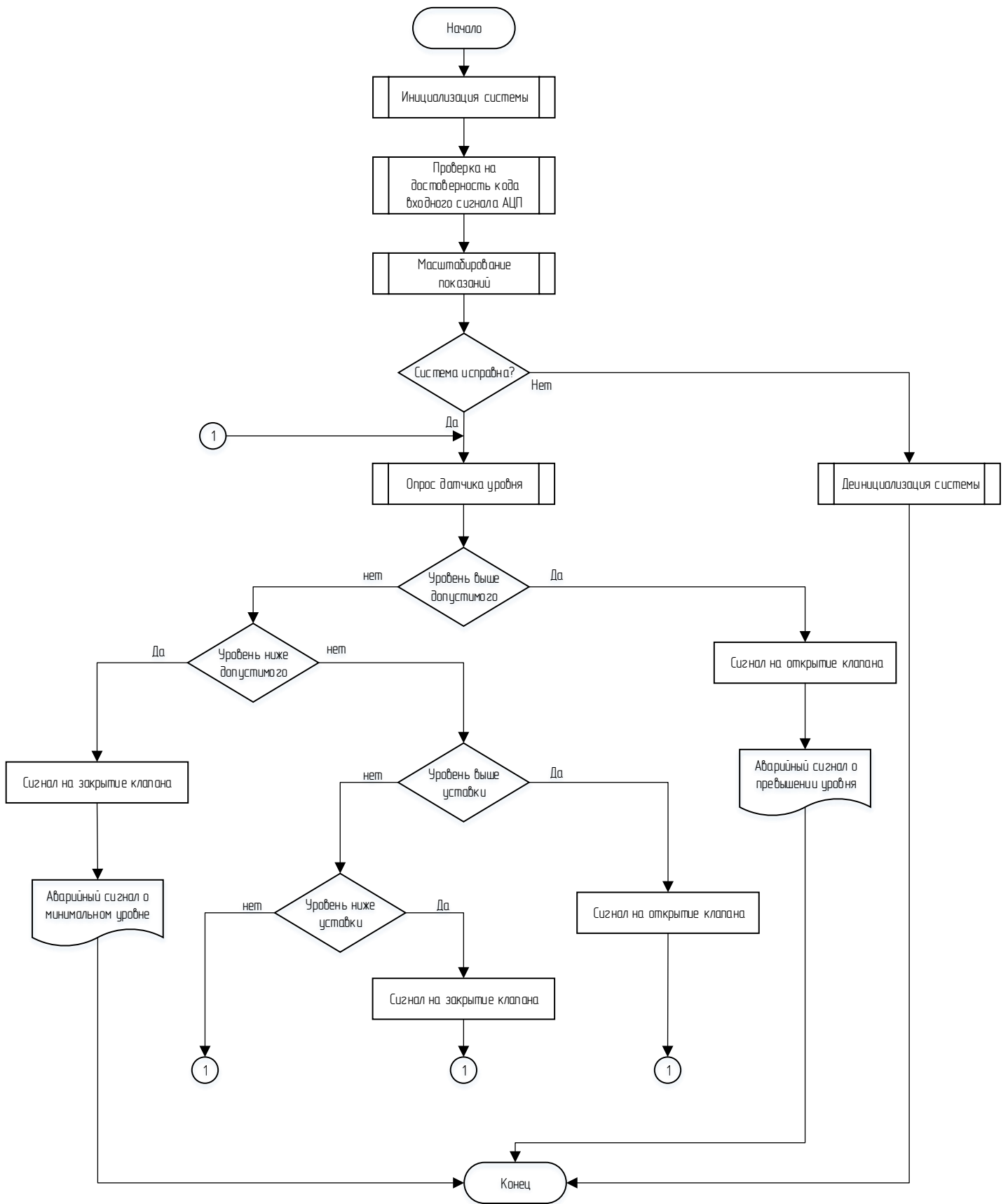
ФЮРА. 425280.001 ЭСО5					
Схема соединения внешних проводов					
Изм	Кол	Лист	док	Подп	Дата
Разработал	Хамидуллин Р.				
Проверил	Воронин А.В.				
Т. контр.					
Н. контр.					
Утвердил					
Статья	Лист	Листов			
У		11	16		
ТГУ ОАР, ИШИПР		Группа 3-8762			

Место отбора	HTC	P1	P2	Примыкающий трубопровод	Байпасная линия		HTC	P1	P2	C1
Наименование параметра	Управление клапаном						Уровень			
Тип датчика	AUMA	AUMA	AUMA	AUMA	AUMA		Sitrans P 500	Sitrans P 500	Sitrans P 500	Sitrans P 500
Позиция	LICV 1.1	LICV 2.1	LICV 3.1	PICV 1.1	TICV 1.1		LT 1.2	LT 2.2	LT 3.2	LT 4.2



ФОРМ. 4.25280.001 ЭС 05					
Схема соединения внешних проводов					
Изм	Кол	Лист	док	Подп	Дата
Разработал		Хамидуллин Р.			
Проверил		Воронин А.В.			
Т. контр.					
Н. контр.					
Утвердил					
			Статья	Лист	Листов
			У		117
			ТГУ ОАР, ИШИПР Группа 3-8762		

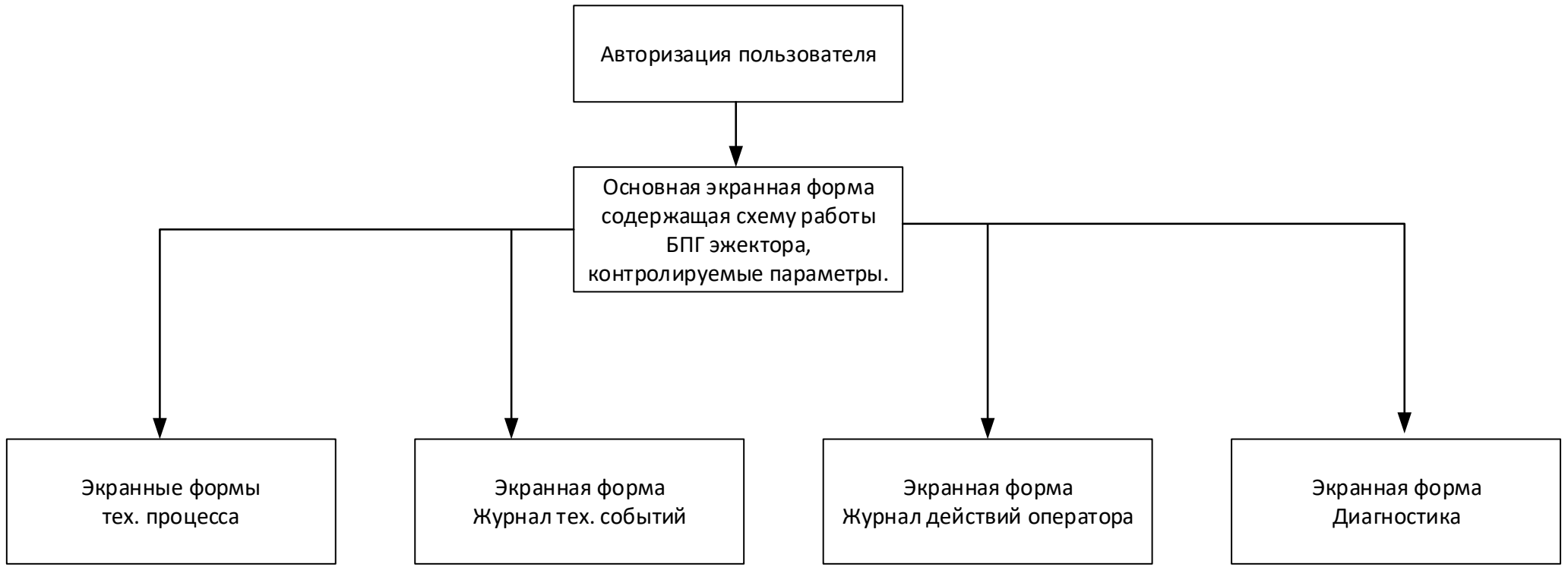
## **Приложение Д (Обязательное) Алгоритм сбора данных**



						ФЮРА. 425280.001 ЭС 07		
						Алгоритм сбора данных измерений		
Изм.	Кол	Лист	док	Подп	Дата	Статья	Лист	Листов
Разработал		Хамидуллин Р.				У		1
Проверил		Варнин А.В.						
Т. контр.								
Н. контр.								
Утвердил								
						ТГУ ОАР, ИШИПР Группа 3-8762		

## Приложение Е (Обязательное) Дерево экранных форм





							ФЮРА. 425280.001 ЭП 09		
							Дерево экранных форм		
Изм.	Кол.	Лист	док.	Подп.	Дата		Стадия	Лист	Листов
Разработал		Хамидуллин Р.					У		1
Проверил		Варныин А.В.							
Т. контр.									
Н. контр.							ТПУ ОАР, ИШИП Группа 3-8Т62		
Утв. вердил									

## Приложение Ж (Обязательное) Основная экранная форма

Основной экран    Журнал событий    Журнал действий    Диагностика    Авторизация

Data 15/05/2021  
Time 15:10:10  
Log On: Operator

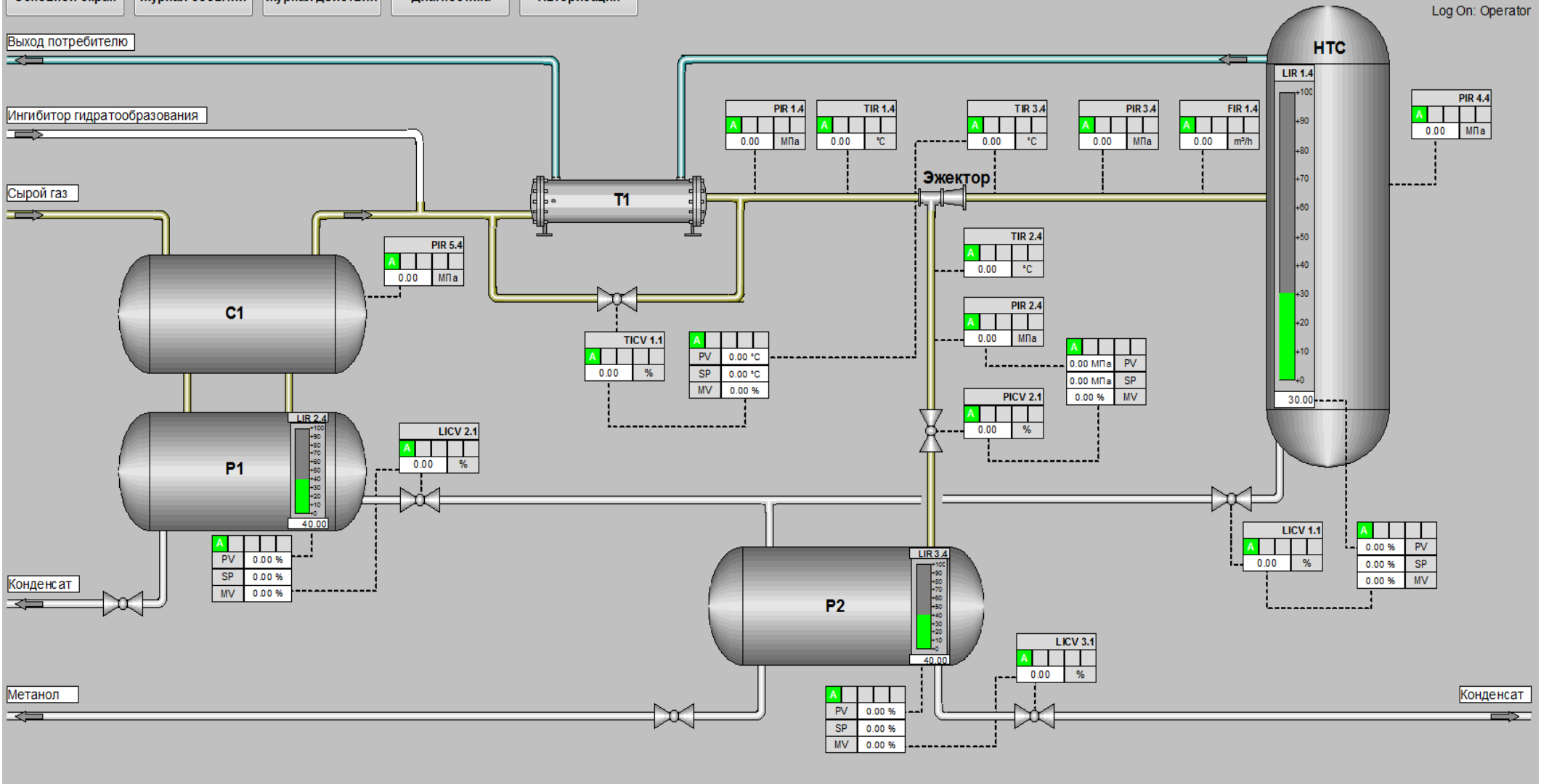
Выход потребителю

Ингибитор гидратообразования

Сырой газ

Конденсат

Метанол



						ФЮРА.425280.001.ЭС 10		
						Мнемосхема блока подготовки газа		
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Статус	Лист
Разработал			Хамидуллин Р.				у	1
Проверил			Воронин АВ					
Т. контр.								
Н. контр.								
Утвердил								
						ТПУ ОАР, ИШИП Группа 3-8Т62		