

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт электронного обучения  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
Кафедра систем управления и мехатроники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы	
<b>Система автоматизированного управления газовым сепаратором</b>	
УДК 622.279.054:66.077:681.586:004.384	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т21	Степанов Андрей Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер АСУ ТП УСГКМ ООО «СН-Газдобыча»	Кривобок Иван Анатольевич			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков Артем Георгиевич	К.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Невский Егор Сергеевич			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Губин Владимир Евгеньевич	К.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт электронного обучения  
 Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой  
 \_\_\_\_\_ Губин В.Е.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3–8Т21	Степанов Андрей Владимирович

Тема работы:

Система автоматизированного управления газовым сепаратором

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Газовый сепаратор установки комплексной подготовки газа предназначен для приема газоконденсатной смеси и отделения(сепарации) газового конденсата и водометанольного раствора от газа при низких температурах.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Описание технологического процесса</li> <li>2 Выбор архитектуры АС</li> <li>3 Разработка структурной схемы АС</li> <li>4 Функциональная схема автоматизации</li> <li>5 Разработка схемы информационных потоков АС</li> <li>6 Выбор средств реализации АС</li> <li>7 Разработка схемы соединения внешних проводов</li> <li>8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС</li> <li>9 Разработка экранных форм АС.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Функциональная схема автоматизации (ГОСТ 21.408–13 и ANSI/ISA–S 5.1–84)</li> <li>2 Схема соединения внешних проводов, выполненная в Visio</li> <li>3 Обобщенная структура управления АС</li> <li>4 Трехуровневая структура АС</li> <li>5 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма</li> <li>6 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер АСУ ТП УСГКМ ООО «СН-Газдобыча»	Кривобок Иван Анатольевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З–8Т21	Степанов Андрей Владимирович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т21	Степанову Андрею Владимировичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение назначения объекта и определение целевого рынка
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Разработка НИР на этапы, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка технико-экономической эффективности проекта

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков Артем Георгиевич	К. и. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т21	Степанов Андрей Владимирович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т21	Степанову Андрею Владимировичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	СУМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	«Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)»

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Газовый сепаратор; Метан, этан, газовый конденсат, метанол; Газо-нефтехимическая отрасль.
--	---

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

<b>1. Производственная безопасность</b>	1.1 Анализ вредных факторов: 1.1.1 Вредные вещества; 1.1.2 Повышенный уровень шума и вибрации; 1.2 Анализ опасных факторов: 1.2.1 Механические опасности; 1.2.2 Термические опасности; 1.2.3 Электрический ток; 1.2.4 Пожаровзрывоопасность.
<b>2. Экологическая безопасность</b>	2.1 Воздействие на атмосферу; 2.2 Воздействие на гидросферу; 2.3 Воздействие на литосферу.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	Перечень возможных ЧС при эксплуатации установки и мер по ликвидации последствий.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

--	--

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Невский Егор Сергеевич			

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т21	Степанов Андрей Владимирович		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного обучения  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
Кафедра систем управления и мехатроники  
Уровень образования – бакалавр  
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
16.05.2017 г.	Основная часть	60
12.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
10.05.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил руководитель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Инженер АСУ ТП УСГКМ ООО «СН-Газдобыча»	Кривобок Иван Анатольевич			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин В.Е.	к.т.н.		

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 100 страниц машинописного текста, 17 таблиц, 14 рисунков, 30 источников литературы, 11 приложений.

Объектом исследования является низкотемпературный сепаратор.

Цель работы заключается в разработке автоматизированной системы установки низкотемпературной сепарации, включающей выбор структуры и архитектуры системы, выбор конкретных средств реализации: датчиков, контроллера и исполнительных механизмов, математическое моделирование и представление в виде экранных форм в SCADA-системе.

В данной работе была разработана автоматизированная система установки низкотемпературной сепарации, выполненная на базе промышленного контроллера MicroLogic. Моделирование части системы осуществлялось в программе MATLAB, а визуализация происходящих процессов стала возможной благодаря SCADA системе InTouch.

В ходе выполнения работы был разработан альбом схем, включающий функциональные схемы автоматизации, перечень входных и выходных сигналов, схему соединения внешних проводок, моделирование САР в MATLAB, дерево экранных форм со SCADA-экранами конкретных объектов, схема трехуровневой архитектуры и схема информационных потоков.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

УСТАНОВКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕПАРАЦИИ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ТРЕХУРОВНЕВАЯ АРХИТЕКТУРА, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ЭЛЕКТРОННЫЕ ДАТЧИКИ, SCADA, ЭКРАННЫЕ ФОРМЫ.

## Глоссарий

Термин	Определение
Автоматизированная система	Автоматизированная система это - комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации
Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)	Интерфейс – это совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой
Видеокадр	Видеокадр – это область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.
Мнемосхема	Мнемосхема – это представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ
Мнемознак (мнемосимвол)	Мнемознак – это представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.
Интерфейс оператора	Интерфейс оператора – это совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой
Профиль АС	Понятие «профиль» определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС. Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM (Open System Environment/Reference Model), предложена в ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000-3-99

Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet)	Протокол – это набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами
Техническое задание на АС (ТЗ)	Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы
Технологический процесс (ТП)	Технологический процесс – последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов)
СУБД	Система управления базами данных это – совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным
Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС
SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных)	Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных
ФЮРА. 425280	ФЮРА это – код организации разработчика проекта (ТПУ); 425280 это – код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85 (в соответствии с шестизначный классификационной характеристикой ОКП этот код означает проектирование распределенного автоматизированного управления технологическим объектом)
ОРС-сервер	ОРС-сервер – это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС

Стандарт	<p>Стандарт – образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними др. подобных объектов.</p> <p>Стандарт в Российской Федерации – документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг</p>
Объект управления	<p>Объект управления – обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления</p>
Программируемый логический контроллер (ПЛК)	<p>Программируемый логический контроллер или программируемый контроллер – специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьезного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени.</p>
Диспетчерский пункт (ДП)	<p>Диспетчерский пункт – центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства</p>
Автоматизированное рабочее место (АРМ)	<p>Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA-системы</p>
ТЕГ	<p>ТЕГ – метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры</p>

Корпоративная информационная система (КИС)	Корпоративная информационная система – это масштабируемая система, предназначенная для комплексной автоматизации всех видов хозяйственной деятельности больших и средних предприятий, в том числе корпораций, состоящих из группы компаний, требующих единого управления.
Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор	Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор – устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.
Modbus	Modbus – это коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер»

## Обозначения и сокращения

Аббревиатура	Краткая характеристика
OSI (Open Systems Interconnection)	Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем
PLC (Programmable Logic Controllers)	Программируемые логические контроллеры (ПЛК).
HMI (Human Machine Interface)	Человеко-машинный интерфейс
OSE/RM (Open System Environment Reference Model)	Базовая модель среды открытых систем
API (Application Program Interface)	Интерфейс прикладных программ
EEI (External Environment Interface)	Интерфейс внешнего окружения
OPC (Object Protocol Control)	OLE для управления процессами
OLE (Object Linking and Embedding)	Протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ
SNMP (Simple Network Management Protocol)	Протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP
ODBC (Open DataBase Connectivity)	Программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных)
ANSI/ISA (American National Standards Institute/Instrument Society of America)	Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей
DIN (Deutsches Institut für Normung)	Немецкий институт по стандартизации
IP (International Protection)	Степень защиты
LAD (Ladder Diagram)	Язык релейной (лестничной) логики
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
АСУП	Автоматизированная система управления предприятием

АРМ	Автоматизированное рабочее место
УНТС	Установка низкотемпературной сепарации
ДП	Диспетчерский пункт
ИБП	Источник бесперебойного питания
КИП	Контрольно измерительный прибор
КП	Контрольный пункт
ГЖС	Газо-жидкостная смесь
ФСА	Функциональная схема автоматизации
АЦП	Аналого-цифровой преобразователь
ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь
ВМР	Водометанольный раствор
УУГ	Узел учета газа

## Оглавление

Введение	19
1 Техническое задание	20
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП	20
1.2 Назначение и состав НТС	20
1.3 Требования к автоматике	21
1.4 Требования к техническому обеспечению	22
1.5 Требования к метрологическому обеспечению	23
1.6 Требования к программному обеспечению	24
1.7 Требования к математическому обеспечению	25
1.8 Требования к информационному обеспечению	25
2 Описание технологического процесса	27
2.1 Описание блока сепаратора низкотемпературного как технологического объекта	27
2.2 Выбор архитектуры АС	27
2.3 Разработка структурной схемы АС	33
2.4 Функциональная схема автоматизации	35
2.4.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013	35
2.4.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA	36
2.5 Разработка схемы информационных потоков	36
2.6 Выбор средств реализации САУ НТС	42
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования	42
2.6.2 Выбор датчиков	46
2.6.2.1 Выбор уровнемера	46
2.6.2.2 Выбор датчика давления	49

2.6.2.3	Выбор расходомера	53
2.6.2.4	Выбор преобразователя температуры	54
2.6.3	Выбор исполнительных механизмов	57
2.7	Разработка схемы внешних проводок	59
2.8	Выбор алгоритмов управления АС НТС	60
2.8.1	Алгоритм сбора данных измерений	61
2.8.2	Алгоритм автоматического управления технологическим параметром	61
2.9	Экранные формы АС НТС	64
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
3.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	67
3.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	67
3.1.2	Анализ конкурентных технических решений	67
3.1.3	SWOT – анализ	68
3.2	Планирование научно-исследовательских работ	69
3.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	69
3.2.2	Разработка графика проведения научного исследования	71
3.3	Бюджет научно-технического исследования	75
3.3.1	Расчет материальных затрат	75
3.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование	75
3.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы	76
3.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	76
3.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	76
3.3.6	Накладные расходы	77

3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	77
4 Социальная ответственность	78
4.1 Производственная безопасность	79
4.1.1 Анализ вредных факторов	79
4.1.1.1 Вредные вещества	79
4.1.1.2 Повышенный уровень шума и вибрации	80
4.1.2 Анализ опасных факторов	83
4.1.2.1 Механические опасности	83
4.1.2.2 Термические опасности	83
4.1.2.3 Электрический ток	84
4.1.2.4 Пожаровзрывоопасность	85
4.2 Экологическая безопасность	86
4.2.1 Воздействие на атмосферу	86
4.2.2 Воздействие на гидросферу	87
4.2.3 Воздействие на литосферу	87
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
Заключение	86
Список используемой литературы	87
Приложение А. Функциональная схема	90
Приложение Б. Таблица перечня вход/выходных сигналов	91
Приложение В. Трехуровневая система АС	92
Приложение Г. Обобщенная структура управления АС	93
Приложение Д. Функциональная схема автоматизации по ГОСТ	94
Приложение Е. Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA	95

Приложение Ж. Схема информационных потоков	96
Приложение З. Схема внешних проводок	97
Приложение И. Алгоритм сбора данных измерений	98
Приложение К. Структурная схема автоматического регулирования	99
Приложение М. Мнемосхема сепаратора низкотемпературного	100

## **Введение**

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения труда. Все существующие и строящиеся промышленные объекты в определенной степени оснащены автоматизацией.

Проектами наиболее сложных производств, особенно в черной металлургии, нефтепереработке, химии и нефтехимии, на объектах производства минеральных удобрений, энергетики и в других отраслях промышленности, предусматривается комплексная автоматизация ряда технологических процессов.

АСУ ТП газодобычи в целом обеспечивает сбор технологической информации с объектов месторождения и ее передачу на опорный пункт, а также на диспетчерский пункт. Информация из системы поступает в базу данных геоинформационной системы, диспетчерской службы и в перспективе АСУ предприятием.

Эффект от внедрения АСУ ТП достигается за счет повышения уровня промышленной безопасности объектов, оптимального ведения технологических процессов и разработки месторождения, принятия управленческих решений на основе оперативной и достоверной информации.

Целью выпускной квалификационной работы является систематизация и углубление теоретических и практических знаний в проектировании автоматизированных систем объектов нефтегазовой промышленности, развитие навыков их практического применения, теоретических знаний в решении инженерных задач автоматизированного управления технологическими процессами в нефтегазовой промышленности.

## **1 Техническое задание**

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

Основные цели создания АСУ ТП заключаются в следующем:

- Повышение производительности оборудования;
- Сокращение обслуживающего персонала;
- Сокращение потерь всех видов ресурсов;
- Улучшение качества подготовки осушенного газа и вследствие качества продукта.

Основными задачами создания АСУ ТП являются:

- 1) Сокращение потерь газового конденсата и поддержание качества товарного газа за счет оптимизации процесса низкотемпературной сепарации;
- 2) Точное выполнение требований технологического регламента, исключение ошибочных действий оперативного производственного персонала при ведении технологического процесса, а также пуске и останове оборудования;
- 3) Улучшение условий труда эксплуатационного персонала за счет централизации рабочих мест, разнообразного и удобного представления оперативной информации;
- 4) Повышение безопасности технологических процессов за счет высоконадежных средств сигнализации, блокировок и защит с минимальным периодом реагирования;
- 5) Реализация дистанционного контроля и управления всей системой с щита оператора.

### **1.2 Назначение и состав НТС**

Установка низкотемпературной сепарации предназначена для:

- 1) сепарации газа от капельной жидкости и конденсата, выносимых из пласта;
- 2) осушки газа методом низкотемпературной сепарации при температуре от минус 10°C до минус 30°C и давлении 4,3 МПа;
- 3) охлаждения сырого газа до -2 °C и подогрева осушенного газа до 40 °C;
- 4) ввода метанола в технологический процесс.

Низкотемпературный сепаратор представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, устанавливаемый на двух седловых опорах, оснащенный штуцерами для входа сырого газа, выхода газового конденсата, выхода насыщенного метанола, выхода осушенного газа и штуцерами для КИПиА, предназначенный для отделения сконденсированных водяных паров и углеводородов  $C_3+$  и разделения эмульсии на насыщенный метанол и газовый конденсат. В нижней части корпуса предусмотрены дренажные штуцеры, штуцеры для пропаривания, штуцеры для вывода газового конденсата и насыщенного метанола. В обоих отсеках имеются люка для обслуживания [1].

Так как сепаратор является сосудом, работающим под давлением, то он оборудуется контрольно-измерительными приборами, запорной и предохранительной арматурой согласно правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ПБ 03-576-03.

В верхней части корпуса располагаются штуцер для вывода газа, штуцер для установки датчика давления, штуцер для СППК.

### **1.3 Требования к автоматике**

Средства автоматизации должны обеспечивать следующие основные функции:

- автоматическое регулирование технологического процесса;
- защиту основного оборудования;
- дистанционный контроль и регистрацию текущих значений основных технологических параметров.

Система автоматизации НТС должна обеспечивать следующее:

- 1) Мониторинг всех измеряемых параметров и состояния регулирующих клапанов;
- 2) Регистрацию рабочих параметров НТС (давление, перепад давления на сепарационной насадке, температура сепарации, текущие значения расходов газового конденсата и насыщенного метанола и масса отведенной жидкости за учетный промежуток времени(2 часа)).
- 3) Управление:

- Уровнем газового конденсата в НТС;
- Уровнем насыщенного метанола в НТС.

#### 4) Сигнализацию:

- При повышенном значении температуры сепарации;
- При повышенном значении давления в НТС;
- При повышенном значении перепада давления на сепарационной насадке НТС;
- При максимальном и минимальном уровне газового конденсата в НТС;
- При максимальном и минимальном уровне насыщенного метанола в НТС;
- При максимальном и минимальном уровне насыщенного метанола в НТС;
- При максимальном и минимальном межфазном уровне в НТС.

В операторную на АРМ оператора должна обеспечиваться выдача всей информации о работе НТС..

### **1.4 Требования к техническому обеспечению**

АСУ ТП обязана гарантировать способ и обрабатывание данных с денег автоматизации, поставляемых комплектно с научно-техническим оборудованием. КТС вместе с программным предоставлением обязан гарантировать реализацию абсолютно всех функций, олеветанных в реальном промышленном задании. Программно-промышленные ресурсы обязаны включать ресурсы самоконтроля и диагностики, ходовые в ходеисполнения проблем управления и отражения данных научно-технического движения. Программно-промышленные ресурсы обязаны гарантировать механическую диагностику, обеспечивающую установление зоны неполадки с ошибкой вплоть до технологического ресурсы либо вставного компонента.

Программно-технический комплекс АС должен допускать возможность наращивания, модернизации и развития системы, а также иметь резерв по каналам ввода/вывода.

В состав комплекса технических средств (КТС) должны входить:

- датчики, исполнительные механизмы;

- ресурсы дистанционного управления, программно-технические ресурсы обрабатывания, сохранения и передачи данных, ресурсы отражения и регистрации данных (второстепенные оборудование, видеомониторы, экран, указатели и т.п.)

- местные щиты с коммутационно-командными элементами.

Все оборудование КИП, используемое в системе, должно быть взрывозащищенного исполнения. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Тип выходного сигнала для датчиков аналоговый(4-20 мА + HART). Корпуса первичных датчиков должны быть заземлены.

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от -50<sup>о</sup>С до +50<sup>о</sup>С и влажности не менее 80 % при температуре 35<sup>о</sup>С.

### **1.5 Требования к метрологическому обеспечению**

Замерные каналы (ИК) обязаны гарантировать приобретение итогов замера с нормируемой верностью. В свойстве нормируемой метрологической свойства берется грань дозволяемой в стандартных обстоятельствах эксплуатации. Модель понятия метрологический свойства ИК – пригнанная неточность, проявленная в процентах сравнительно спектра замера.

Метрологическое обеспечение осуществляется в целях создания основы обеспечения качества эксплуатации и получения результатов измерений, использование которых позволяет:

- эффективно вести технологический процесс при соблюдении условий безопасности;
- исключить или свести к минимуму риск принятия ошибочных решений и действий при управлении оборудованием;
- достоверно контролировать безопасность обслуживающего персонала и состояние окружающей среды.

Необходимые стандарты погрешности измерения основных параметров процесса, включая весь контур, начиная с датчика, приведены в таблице 1. Дополнительные ошибки из-за условий эксплуатации должны быть не более половины основного.

Таблица 1 - Требования к погрешности измерительных каналов

Наименование измеряемого параметра		Норма погрешности	Примечание
1	Температура	+/-2,5 °С	Абсолютная погрешность
2	Давление	0,1 %	Приведенная погрешность
3	Уровень	0,1%	Приведенная погрешность
4	Расход	1 % от расхода	Приведенная погрешность

### 1.6 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;
- конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;
- создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;
- конфигурирование отчетных документов (рапортов, протоколов).

Средства создания специального прикладного программного обеспечения должны включать технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Языки технологического программирования должны соответствовать стандарту IEC 61131-3.

Основное прикладное программное обеспечение должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация.).

Специальное прикладное программное обеспечение должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, вычисления.).

### **1.7 Требования к математическому обеспечению**

Программное обеспечение должно предоставлять набор математических методов, моделей и алгоритмов для обработки информации, используемых при создании и функционировании АС, и обеспечивать реализацию различных компонентов АС с помощью одного математического аппарата.

Методы и алгоритмы должны быть представлены в форме, которая позволяет их реализовать в программном обеспечении. При создании математической поддержки для автоматизации на низовом уровне следует использовать стандартный набор функций, реализуемых программным и аппаратным обеспечением.

### **1.8 Требования к информационному обеспечению**

Информационная поддержка включает в себя набор решений по формам, организации, содержанию, распространению, хранению и объемам информации, используемой в системе при ее работе, правилам управления этой информацией, а также базе данных и ее системе управления.

Устройство и метод учреждения информации в концепции обязаны позволять трансформацию и увеличение функций организации. Информационная сочетаемость располагающихся рядом конструкций обязана гарантироваться из-за расчета применения типовых протоколов обмена и

общей организации кодировки. Для реализации информационной функции в автоматизированной системе управления процессом информация собирается и обрабатывается непосредственно по измеренным параметрам (по аналоговым сигналам).

Система управления процессом должна принимать сигналы от датчиков с аналоговым выходным сигналом 4-20 мА.

## **2 Описание технологического процесса**

### **2.1 Описание блока сепаратора низкотемпературного как технологического объекта**

В сепараторном блоке низкотемпературного сепаратора С-2 на разделительном сопле конденсированная жидкость захватывается и углеводородный компонент отделенной жидкости отделяется от насыщенного метанола.

Чтобы предотвратить образование гидратов в системе газоочистки, метанол вводят в поток сырого газа перед Т-101.

Приготовленный холодный поток коммерческого газа из S-2 направляется в межтрубное пространство теплообменника Т-101, где он нагревается, охлаждает поток неочищенного газа и затем проходит через блок учета газа В газопровод высокого давления.

Нестабильный углеводородный конденсат, отделенный от насыщенного метанола в низкотемпературном сепараторе С-2, удаляется по уровню в буферный резервуар.

Насыщенный метанол (58 ... 68 мас.%, Метанол) из низкотемпературного сепаратора С-2 переносят в установку дегазатора насыщенного метанола D-101.

### **2.2 Выбор архитектуры АС**

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Под профилем понимается набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи. Основными целями применения профилей являются:

- снижение трудоемкости проектов АС;
- повышение качества оборудования АС;
- обеспечение расширяемости (масштабируемость) АС по набору прикладных функций;

- обеспечение возможности функциональной интеграции задач информационных систем.

Профили АС включают в себя следующие группы:

- профиль прикладного программного обеспечения;
- профиль среды АС;
- профиль защиты информации АС;
- профиль инструментальных средств АС.

В качестве профиля прикладного программного обеспечения будет использоваться открытая и готовая к использованию SCADA-система Trace mode. Профиль среды АС будет базироваться на операционной системе Windows. Профиль защиты информации будет включать в себя стандартные средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств будет основываться на среде OpenPCS.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM представлена на рисунке 1.

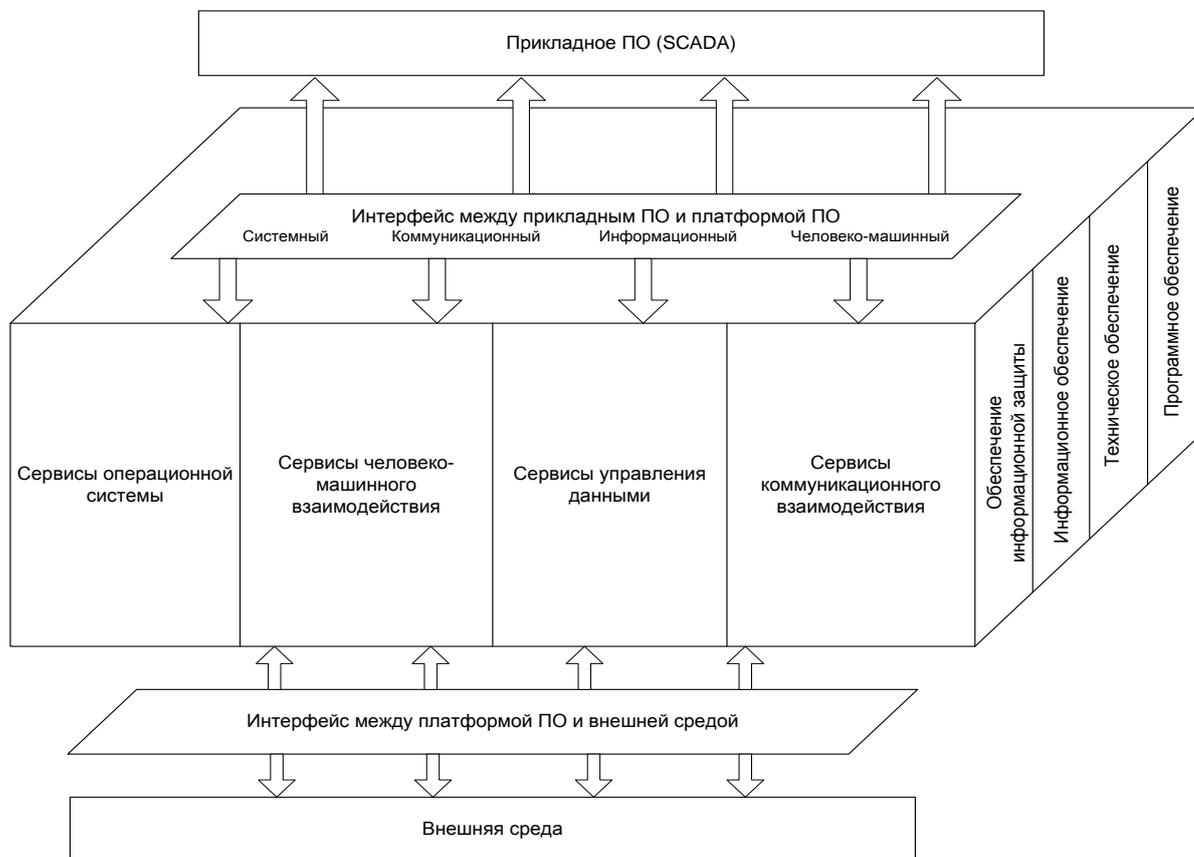


Рисунок 1 - Концептуальная OSE/RM модель ПО АС НТС

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM предусматривает разбиение ПО на три уровня:

- внешняя среда;
- платформа сервисов;
- прикладное ПО.

Уровни связываются (взаимодействуют) между собой через интерфейсы.

Внешней средой АС является полевой уровень АС.

Платформа сервисов предоставляет сервисы классов API и EEI через соответствующие интерфейсы.

Верхний уровень (прикладное ПО) включает в себя SCADA-системы, СУБД и НМИ.

Наиболее актуальными прикладными программными системами АС являются открытые распределенные АС с архитектурой клиент-сервер. Для решения задач взаимодействия клиента с сервером используются стандарты OPC. Суть OPC сводится к следующему: предоставить разработчикам промышленных программ универсальный интерфейс (набор функций обмена данными с любыми устройствами АС).

На рисунке 2 приведена структура OPC-взаимодействий SCADA.

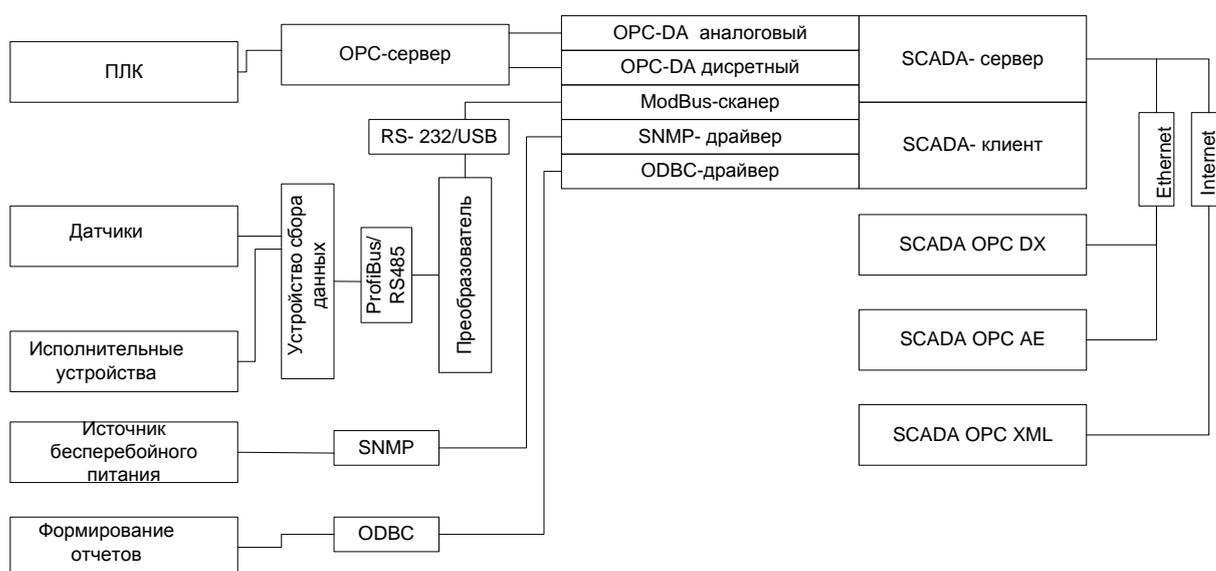


Рисунок 2 - Структура OPC-взаимодействий SCADA

Взаимодействие ПЛК со SCADA осуществляется посредством OPC-сервера.

Датчики и приводы подключаются к SCADA через единый 4 ... 20 mA токовый сигнал. Он широко используется для организации связи промышленного электронного оборудования. Использует последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232, а также сети TCP / IP для передачи данных. Доступ к устройствам на местном уровне (датчики, приводы) со всех уровней управления предприятием осуществляется через стандарт PROFINET (IEC 61850), который поддерживает практически все существующие сети на уровне поля (PROFIBUS, Ethernet, AS-I, CAN, LonWorks, и т.д.).

Источник бесперебойного питания подключается к SCADA по протоколу SNMP, который позволяет отслеживать всю инфраструктуру сети, контролировать сетевое оборудование различных типов, контролировать работу служб OSE / RM и анализировать отчеты об их работе за определенный период, SNMP предназначен для мониторинга состояния сети переменного тока и управления сетевыми устройствами.

Формирование отчетов, обмен информацией в AS создается с использованием протокола ODBC, который позволяет вам работать с разными источниками данных в едином порядке.

Основными стандартами OPC являются следующие:

- OPC DA (Data Access), описывающий набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК и другими устройствами;
- OPC AE (Alarms & Events), предоставляющий функции уведомления по требованию о различных событиях;
- OPC DX (Data eXchange), предоставляющий функции организации обмена данными между OPC-серверами через сеть Ethernet;
- OPC XML-DA (XML-Data Access), предоставляющий гибкий, управляемый правилами формат обмена данными через Intranet-среду.

Профиль среды AC должен включать в себя стандарт протокола транспортного уровня Modbus, стандарты локальных сетей (стандарт Ethernet

IEEE 802.3 или стандарт Fast Ethernet IEEE 802.3 u), а также стандарты средств сопряжения проектируемой АС с сетями передачи данных общего назначения (в частности, RS-485, сети CAN, ProfiBus и др.).

Профиль защиты информации должен обеспечивать реализацию политики информационной безопасности. Функциональная область защиты информации включает в себя функции защиты, реализуемые разными компонентами АС:

- функции защиты, реализуемые операционной системой;
- функции защиты от несанкционированного доступа, реализуемые на уровне программного обеспечения промежуточного слоя;
- функции управления данными, реализуемые СУБД;
- функции защиты программных средств, включая средства защиты от вирусов;
- функции защиты информации при обмене данными в распределенных системах;
- функции администрирования средств безопасности.

Основополагающим документом в области защиты информации в распределенных системах являются рекомендации X.800, принятые МККТТ (сейчас ITU-T) в 1991 г. Подмножество указанных рекомендаций составляет профиль защиты информации в АС с учетом распределения функций защиты информации по уровням концептуальной модели АС и взаимосвязи функций и применяемых механизмов защиты информации.

Профиль инструментальных средств, встроенных в АС, должен отражать решения по выбору методологии и технологии создания, сопровождения и развития конкретной АС. Функциональная область профиля инструментальных средств, встроенных в АС, охватывает функции централизованного управления и администрирования, связанные:

- с контролем производительности и корректности функционирования системы в целом;

- управлением конфигурацией прикладного программного обеспечения, тиражированием версий;
- управлением доступом пользователей к ресурсам системы и конфигурацией ресурсов;
- перенастройкой приложений в связи с изменениями прикладных функций АС;
- настройкой пользовательских интерфейсов (генерация экранных форм и отчетов);
- ведением баз данных системы;
- восстановлением работоспособности системы после сбоев и аварий.

Все выбранные документы, регламентирующие разработку АС в виде стандартов и ПО, собраны в таблице 2.

Таблица 2 - Номенклатура базовых стандартов и ПО для профиля АС

№ документа	Web-адрес стандарта	Назначение	Web-адрес поставщика
IEC 61131-3 Programming Languages	<a href="http://www.plcopen.org/pages/tc1_standards/iec_61131_3">http://www.plcopen.org/pages/tc1_standards/iec_61131_3</a>	Языки программирования ПЛК	<a href="http://www.system-electronic.com">http://www.system-electronic.com</a>
Ethernet 802.3 или стандарт Ethernet 802.3 u	<a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3">http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3</a>	Локальная вычислительная сеть	<a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3">http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3</a>
X.800 (ITU-T)	<a href="http://www.ntc-sss.ru/mejdunarodnye-rekomendacii-itu-t--standarty-etsi.html">http://www.ntc-sss.ru/mejdunarodnye-rekomendacii-itu-t--standarty-etsi.html</a>	Профиль защиты информации	<a href="http://www.ntc-sss.ru/mejdunarodnye-rekomendacii-itu-t--standarty-etsi.html">http://www.ntc-sss.ru/mejdunarodnye-rekomendacii-itu-t--standarty-etsi.html</a>

SCADA Trace Mode	<a href="http://www.adastra.ru/products/dev/scada/">http://www.adastra.ru/products/dev/scada/</a>	SCADA для создания систем управления непрерывным производством	<a href="http://www.adastra.ru/">http://www.adastra.ru/</a>
стандарты OPC	<a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/OPC">http://ru.wikipedia.org/wiki/OPC</a>	Решение задач взаимодействия клиента с сервером	<a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/OPC">http://ru.wikipedia.org/wiki/OPC</a>
стандарт PROFINET (IEC 61850)	<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/IEC61850">http://en.wikipedia.org/wiki/IEC61850</a>	Доступ к устройствам полевого уровня	<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/IEC61850">http://en.wikipedia.org/wiki/IEC61850</a>

### 2.3 Разработка структурной схемы АС

Управление технологическими процессами добычи газа сводится к управлению оборудованием – насосами типа ГДМ, НВ и НД, регулируемыми клапанами, кранами и т.д. Централизованное управление реализуется командами открыть, закрыть, включить, выключить, остановить, запустить (дискретное управление), установить автоматический или ручной режим управления. Управление на полевом уровне сводится к автоматическому контролю технологических параметров. Широко разработаны функции мониторинга, аварийные сигналы, блокировки.

Объектом управления является блок сепаратора низкотемпературного. Все измеряемые и контролируемые параметры его системы поступают в SCADA систему, отвечающую за обеспечение автоматического дистанционного наблюдения и дискретного управления функциями большого количества распределенных устройств. Исполнительными устройствами являются регулирующие клапана с электроприводом и линейным прямоходным редуктором.

В рамках данного курсового проекта выберем трехуровневую архитектуру системы, на каждом из этих уровней реализуется непосредственное управление технологическими процессами. Специфика каждой конкретной системы управления определяется программной и аппаратной платформой, используемой на каждом уровне.

Нижний уровень (поле) состоит из первичных датчиков (измерительных преобразователей), которые собирают информацию о процессе, приводах и исполнительных механизмах, реализующих управляющие и управляющие действия, кабельные соединения, клеммные колодки и нормализационные преобразователи.

Средний уровень (контроллер) состоит из контроллеров и других устройств аналого-цифрового, цифроаналогового, дискретного, импульсного и т. Д. Преобразование и устройства для взаимодействия с верхним уровнем (шлюзом). Отдельные контроллеры можно комбинировать друг с другом с помощью сетей управления. Сети контроллеров построены на основе интерфейса RS-485, который совместим с OPC-серверами и SCADA-системами. Верхний уровень (информация и вычисления) состоит из компьютеров, подключенных к локальной сети Ethernet, с использованием медной витой пары или оптического волокна (на большие расстояния) в качестве передающей среды. Протокол передачи данных предназначен для удаленных соединений TCP / IP.

Датчики с нижнего уровня подают информацию на средний уровень управления локальными контроллерами (ПЛК), которые могут выполнять следующие функции:

- сбор, первичная обработка и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- самодиагностику работы программного обеспечения и состояния самого контроллера;
- обмен информацией с пунктами управления.

Разработанная трехуровневая архитектура представлена и приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭП.03)

## **2.4 Функциональная схема автоматизации**

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации ТП. Объектом управления в таких системах является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулируемыми органами.

FSA - технический документ, который определяет функционально-блочную структуру отдельных компонентов автоматического управления, контроля и регулирования технологического процесса и оснащения средств управления приборами и средствами автоматизации. Функциональная схема показывает системы автоматического управления, регулирования, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок.

Все элементы систем управления показаны в виде условных изображений и объединены в единую систему функциональными линиями связи. Функциональная схема автоматического управления и контроля содержит упрощенный образ технологической схемы автоматизированного процесса. Оборудование на диаграмме показано в виде условных изображений.

В соответствии с этой задачей была разработана функциональная схема автоматизации в соответствии с ГОСТ 21.404-2013, а также в соответствии со стандартом Американского общества приборостроительных инструментов ANSI / ISA.

### **2.4.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013**

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ГОСТ 21.404–2013 и приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭП.05). На схеме выделены канал управления (9,10) и каналы измерения (1-8).

### **2.4.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA**

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ANSI/ ISA S5.1 и приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭП.06). Согласно этой схеме осуществляются следующие операции:

- контроль давления, перепада давления, уровня, температуры в сепараторе;
- измерение уровня газового конденсата и насыщенного метанола с дистанционной передачей сигнала на щит управления и формирования управляющих воздействий регулирующим клапаном соответствующего выходного трубопровода.
- сигнализация при достижении максимально и минимально допустимых параметров по уровню;
- контроль расхода выходной продукции (газового конденсата, насыщенного метанола);

## **2.5 Разработка схемы информационных потоков**

Схема информационных потоков, которая приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭП.07), включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

- нижний уровень (уровень сбора и обработки);
- средний уровень (уровень текущего хранения);
- верхний уровень (уровень архивного и КИС хранения).

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они включают в себя данные аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании.

Средний уровень - это буферная база данных, которая является одновременно приемником, запрашивающим данные из внешних систем и их источника. Другими словами, он выступает в роли маршрутизатора информационных потоков от систем автоматизации до графических экранных форм приложений АРМ. На этом уровне ПЛК генерирует потоки информации пакета из принятых данных. Сигналы между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и рабочей станцией оператора передаются через Ethernet.

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

- ✓ положение регулирующих клапанов;
- ✓ температуру в сепараторе;
- ✓ давление в сепараторе;
- ✓ перепад давления на сепарационной насадке;
- ✓ уровень насыщенного метанола;
- ✓ граница раздела фаз;
- ✓ уровень газового конденсата;
- ✓ давление газа;
- ✓ расход насыщенного метанола;
- ✓ расход газового конденсата;
- ✓ расход нефти;
- ✓ индикация давления;
- ✓ индикация температуры;
- ✓ аварийная и предупредительная сигнализация минимально и максимально допустимых значений измеряемых параметров;

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид: AAA\_BBB\_CCCC\_DDDDD, где AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

- ✓ REG - регулирование;
- ✓ PRS - давление;
- ✓ TEM - температура;
- ✓ EXP - расход;
- ✓ IND – индикация;
- ✓ LVL – уровень;
- ✓ DVF - граница раздела фаз.
- ✓ BBB - код технологического аппарата (или объекта), 3 символа;
- ✓ LTS – низкотемпературный сепаратор.

- ✓ CCCC – уточнение, не более 4 символов:
- ✓ OPN - открыть;
- ✓ CLS - закрыть;
- ✓ STP – стоп;
- ✓ CLSD – открыт;
- ✓ OPND – закрыт;
- ✓ POPN – открывается;
- ✓ PCLS – закрывается;
- ✓ REMT – дистанционный режим;
- ✓ ON – включен;
- ✓ OFF – выключен;
- ✓ WORK – рабочий диапазон;
- ✓ HL – верхнее (максимальное) предельное значение;
- ✓ LL – нижнее (минимальное) предельное значение;
- ✓ FLT – неисправность.

DDDDD – примечание, не более 5 символов:

- ✓ COND – газовый конденсат;
- ✓ METH – насыщенный метанол;
- ✓ GAS – Газ;
- ✓ WARNG – сигнализация.

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

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице №3.

Таблица 3 - Перечень идентификаторов сигналов

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала
ИМ9 стоп	REG_LTH_STP9
ИМ9 открыт	IND_LTH_OPND9
ИМ9 закрыт	IND_LTH_CLSD9
ИМ9 авария	IND_LTH_ALRM9
ИМ9 открывается	IND_LTH_POPN9
ИМ9 закрывается	IND_LTH_PCLS9
ИМ9 дистанционный режим	IND_LTH_REMT9
ИМ10 открыть	REG_LTH_OPN10
ИМ10 закрыть	REG_LTH_CLS10
ИМ10 стоп	REG_LTH_STP10
ИМ10 открыт	IND_LTH_OPND10
ИМ10 закрыт	IND_LTH_CLSD10
ИМ10 авария	IND_LTH_ALRM10
ИМ10 открывается	IND_LTH_POPN10
ИМ10 закрывается	IND_LTH_PCLS10
ИМ10 дистанционный режим	IND_LTH_REMT10
Давление в сепараторе	PRS_PPI_WORK
Температура в сепараторе	TEM_PPI_WORK_NEFT
Расход конденсата по выходу	EXP_MTR_WORK_NEFT
Расход метанола по выходу	EXP_MTR_WORK_WATER
Верхний уровень конденсата	LVL_HL_WORK_NEFT
Нижний уровень конденсата	LVL_LL_WORK_NEFT
Граница раздела фаз в сепараторе	DVF_WORK

## 2.6 Выбор средств реализации САУ НТС

Задача выбора программного и аппаратного обеспечения для реализации проекта АС состоит в анализе параметров, выборе компонентов АС и анализе их совместимости.

Программное обеспечение и оборудование завода включают в себя: измерительные и контрольные приборы, контрольное оборудование и системы сигнализации.

Измерительные устройства собирают информацию об этом процессе. Приводные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или другую физическую величину, чтобы воздействовать на объект управления

в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контрольное оборудование выполняет вычислительные задачи и логические операции.

### **2.6.1 Выбор контроллерного оборудования**

Семейство программируемых контроллеров MicroLogix обеспечивает три уровня управления. Компактные контроллеры MicroLogix 1000 обладают высокой производительностью и экономичностью. Контроллеры MicroLogix 1200 достаточно малы, поэтому их можно устанавливать в условиях дефицита рабочего пространства, но при этом достаточно мощны, чтобы применять их для решения прикладных задач широкого диапазона. Контроллеры MicroLogix 1500, спроектированы так, чтобы их возможности расширялись по мере того, как будут расти ваши потребности, поэтому они помогут вам добиться высокого уровня управления в самых разнообразных областях применения.

Используя руководство по выбору программируемых контроллеров MicroLogix было установлено, что для решения задач текущего проекта с возможностью его расширения и решения вспомогательных задач оптимальным решением будет выбор контроллера MicroLogix 1200R.

Для решения широкого класса прикладных задач контроллеры MicroLogix 1200 предоставляют более широкие вычислительные возможности и большую гибкость ввода/вывода, чем контроллеры MicroLogix 1000.

Общее количество входов/выходов в исполнениях на 24 и 40 дискретных каналов в/в можно увеличить, используя дополнительные модули в/в, которые присоединяются к базовому блоку с левой стороны. В результате снижается стоимость системы и сокращается число отдельных компонент.

Модифицируемая в рабочих условиях операционная система во флэш-памяти гарантирует, что вы всегда будете на уровне самых последних достижений без необходимости замены оборудования. Встроенное программное обеспечение контроллера можно легко обновить, загрузив его новейшую версию с web-сайта. .

Функциональные возможности контроллера MicroLogix 1200 базируются на возможностях MicroLogix 1000, и, кроме того, дают следующие преимущества:

- Большая емкость памяти (6К), достаточная для решения проблем широкого круга приложений.
- Возможное увеличение количества каналов в/в (до 6 внешних модулей в зависимости от питания)
- Усовершенствованные варианты связи, включая одноранговые сети и сети SCADA/RTU, DH-485, DeviceNet и EtherNet/IP при работе через коммуникационный порт (Канал 0) контроллера.
- Дополнительный порт Programming/HMI, обеспечивающий возможность связи с устройствами, совместимыми с протоколом DF1-Full Duplex, такими как интерфейс оператора или программирующий терминал (только для MicroLogix 1200R).
- Кнопка переключения коммуникаций, позволяющая порту Канала 0 контроллера переключаться между коммуникационными параметрами, сконфигурированными пользователем, и параметрами по умолчанию, установленными изготовителем, что облегчает программирование и поиск неисправностей и ошибок.
- Защита данных при загрузке файла предотвращает изменение критических данных пользователя при загрузке программ.
- Два встроенных аналоговых потенциометра подстройки.
- Часы реального времени (по выбору).
- Модуль памяти (по выбору).
- Таймеры с высоким разрешением (1 ms).
- Быстродействующий счетчик 20 кГц, имеющий 8 режимов работы.
- Один быстродействующий выходной канал, который может быть сконфигурирован как выход РТО (Pulse Train Output) 20 кГц или же как выход PWM (Pulse Width Modulated).

- Четыре быстродействующих входа ”защелки”, фиксирующих входные импульсы.
- Четыре входа прерываний по событиям (ЕП – event interrupt inputs)
- Одно прерывание (дискрета 1 ms) по заданному интервалу времени (STI – selectable time interrupt)
- Математические операции над 32-разрядными целыми числами со знаком
- Файл данных для числа с плавающей точкой
- Встроенные возможности ПИД (PID - инструкция)
- Возможность чтения/записи ASCII кодов.
- Защита клеммников от прикосновения отвечает мировым стандартам техники безопасности
- Съёмные клеммники на контроллерах с 40 каналами в/в позволяют выполнять предварительный монтаж проводов. .



Рисунок 3 - MicroLogix 1200

## 2.6.2 Выбор датчиков

### 2.6.2.1 Выбор уровнемера

Выбор уровнемера проходил из следующих вариантов приборов: микроволновый радарный Rosemount 5300, микроволновый радарный Micropilot фирмы Endres+Hauser и радарный BM – 700 фирмы Krohne. В результате анализа был выбран Rosemount 5300, потому что он устойчив к

воздействию изменяющихся технологических условий и практически не имеет ограничений по установке.

Уровнемеры Rosemount 5300 – это двухпроводные волноводные уровнемеры для измерения уровня и уровня границы раздела жидкостей, а также уровня сыпучих сред.

Rosemount 5300 обеспечивают высокую надежность, современные меры обеспечения безопасности, простоту использования и неограниченные возможности подключения и интеграции в системы АСУТП.

Принцип действия уровнемеров 5300 основан на технологии рефлектометрии с временным разрешением (TDR – Time Domain Reflectometry). Микроволновые наносекундные радарные импульсы малой мощности направляются вниз по зонду, погруженному в технологическую среду. Когда радарный импульс достигает среды с другим коэффициентом диэлектрической проницаемости, часть энергии импульса отражается в обратном направлении. Разница во времени между моментом передачи радарного импульса и моментом приема эхо-сигнала пропорциональна расстоянию, согласно которому рассчитывается уровень жидкости или уровень границы раздела двух сред. Интенсивность отраженного эхо-сигнала зависит от диэлектрической проницаемости среды.

Чем выше коэффициент диэлектрической проницаемости, тем выше интенсивность отраженного сигнала. Волноводная технология имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами измерений уровня, поскольку радарные импульсы практически невосприимчивы к составу среды, атмосфере резервуара, температуре и давлению.

В уровнемере серии 5300 для удобства применения и обслуживания в различных условиях использованы следующие принципы и конструкторские решения:

- модульность конструкций;
- усовершенствованная аналоговая и цифровая обработка сигнала;

- возможность использования зондов нескольких типов в зависимости от условий применения уровнемера;
- подключение двухпроводным кабелем (питание подаётся по сигнальному контуру);
- поддержка коммуникационного цифрового протокола HART®, что обеспечивает вывод данных в цифровом виде и возможность дистанционной настройки прибора при помощи портативного коммуникатора модели 375 либо персонального компьютера с установленным программным обеспечением Rosemount Radar Master или AMS и HART/модемом;
- поддержка Foundation™ Fieldbus.

Поскольку радарные импульсы направляются по зонду, а не свободно распространяются в пространстве резервуара, то волноводная технология может с успехом применяться для малых и узких резервуаров, а также для резервуаров с узкими патрубками.

Точность и надежность измерений двух параметров одним уровнемером: уровня верхней среды и уровня границы раздела двух сред обеспечивается цифровой обработкой сигнала микропроцессорной электроникой уровнемера.

Основные характеристики Rosemount 5302 представлены в таблице №4

Таблица 4 - Основные характеристики Rosemount 5302

Измеряемые среды	газ, жидкость, нефтепродукты,
Диапазон измерений	0,1 – 50 м
Абсолютная погрешность измерений	± 3 мм
Температура окружающей среды	– 40... + 70 °С
Рабочая температура	– 40 ... + 150 °С
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола (RS-485)

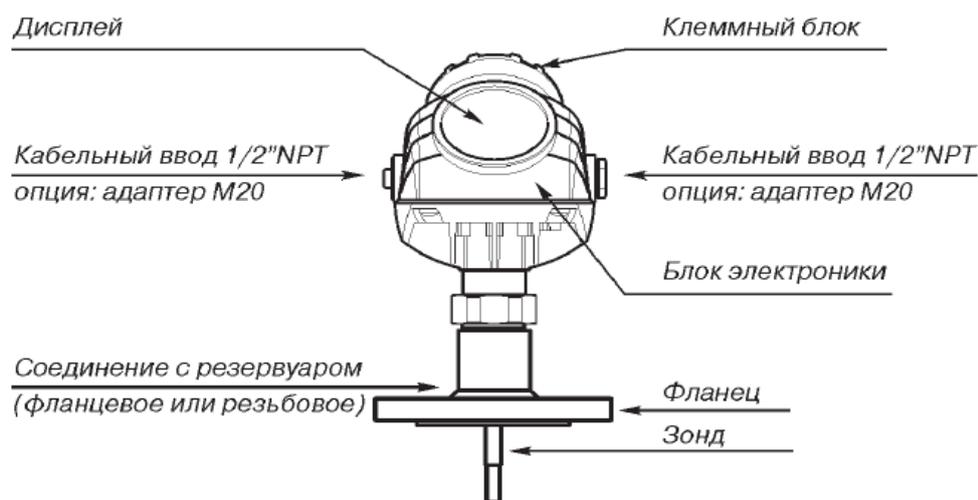


Рисунок 4 - Конструкция Rosemount 5300

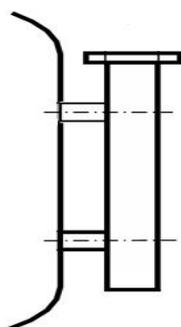


Рисунок 5 - Конструкция Rosemount 5300 тип установки на камере

### 2.6.2.2 Выбор датчика давления

Выбор датчика давления проходил из следующих вариантов приборов: Rosemount 3051, датчик давления ТЖИУ406-1Ех, Метран 150ТГ. В результате анализа был выбран первичный преобразователь давления Метран 150ТГ штуцерного исполнения от от ЗАО «ПГ «Метран», потому что он имеет выход 4-20 мА/HART в отличии от ТЖИУ406-1Ех, отличается простотой настройки благодаря русскоязычному интерфейсу и наличием возможности установить общепринятые единицы измерения (МПа или кг\*с/см<sup>2</sup>) в отличие от Rosemount 3051, подходит для работы с агрессивными средами в нужном диапазоне температур.

Интеллектуальные датчики давления серии Метран\_150 предназначены для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART входных измеряемых величин:

- избыточного давления;
- абсолютного давления;
- разности давлений;
- давления-разрежения;
- гидростатического давления (уровня).

Управление параметрами датчика:

- с помощью HART-коммуникатора;
- удаленно с помощью программы HART Master, HART модема и компьютера или программных средств АСУТП;
- с помощью клавиатуры и ЖКИ или с помощью AMS.

Датчик состоит из сенсорного модуля и электронного преобразователя. Сенсор состоит из измерительного блока и платы аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Давление подается в камеру измерительного блока, преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сигнала.

#### **Датчики Метран-150 штуцерного исполнения**

В измерительных блоках моделей TG, TGR, TA , TAR используется тензорезистивный тензомодуль на кремниевой подложке. Чувствительным элементом тензомодуля является пластина 1 из кремния с пленочными тензорезисторами (структура КНК - кремний на кремнии). Давление через разделительную мембрану 3 и разделительную жидкость 2 передается на чувствительный элемент тензомодуля. Воздействие давления вызывает изменение положения чувствительного элемента, при этом изменяется электрическое сопротивление его тензорезисторов, что приводит к разбалансу мостовой схемы. Электрический сигнал, образующийся при разбалансе мостовой схемы, измеряется АЦП и подается в электронный преобразователь, который преобразует это изменение в выходной сигнал. В моделях 150ТА и 150ТАR полость над чувствительным элементом вакууммирована и герметизирована.

Достоинства датчиков Метран-150:

- Измеряемые среды: жидкости, в т.ч. нефтепродукты; пар, газ, газовые смеси;
- Диапазоны измеряемых давлений: минимальный 0-0,025 кПа; максимальный 0-68 МПа;
- Выходные сигналы: 4-20 мА с HART-протоколом; 0-5 мА;
- Основная приведенная погрешность до  $\pm 0,075\%$ ; опции до  $\pm 0,2\%$ ;  $\pm 0,5\%$ ;
- Диапазон температур окружающей среды от  $-40$  до  $80^{\circ}\text{C}$ ; от  $-55$  до  $80^{\circ}\text{C}$  (опция);
- Перенастройка диапазонов измерений до 100:1;
- Высокая стабильность характеристик;
- Взрывозащищенное исполнение вида "искробезопасная цепь и взрывонепроницаемая оболочка";
- Гарантийный срок эксплуатации - 3 года;
- Межповерочный интервал - 4 года;

Внесены в Госреестр средств измерений под №32854D08, сертификат №32703, ТУ 4212D022D51453097D2006.



Рисунок 6 - Внешний вид датчика давления

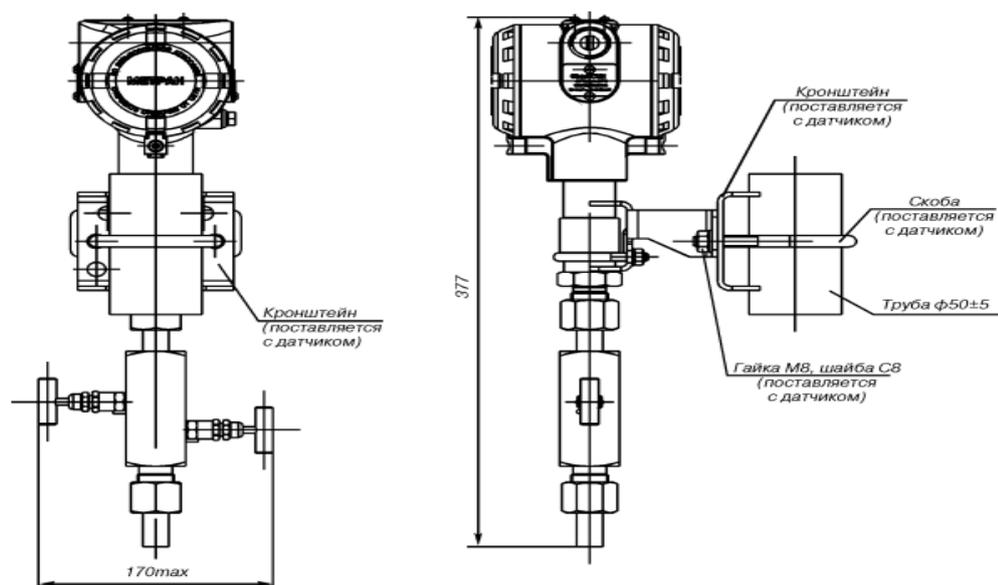


Рисунок 7 - Установка и закладные датчика давления

Выбор датчика перепада давления также останавливаем на этой серии, что обосновано выше.

### 2.6.2.3 Выбор расходомера

При выборе расходомера были рассмотрены индукционные Promag фирмы Endres+Hauser, ультразвуковые ХМТ868i от ОАО «Пергам-Инжиниринг» и кориолисовые расходомеры MicroMotion производства Emerson Process Management.

В результате анализа предварительно выбранных преобразователей расхода, для реализации проекта были выбраны кориолисовые расходомеры MicroMotion 1700 с искробезопасными выходами. Основными аргументами для выбора данного типа приборов послужили невосприимчивость к внешним помехам (вибрации), отсутствие особых требований к монтажу (невосприимчивость к завихрениям потока из-за непрямых участков трубопровода и отсутствие дополнительной установки выпрямителей потока).

Кориолисовые расходомеры MicroMotion используются для широкого диапазона задач, они подходят для измерения сверхмалых и сверхбольших расходов. Приборы MicroMotion применяются для криогенных, санитарных, высокотемпературных приложений, в том числе для работы на высоком давлении. Для обеспечения совместимости с технологическими средами,

компоненты сенсоров компании MicroMotion, контактирующие с измеряемой средой, могут изготавливаться из различных материалов. В настоящее время приборы компании MicroMotion являются непревзойденными по простоте установки и эксплуатационной гибкости благодаря возможности двухпроводного подключения к промышленным сетям.

Кориолисовые расходомеры обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными объемными расходомерами:

- Обеспечивают точные и воспроизводимые измерения в широком диапазоне расходов и условий технологического процесса;
- Осуществляют прямое измерение массового расхода и плотности, а также измерение объёмного расхода и температуры;

Все измерения выполняются одним прибором;

Не имеют движущихся частей, что приводит к минимизации эксплуатационных расходов;

Предоставляют возможность расширенной диагностики как самого расходомера, так и технологического процесса.



Рисунок 8 - Расходомеры MicroMotion

#### **2.6.2.4 Выбор преобразователя температуры**

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: Метран-286, Rosemount 648 и ТСПУ Метран-276. В результате

анализа был выбран Метран-286, потому что он при более низкой стоимости в отличии от Rosemount 648 также соответствует требованиям ТЗ, имеет все необходимые настройки облегченные наличием русскоязычного меню HART-коммуникатора и в сравнении с ТСПУ Метран-276 отличается наличием связи по HART-протоколу.

Конструктивно Метран-286 состоит из первичного преобразователя и электронного преобразователя (ЭП), встроенного в корпус соединительной головки. В качестве первичного используются чувствительные элементы из термопарного кабеля по ГОСТ 6616.

ЭП преобразует сигнал первичного преобразователя температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4 – 20 мА с наложенным на него цифровым сигналом HART.

Преимущества интеллектуальных преобразователей температуры (ИПТ) Метран-286-2:

- повышенная точность измерений;
- дистанционное управление ИПТ с помощью HART-коммуникатора Метран-650 или компьютера, оснащенного HART-модемом Метран-681 и программой H-Master;
- возможность дистанционной перенастройки диапазона преобразуемых температур;
- детектирование обрыва или короткого замыкания первичного преобразователя температуры;
- удаленная самодиагностика;
- защита датчика от несанкционированного доступа;
- выбор времени демпфирования измеряемого сигнала;
- в многоточечном режиме работы к одной паре проводов может быть подключено до 15 датчиков.

**Выходной сигнал:**

4-20 мА с наложенным цифровым сигналом в стандарте HART.

**Диапазон измеряемых температур:** -50...500°C

**Минимальный поддиапазон измерений:** 25°C - для ИПТ Метран-286-

2.

**НСХ:**

Pt100, 100П - для ИПТ Метран-286-2.

**Основная погрешность, ±°C:**

цифрового сигнала от 0,4 до 2,0;

аналогового сигнала от 0,5 до 2,5.

**Зависимость выходного сигнала от температуры:** линейная.

**Гальваническая связь** между входными и выходными сигналами.

**Исполнения:** обыкновенное и взрывозащищенное.

**Вид взрывозащиты:**

- искробезопасная электрическая цепь «ia»,
- взрывонепроницаемая оболочка «d».

**Материал защитной арматуры** (максимальная температура применения):

12X18H10T (800°C), 10X17H13M2T (800°C), ХН78Т(1000°C).

**Температура окружающего воздуха** от -40 до 70 °C.

**Питание:**

- от 18 до 42 В постоянного тока;
- от цепей барьеров (блоков питания), имеющих вид взрывозащиты “ia”.



Рисунок 9 - ИПТ Метран-286-2 внешний вид, габаритные и присоединительные размеры

### 2.6.3 Выбор исполнительных механизмов

В качестве исполнительных механизмов возьмем ЭЛЕКТРОПРИВОД ЭРА-10 (конструктивное исполнение "7", с электронным блоком управления типа "V").

ЭРА-10 применяется в составе электропривода РэмТЭК-02 для управления с заданными параметрами запорной, запорно-регулирующей трубопроводной арматурой, применяемой на опасных производственных объектах.

ЭРА-10 имеет уровень взрывозащиты "взрывобезопасное электрооборудование", маркировку взрывозащиты 1ExdIIВТ4 X (0ExiaIIВТ4 X) и предназначен для установки в зонах класса 1 и 2 по ГОСТ 30852.9-2002 (МЭК 60079-10:1995), в которых возможно образование паро и газоздушных взрывоопасных смесей категорий IIА и IIВ групп Т1, Т2, Т3, Т4 по классификации ГОСТ 30852.11-2002 (МЭК 60079-12:1978), ГОСТ 30852.5-2002 (МЭК 60079-4:1975).

ЭРА-10 соответствует требованиям ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998), ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998), ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-

11:1998), ГОСТ 30852.13-2002 (МЭК 60079-14:1996), ТР ТС 012/2011, СТО Газпром 2-4.1-212-2008..

Электропривод ЭРА-10 конструктивного исполнения "7", с максимальной выходной мощностью блока управления 1,1 кВт, с максимальной скоростью вращения вала двигателя 1500 об/мин, со встроенным частотным преобразователем, с регулированием момента, скорости; положения, имеющий четыре универсальных дискретных входа управления 220V AC/ 24V DC; девять дискретных выходов сигнализации от 6 до 250 V AC/DC; два аналоговых входа (4-20) мА; аналоговый выход (4-20) мА; интерфейс RS-485 с протоколом Modbus RTU, взрывозащищенные кабельные вводы для подвода бронированным кабелем Электропривод ЭРА-10 Руководство по монтажу, наладке, эксплуатации ( конструктивное исполнение "7") и техническому обслуживанию с электронным блоком управления типа "V") ОФТ.18.1545.00.00.00 РЭ ООО НПП "ТЭК" 9 внешних силовых цепей и цепей сигнализации и управления и температуру окружающей среды при эксплуатации от минус 60 °С до плюс 50 °С..

В реализуемом проекте необходимо применение блоков управления ЭРА-10 в составе электропривода РэмТЭК-02 с линейным редуктором.



Рисунок 10 - Электропривод ЭРА-10 (конструктивное исполнение "7", с электронным блоком управления типа "V")

### **2.7 Разработка схемы внешних проводок**

Схема внешней проводки приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭП.08). Это комбинированная схема, на которой изображены электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом, инженерном оборудовании и коммуникациях (трубопроводах, воздуховодах и т.д.), вне щитов и на щитах, а также связи между щитами, пультами, комплексами или отдельными устройствами комплексов.

Сигналы, приходящие со всех датчиков и исполнительных механизмов, по контрольным кабелям поступают в клеммные соединительные коробки, откуда они попадают на щит оператора. Клеммная соединительная коробка (КСК) предназначена для соединения кабелей при монтаже различного технологического оборудования. Выберем коробку КЗПМ 3.1-20/15П-(ВК-Н-ВЭЛ1Б-М25)х1(А)-(ВК-Н-ВЭЛ1БТ-М25-Ехе-К3/4")х1(С)-В1,5.

В качестве контрольных кабелей, передающих сигнал от первичных преобразователей и ИМ, возьмем кабель Герда КВК 2х2х1.0хл разработанный для формирования информационных полевых шин, подключения датчиков с

цифровым частотно-модулированным сигналом, сигналом 4-20 мА, по интерфейсу HART, RS 485, RS 482, RS 422 или другим интерфейсам, требующим использование «витой пары» в качестве канала приема/передачи данных.

Кабели ГЕРДА-КВК, ГЕРДА-КВ выпускаются по объединенным ТУ 16.К13-033-2005 и являются современным аналогом широко применяемых кабелей марок МКЭКШВ ТУ 16.К13-023-96 и МКЭШВ ТУ 16.К13-027-2001. Кабели этих марок представляют собой витые пары проводов с цифровой или цветовой маркировкой жил, производятся по современным технологиям с применением новых материалов и имеют ряд преимуществ.

Из клеммных коробок на щит КИПиА сигнал будем передавать по кабелю Герда КВК 10х2х1.0 и Герда КВК 4х2х1.0.

## **2.8 Выбор алгоритмов управления АС НТС**

В автоматизированной системе на разных уровнях управления могут использоваться различные алгоритмы:

- алгоритмы пуска (запуска)/ останова технологического оборудования (релейные пусковые схемы) (реализуются на ПЛК и SCADA-форме);
- релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование расхода, уровня и т. п.) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы централизованного управления АС (реализуются на ПЛК и SCADA-форме) и др.

В данном курсовом проекте разработаны следующие алгоритмы АС:

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

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

В качестве канала измерения выберем канал измерения давления в УПСВ. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных измерений, который представлен в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭП.09).

Суть данного алгоритма в формировании сигналов, передача их на местный щит управления в контроллер, выработка управляющих сигналов в случае превышения уставок и передача их на электропривод запорной арматуры, передача сигнала измерения в SCADA систему InTouch, где происходит мониторинг оператором, её запись в архив и построение трендов по полученной информации.

### **2.8.2 Алгоритм автоматического управления технологическим параметром**

В качестве регулируемых параметров технологического процесса выступают уровень газового конденсата и уровень насыщенного метанола в НТС. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования. Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор – устройство в цепи обратной связи, используемое в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально входному сигналу, второе – интеграл входного сигнала, третье – производная входного сигнала.

Объектом управления является участок между точкой измерения уровня и регулирующим органом. Длина этого участка определяется правилами установки датчика и регулирующих органов и составляет обычно несколько метров. Время чистого запаздывания обычно составляет несколько секунд для жидкости; значение постоянной времени – несколько секунд.

$$W(p) = \frac{\Delta L_u(p)}{\Delta F(p)} = \frac{K_o}{T_o P + 1} e^{-\tau_o P},$$

$\Delta L$  - Изменение уровня в НТС

$\Delta F$  - расход жидкости на выходе

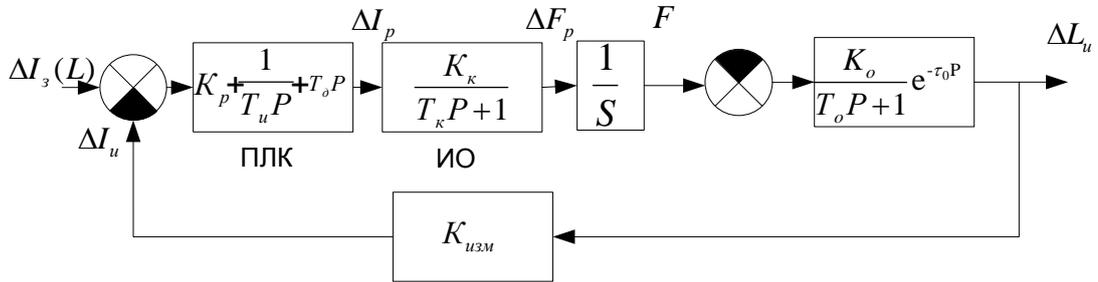


Рисунок 11 - Модель системы в программе MATLAB

Функциональная схема системы поддержания уровня в НТС приведена на рисунке 12:



Рисунок 12 – Функциональная схема системы

С панели оператора задается уровень, который необходимо поддерживать в НТС. ПЛК также подается значение с датчика уровня, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на напряжение питания электропривода задвижки. Задвижка с электроприводом преобразует электрическую энергию в поступательное движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение уровня в НТС.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать уровень на выходе равное 50 см, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает ступенчатое воздействие, которое в момент запуска программы меняет свое значение с 0 до 50.

Модель в Simulink представлена в альбоме схем (ФЮРА). Модель с выделенными блоками показана на рисунке 13.

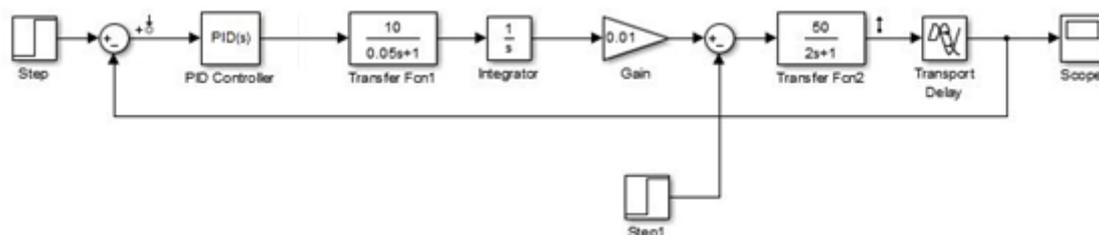


Рисунок 13 – Модель САР в Simulink

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на рисунке 14:

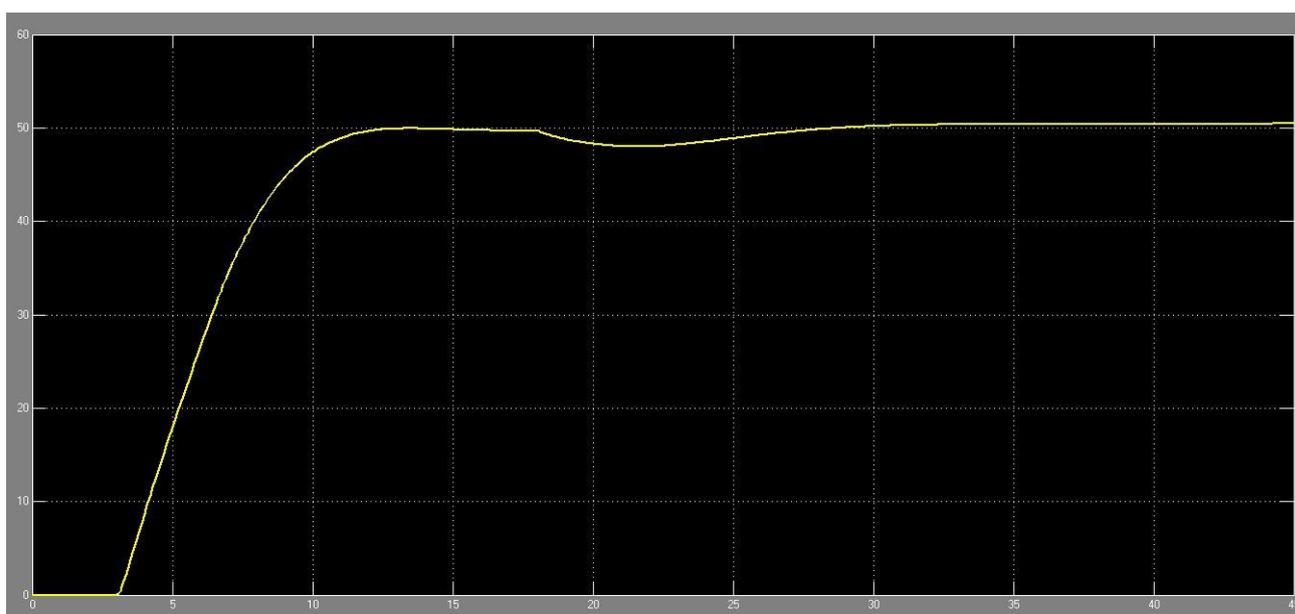


Рисунок 14 – График переходного процесса САР

Из данного графика видно, что перерегулирование отсутствует. Ошибка меньше 1%. На 18 секунде введено возмущающее воздействие. Как видно, система справляется с этим возмущением.

## 2.9 Экранные формы АС НТС

SCADA система InTouch по своей функциональности давно уже переросла рамки традиционной SCADA, и, тем не менее, SCADA это по-

прежнему наиболее востребованная ее часть. Помимо обязательных для любой SCADA системы функций InTouch имеет ряд особенностей, которые выделяют ее из общей массы аналогичных программных продуктов класса SCADA/HMI.

Для программирования алгоритмов управления технологическими процессами в SCADA системе InTouch поддержаны все 5 языков международного стандарта IEC 61131-3 (визуальные и процедурные языки), снабженные средствами отладки. Такой широкий диапазон средств программирования позволяет специалисту любого профиля выбрать для себя наиболее подходящий инструмент реализации любых задач АСУ ТП и АСУП.

SCADA InTouch обладает собственной высокопроизводительной промышленной СУБД реального времени SIAD/SQL оптимизированной на быстрое сохранение данных. Архивные данные SIAD/SQL не только быстро сохраняются, но и подвергаются статистической обработке в реальном времени, а также могут отображаться на мнемосхемах SCADA и использоваться в программах наравне с данными реального времени. SCADA также имеет встроенный генератор отчетов.

Особое внимание в SCADA InTouch уделено возможностям интеграции с базами данных и другими приложениями. Поэтому в эту SCADA встроена поддержка наиболее популярных программных интерфейсов: ODBC, OPC, DDE. Для облегчения настройки взаимодействия с внешними базами данных в интегрированную среду разработки InTouch встроен редактор SQL-запросов. Кроме того, существует возможность подключения компонентов ActiveX, что свидетельствует о высокой степени открытости SCADA-системы.

InTouch является SCADA/HMI системой, система разработки и технической поддержки которой сертифицирована на соответствие ISO 9001:2000.

Основные возможности SCADA-систем:

- сбор первичной информации от устройств нижнего уровня;
- архивирование и хранение информации для последующей обработки (создание архивов событий, аварийной сигнализации, изменения

технологических параметров во времени, полное или частичное сохранение параметров через определенные промежутки времени);

- визуализация процессов;
- реализация алгоритмов управления, математических и логических вычислений (имеются встроенные языки программирования типа VBasic, Pascal, C и др.), передача управляющих воздействий на объект;
- документирование, как технологического процесса, так и процесса управления (создание отчетов), выдача на печать графиков, таблиц, результатов вычислений и др.;
- сетевые функции (LAN, SQL);
- защита от несанкционированного доступа в систему.

Экранная форма приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭП.11).

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

#### **3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности**

##### **3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Установка комплексной подготовки газа (УКПГ), включающая газовый сепаратор — это современный комплекс, который осуществляет подготовку, транспортировку, хранение переработку. Важную роль в этом процессе играет контроль и управление технологическими процессами разделение газожидкостной смеси из автоматического рабочего места.

Потенциальными потребителями результатов этого исследования являются предприятия нефтегазовой промышленности, расположенные на территории Российской Федерации, добывающие и транспортирующие природный газ.

Проведем сегментирование рынка услуг по разработке систем контроля и управлением технологическими процессами разделения газожидкостной смеси по следующим критериям: размер предприятия – заказчика, методика измерения расхода.

В таблице 5 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» - ООО «Газпром газораспределение Томск», «Б» - ОАО «ТомскНИПИнефть», «В» - ПАО «СИБУР»

Таблица 5– Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	+	+	+	-
	Средняя	+	+	+	+
	Крупная	+	+	+	+

Согласно карте сегментирования, можно выбрать следующие сегменты рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний.

### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 6). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления УКПГ, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 6 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП РП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП РП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
<i>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</i>							
Удобство эксплуатации <sup>в</sup>	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Помехоустойчивость	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
Энергоэкономичность	0,08	4	4	2	0,32	0,32	0,16
Надежность	0,1	5	4	2	0,5	0,4	0,2
Простота эксплуатации	0,12	5	4	5	0,6	0,48	0,6
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	1	4	0,2	0,05	0,2
Возможность подключения <sup>в сеть</sup>	0,05	5	1	3	0,25	0,05	0,15

ЭВМ							
<i>Экономические критерии оценки эффективности</i>							
Конкурентоспособность продукта	0,06	2	1	3	0,12	0,06	0,18
Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
Цена	0,1	3	5	1	0,3	0,5	0,1
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,03	2	1	1	0,06	0,03	0,03
Срок выхода на рынок	0,04	2	4	5	0,08	0,16	0,2
Наличие сертификации разработки	0,02	1	3	5	0,02	0,06	0,1
Итого:	1	52	46	50	3,91	3,32	3,31

Согласно оценочной карте можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: цена разработки ниже, повышение надежности и безопасности, простота эксплуатации и интерфейса. Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как помехоустойчивость, меньшая надежность, удобство.

### **3.1.3 SWOT – анализ**

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [17].

На основе анализа рынка и конкурентных технических решений необходимо составить матрицу SWOT-анализа, в которой показаны сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для разработки. Матрица SWOT представлена в таблице 7.

Таблица 7 – SWOT анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>  С1. Простота настройки и эксплуатации системы.  С2. Наличие опытного руководителя  С3.  Высококвалифицированный научный труд  С4. Не требует уникального оборудования</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>  Сл1. Применение только для газовой промышленности  Сл2. Не испытан в работе</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Использование инфраструктуры ТПУ для распространения предложенного проекта.  В2. Получение финансирования для дальнейшего более глубокого исследования.  В3. Возможность применить результаты исследования на других системах в университете.</p>	<p>Простота настройки позволит легко опробовать результаты исследования и на других объектах ТПУ. Относительная дешевизна позволит получить финансирование для дальнейших разработок по данной теме.</p>	<p>Недостаточное количество исследованных методов и не самое высокое качество регулирования может привести к неудовлетворительным результатам на других объектах и системах.</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Развитая конкуренция.  У2. Захват внутреннего рынка иностранными компаниями.</p>		<p>Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

### 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – научный руководитель и студент-проектировщик. Руководитель формулирует цель проекта, предъявляемые к нему требования, осуществляет контроль над его практической реализацией для соответствия требованиям и участвует в стадии

разработки документации и рабочих чертежей. Инженер непосредственно осуществляет разработку проекта.

Планирование комплекса предполагаемых работ заключается в следующем:

- составление перечня работ, необходимых для достижения поставленной задачи;
- определение трудоемкости выполнения каждого этапа;
- построение диаграммы Ганта [17].

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент-проектировщик
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Студент-проектировщик
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-проектировщик
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-проектировщик
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-проектировщик
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент-проектировщик
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, студент-проектировщик
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Студент-проектировщик
	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Студент-проектировщик
	12	Составление схемы информационных потоков	Студент-проектировщик

	13	Разработка схемы внешних проводок	Студент-проектировщик
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Студент-проектировщик
	15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Студент-проектировщик
	16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент-проектировщик
	17	Проектирование SCADA-системы	Студент-проектировщик
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Студент-проектировщик

### 3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для определения трудоемкости выполнения работ необходимо на основе экспертной оценки ожидаемой трудоемкости выполнения каждой работы рассчитать длительность работ в рабочих и календарных днях для каждого из вариантов исполнения работ последующим формулам [17]:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}$$

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}$$

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

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях (округляется до целых);

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

где  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности;

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

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

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

В расчетах учитывается, что календарных дней в 2017 году 365, а сумма выходных и праздничных дней составляет 118 дней. Исходя из этих данных, можно рассчитать, что коэффициент календарности равен 1,48. Все рассчитанные значения представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t min	t max	t ож			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	1	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	1	3,2	5
Изучение существующих объектов проектирования	2	5	3,2	1	3,2	5
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	1	3	1,8	1	1,8	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	4	2,8	1	2,8	4

Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Оценка эффективности полученных результатов	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Определение целесообразности проведения ОКР	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	2	1,4	1	1,4	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Составление схемы информационных потоков	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов сбора данных	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	4	2,8	1	2,8	4
Проектирование SCADA-системы	2	5	3,2	1	3,2	5
Составление пояснительной записки	1	3	1,8	1	1,8	3

На основе таблицы 10 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 15 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 10 – План-график

Вид работ	Исполнители	Продолжительность
-----------	-------------	-------------------

		выполнения работ												
		Февраль	Март			Апрель			Май			Июнь		
		3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	■												
Подбор и изучение материалов по теме	Студент-проектировщик	■												
Изучение существующих объектов проектирования	Студент-проектировщик		■											
Календарное планирование работ	Руководитель		■											
	Студент-проектировщик		■											
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-проектировщик			■										
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-проектировщик			■										
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент-проектировщик				■									
Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель					■								
	Студент-проектировщик					■								
Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель					■								
	Студент-проектировщик					■								
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Студент-проектировщик						■							
Составление перечня вход/выходных сигналов	Студент-проектировщик							■						
Составление схемы информационных потоков	Студент-проектировщик								■					
Разработка схемы внешних проводов	Студент-проектировщик									■				
Разработка алгоритмов сбора данных	Студент-проектировщик										■			
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Студент-проектировщик											■		
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент-проектировщик												■	
Проектирование SCADA–системы	Студент-проектировщик													■
Составление пояснительной записки	Студент-проектировщик													■

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 11 приведены материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15-25% от стоимости материалов [17].

Таблица 11 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер "MicroLogix 1000 "	шт.	1	166 052	207565
Расходомер "MicroMotion 1700"	шт.	2	26687,47	53374,95
Датчики давления "Метран-150 TG"	шт.	1	61154,7	61154,7
Преобразователь температуры "Метран-286"	шт.	1	54 100	54 100
Датчик уровня "Rosemount 5300"	шт.	3	219734,6	659204
Датчик перепада давления "Метран-150 CD"	шт.	1	55 471	55 471
Электропривод "ЭРА-10"	шт.	2	193006,8	386013,6
Итого:				1476883,25

#### 3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования контроллера фирмы InTouch SCADA. В таблице 12 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ [17]:

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
InTouch SCADA	1	45760	45760
Итого:			45760

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премииальный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Зарботная плата основная
Руководитель	23264,86	0,3	0,2	1,3	45366,5	2278,50	4	9113,98
Инженер	7800	0,3	0,5	1,3	18252	916,69	39	35751,00
Итого:								44864,99

### 3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [17]:

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 9113,98 = 1367,09$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 35751 = 5362,65$$

### 3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 14:

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	9113,98	1367,09
Инженер	35751	5362,65
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Итого:	13549,22	2032,39

### 3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле [17]:

$$Z_{\text{накл}} = (1476883,25 + 45760 + 44864,99 + 6729,74 + 15581,61) \cdot 0,016 \\ = 25187,80$$

Где 0,016 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1476883,25
2. Затраты на специальное оборудование	45760
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44864,99
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6729,74
5. Отчисления во внебюджетные фонды	15581,61
6. Накладные расходы	25187,80
7. Бюджет затрат НИИ	1648561,11

## **4 Социальная ответственность**

Одним из национальных приоритетов для сохранения человеческого капитала является обеспечение безопасности жизни и здоровья работников во время трудовой деятельности [18]. Для этого требуется постоянное улучшение условий и охраны труда, экологической и промышленной безопасности.

Соответствующие контролирующие органы, а именно: Правительство РФ, Федеральная служба по труду и Государственные инспекции труда обеспечивают соблюдения требований охраны труда на предприятиях.

Несмотря на это, требуется постоянное совершенствование системы страхования от несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний. Также существует необходимость в создании страховых тарифов в зависимости от условий труда и уровня его охраны на рабочих местах [18].

Специальная оценка условий труда осуществляется согласно [19].

Объектом исследования является газовый сепаратор, позволяющий разделять поступающее сырье на три составляющие: газовая, состоящую из метана и этана, газовый конденсат и метанол. При эксплуатации данной установки возможно возникновение следующих опасностей для работающего персонала:

- Наличием в системе большого количества легковоспламеняемых веществ (метан, этан, газовый конденсат, метанол);
- Наличием в системе высоких температур и давления;
- Наличием высокого напряжения в электросетях (380 и 660 В).
- Необходимостью обслуживания запорной арматуры, расположенной на высоте.

### **4.1 Производственная безопасность**

Во время работы на установки сепарации на человека воздействуют следующие опасные и вредные производственные факторы: вредные химические вещества, шум и вибрация, недостаточная освещенность рабочего места, а также персонал подвергается механической, термической, электрической и пожаровзрывоопасностям. Поэтому большое значение имеет правильное обустройство рабочих мест персонала. .

## 4.1.1 Анализ вредных факторов

### 4.1.1.1 Вредные вещества

В процессе сепарации используются химически вредные вещества:

- Метан;
- Этан;
- Газовый конденсат;
- Метанол.

В таблице 16 представлен перечень вредных веществ и класс опасности, согласно [20].

Таблица 16 – Характеристика токсичных свойств веществ

Наименование вредных веществ	Класс опасности [3]	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Характеристика токсичности (воздействие на организм человека)
Метанол	3	5	Яд, отравление сопровождается головокружением, тошнотой, угнетением центральной нервной системы, расстройством зрения до полной слепоты.
Газовый конденсат	4	300	Контакт с КГС оказывает вредное воздействие на центральную нервную систему, вызывает раздражение кожного покрова, слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей.
Метан, этан	4	300	Действует наркотически, учащается пульс, увеличивается объем дыхания, ослабление внимания, нарушение координации, потеря сознания.

В соответствии с законодательством РФ, рабочие и служащие, по роду своей деятельности связанные с вредными и опасными условиями труда, должны в обязательном порядке проходить медицинский осмотр. Производственные помещения должны быть укомплектованы аптечками для оказания первой доврачебной помощи.

Каждый работник или посетитель производства обеспечивается следующими средствами защиты:

- головы (каска);

- органов дыхания (изолирующие дыхательные аппараты, противогазы, респираторы);
- лица и органов зрения (лицевые щитки, защитные очки, прозрачные экраны);
- кожи рук (защитные перчатки, рабочие рукавицы).

#### **4.1.1.2 Повышенный уровень шума и вибрации**

Одной из форм физического (волнового) загрязнения, адаптация к которой невозможна, является шум. Шумом называется комплекс распространяемых в воздухе беспорядочных звуковых колебаний различной физической природы, выходящий за пределы звукового комфорта. .

При постоянном воздействии шума с уровнем звукового давления 70дБ происходят изменения в нервной системе, а также изменения слуха, зрения, состава крови.

Шум с уровнем давления более 90дБ приводит к болезням нервно-психического характера и ухудшению слуха вплоть до полной глухоты (свыше 110дБ). Шум с высокой частотой колебания (20Гц-20кГц и выше) и случайной величиной амплитуды оказывает вредное влияние на организм человека и может вызвать шумовую болезнь, которая характеризуется тугоухостью, гипертонией (гипотонией), головными болями.

В зонах с октавными уровнями давления выше 135дБ запрещается даже кратковременное пребывание. .

Допустимые уровни звука и эквивалентные уровни следующие:

- помещения управления, рабочие комнаты – 55 дБА;
- постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятия - 80 дБА.

Обслуживающему персоналу сепаратора выдаются противошумные наушники, которые снижают шумовую нагрузку на 20-30 дБА и таким образом, при обходе и ремонте оборудования шумовая нагрузка не превысит нормативную 80 дБА.

С целью снижения шума от работающего технологического оборудования предусмотрены следующие мероприятия:

- все агрегаты размещены в полностью автоматизированных и не требующих постоянного присутствия обслуживающего персонала блоках;
- для снижения аэродинамического шума все вентиляционное оборудование устанавливается на виброизолирующих основаниях и снабжается мягкими вставками на всасывании и нагнетании;
- на воздуховодах приточных и вытяжных систем на выходе их из вентиляционных камер устанавливаются шумоглушители, уменьшающие шум до нормируемых параметров;
- размещение рабочих мест, машин и механизмов осуществлено таким образом, чтобы воздействие шума на персонал было минимальным;
- для уменьшения механического шума предусматривается своевременно проводить ремонт оборудования, шире применять принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку вращающихся частей [21].

Вибрация, также как и шум, является загрязнителем окружающей среды. Вибрация представляет собой процесс распространения механических колебаний в твердом теле.

Вибрация по способу передачи телу человека подразделяется на общую (воздействие на все тело человека) и локальную (воздействие на отдельные части тела – руки или ноги).

Вибрация оказывает вредное воздействие на организм человека, может вызвать заболевание суставов и мышц, нарушить двигательные рефлексы организма. Постоянная вибрация повышенного плана, кроме того, вызывает у работающих раздражительность и другие неприятные ощущения.

Длительное воздействие вибрации ведет к развитию профессиональной вибрационной болезни.

Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов, которые начинаются с концевых фаланг пальцев рук и распространяются на всю кисть, предплечье, захватывают сосуды сердца.

В настоящее время предельно допустимые величины общей вибрации на рабочих местах регулируются санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и ГОСТ'ом - 12.1.012 - 90.

Уровни вибрации не должны превышать значений, представленных в таблице 17.

Таблица 17 - Пределы уровней вибрации

Вид вибрации	Нормативные эквивалентные корректированные значения	
	виброускорения, дБ	виброскорости, дБ
Локальная	126	112
Общая	100	92

Основным способом обеспечения вибробезопасности является создание и применение вибробезопасных машин, что обеспечивается применением методов, снижающих вибрацию в источнике возбуждения. При проектировании промышленных объектов, других элементов производственной среды, а так же разработке технологических процессов используются методы, снижающие вибрацию на путях ее распространения от источника возбуждения.

С целью снижения вибрации от работающего технологического оборудования предусмотрены следующие мероприятия:

- все агрегаты размещены в полностью автоматизированных и не требующих постоянного присутствия обслуживающего персонала блоках;
- размещение рабочих мест, машин и механизмов таким образом, чтобы воздействие вибрации на персонал было минимальным;
- опасные с точки зрения вибрации участки выделяются надписями, предупреждающими знаками, окраской и т. П [22].

## **4.1.2 Анализ опасных факторов**

### **4.1.2.1 Механические опасности**

Источников механической опасности на установке сепарирования может быть огромное количество. Например, аппараты установки имеют огромные размеры, их обслуживание и ремонт в связи с этим очень затруднителен и травмоопасен (ремонт на большой высоте и т.д.). В ходе эксплуатации установки может случиться взрыв или пожар. В связи с этим, работники могут пострадать от осколков, обломков или ударной волны. Наличие в системе высокого давления и температуры может служить причиной для травм.

Для предотвращения производственных травм, работники должны строго соблюдать правила поведения на производственных площадках, а также инструкции по эксплуатации оборудования то есть должен соблюдаться регулярный ремонт и диагностика оборудования.

При нахождении в опасной зоне необходимо использование защитной одежды, перчаток, очков, каски.

В случае механической опасности, работники должны как можно быстрее на нее среагировать и принять все необходимые меры для ее устранения [23].

### **4.1.2.2 Термические опасности**

Источником термической опасности на данной установке являются низко температурный сепаратор, эксплуатирующийся при температуре -30...-25°C. Нарушение герметичности оборудования, приводит к получению обморожения.

Для того чтобы избежать термических повреждений, нужно следовать инструкции при эксплуатации оборудования.

Используемые средства защиты:

- лицевые щитки, защитные очки, прозрачные экраны;
- защитные перчатки, рабочие рукавицы;

- спецодежда;
- каски.

#### **4.1.2.3 Электрический ток**

Поражение электрическим током возможно в следующих условиях: при использовании оборудования с поврежденной изоляцией, в случае, когда человек касается включенного в сеть поврежденного участка электрической проводки (например, питающего прибор шнура и потенциально опасных частей устройств), либо стоит на токопроводящем полу и прикасается металлической части прибора с поврежденной изоляцией и включенным в сеть [24,25]. .

Для предотвращения электрического травматизма рабочих, необходимо соблюдение следующих мероприятий: расстояния до токоведущих частей должны быть соблюдены, для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям должны применяться блокировки аппаратов и ограждающих устройств, а также предупреждающие сигнализации, надписи и плакаты, устройства для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений, средства защиты.

На данной установке источник питания имеет металлический кожух, исключающий возможность прикосновения к токоведущим частям, кроме этого, имеется зануление. .

#### **4.1.2.4 Пожаровзрывоопасность**

Поскольку на установке используются такие вещества, как газовый конденсат, метанол и углеводородные газы, имеющие широкий предел взрываемости, то при взаимодействии с кислородом существует опасность взрыва или пожара.

К основным причинам пожаров можно отнести следующие:

- аварийная разгерметизации оборудования;
- небрежных действий персонала;
- неправильной организации проведения огневых, газоопасных работ;

- короткие замыкания в цепях систем автоматики;
- несоблюдение правил пожарной безопасности (курение и т. п.).

Пожарная безопасность установки комплексной подготовки газа (УКПГ) должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения утечки газа;
- технологический процесс осуществляется в герметичном оборудовании;

- предотвращения образования на территории УКПГ горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;

- на наружных площадках и в помещениях при наличии оборудования, содержащего Л ВЖ, предусмотрены газоанализаторы, с сигнализацией до взрывных концентраций;

- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход газа из резервуаров, оборудования, трубопроводов;

- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего УКПГ, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и загораний.

- проведение инструктажей по пожарной безопасности;

- по окончании работы производится отключение электрооборудования, освещения и электропитания;

- использование только исправного оборудования;

- курение в строго отведенном месте;

- назначение ответственного за пожарную безопасность помещения;

- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии;

- технологический процесс осуществляется в герметичном оборудовании;

К первичным средствам пожаротушения относятся: огнетушители (порошковые, углекислотные и др.), ящики с песком, асбестовое полотно, вода.

Они должны быть в исправном состоянии и окрашены в красный цвет. Эти средства позволяют своевременно ликвидировать очаг возгорания.

## **4.2 Экологическая безопасность**

### **4.2.1 Воздействие на атмосферу**

В ходе эксплуатации сепаратора возможно загрязнение атмосферы следующими выбросами вредных веществ:

- выбросы от маслосклада, от воздушника дренажной емкости, выбросы от вентиляции, с компрессоров и т.д. (углеводородные газы).
- выбросы технологических систем в атмосферу (газ, конденсат, метанол);

В соответствии с Законом РФ о государственном предприятии, природоохранные мероприятия должны полностью компенсировать отрицательное воздействие деятельности предприятия на окружающую среду.

На установке предусмотрены следующие мероприятия для защиты окружающей среды:

- герметичность оборудования для проведения технологического процесса, что позволяет минимизировать неорганизованные выбросы за счёт неплотностей технологического оборудования;
- сброс газообразных продуктов в закрытую факельную систему через факельный сепаратор.

### **4.2.2 Воздействие на гидросферу**

Данное производство оказывает негативное влияние на гидросферу, основным источником опасности для окружающей среды, в данном случае являются:

- химзагрязненные стоки;
- дождевые и талые воды;

Для защиты окружающей среды используют заводские очистные сооружения.

Установка сепарирования не оказывает негативного воздействия на растительный и животный мир, поскольку этот вопрос решён при строительстве основных производственных объектов.

#### **4.2.3 Воздействие на литосферу**

На данном производстве осуществляется ежегодный плановый ремонт оборудования и чистка трубопроводов, сепаратора, и контактных поверхностей от шлама, который необходимо утилизировать. Кроме этого утилизации подлежит замазученная ветошь. Утилизация данных отходов оказывает негативное влияние на литосферу. Для утилизации необходимо использовать контейнеры для ветоши, проводить захоронение на специальных полигонах для промышленных отходов. .

#### **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

При возникновении чрезвычайной ситуации необходимо проведение мероприятий, представляющих собой спасательные работы и неотложные аварийно-восстановительные работы в очаге поражения. Данные мероприятия проводятся согласно положению комплекса государственных стандартов по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации и определены в [26].

На установке сепарирования, для возникновения чрезвычайной ситуации, возможны следующие нарушения: прекращение подачи сырья, электроэнергии; остановка газовых либо воздушных нагнетателей; нарушение герметичности соединений трубопроводов, аппаратов или их разрыв; неисправность системы автоматизации процесса.

При возникновении аварийной ситуации персонал должен незамедлительно сообщить об аварийной ситуации диспетчеру, начальнику установки и, руководствуясь "Планом локализации аварийных ситуаций" (ПЛАС), принять соответствующие меры по ликвидации аварии.

Во избежание отравления ядовитыми парами необходимо использовать СИЗ. .

Кроме того, рабочим должны проводиться обучение и проверка знаний требований безопасности труда в соответствии с [27] для исключения возможности несчастных случаев.

Типичной ЧС для газа - нефтехимического производства является пожар, это обуславливается широким спектром горючих веществ, используемых в производстве.

Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации [27].

Спасательные и другие неотложные работы в очагах поражения состоят из:

- разведки очага поражения, по результату которой получают истинные данные о сложившейся обстановке, определяют объем работ, способ ведения спасательных и аварийных работ, план ликвидации последствий ЧС;
- эвакуацию людей из опасных зон и оказание им первой медицинской помощи, а также поиск и освобождение из-под завалов пострадавших;
- локализацию и тушение пожара;
- санитарную обработку людей, транспорта, зданий, сооружений и промышленных объектов;
- аварийно-восстановительные работы на объекте.

Неотложные мероприятия, необходимые для проведения спасательных работ:

- оборудование временных путей движения транспорта;
- локализация аварий на сети коммунально-энергетических систем;
- восстановление сооружений и участков энергетических и водопроводных сетей;

Выполнение спасательных работ проводится только специально обученными спасательными формированиями из числа работников промышленного объекта.

В случае выброса в атмосферу токсичных химических веществ проводят обеззараживание и санитарную обработку.

На промышленных предприятиях для защиты человека необходимо применять средства индивидуальной защиты (СИЗ), которые подразделяются на

СИЗ повседневного использования и СИЗ кратковременного использования [28].

Территориальный орган Росгидромета выполняет общее наблюдение за состоянием окружающей среды, проводя контроль атмосферы, гидросферы, почвы и работы газоочистных и пылеулавливающих установок. Правила контроля состояния окружающей среды установлены государственными стандартами.

В случае стихийного бедствия или военного конфликта необходимо эвакуироваться. При стихийном бедствии необходимо оповестить всех работников об угрозе возникновения бедствия. Для предотвращения стихийных бедствий и максимального снижения их последствий необходимо: строгое соблюдение специфических мер безопасности, оповещение населения, специальная подготовка и оснащение формирований, оказание своевременной медицинской помощи пострадавшим.

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

Каждый гражданин РФ имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, и на охрану здоровья [30].

Удобная поза и свобода трудовым движениям обеспечивается правильным расположением и компоновкой рабочего места. Кроме этого, при использовании оборудования, отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии, трудовой процесс становится эффективней, уменьшается утомляемость и предотвращается опасность возникновения профессиональных заболеваний.

При неправильном положении тела сотрудника на рабочем месте возникает быстрая статическая усталость, снижается качество и скорость выполняемой работы, реакция на опасность. В качестве оптимальной рабочей позы принимается поза, при которой работник не наклоняется вперед свыше 10...15°.

При работе, увеличивается нагрузка на мышцы нижних конечностей, и, тем самым, происходит увеличение энергозатрат на 6...10 % по сравнению с сидячим положением. Но при работе сидя, могут возникнуть застойные явления в органах таза, затруднение работы органов кровообращения и дыхания [29].

Также, для верной организации процесса, необходимо учитывать психофизиологические особенности человека.

Существенное влияние на эффективность работы оператора оказывает правильный выбор типа и размещение пультов управления процесса. При этом необходимо учитывать, что в горизонтальной плоскости зона обзора без поворота головы составляет  $120^\circ$ , с поворотом –  $225^\circ$ ; оптимальный угол обзора по горизонтали без поворота головы –  $30\text{--}40^\circ$  (допустимый  $60^\circ$ ), с поворотом –  $130^\circ$ . Допустимый угол обзора по горизонтали оси зрения составляет  $130^\circ$ , оптимальный  $-30^\circ$  вверх и  $40^\circ$  вниз [29].

Расположение приборных панелей должно быть таковым, чтобы плоскости лицевых частей индикаторов находились перпендикулярно линиям взора оператора, а необходимые органы управления находились в пределах досягаемости. Наиболее важные органы управления следует располагать спереди и справа от оператора.

Для лучшего отличия органов управления, они должны иметь разную форму и размер, а также быть окрашены в разные цвета либо иметь маркировку. Для быстрого управления рычагами, необходимо, чтобы они имели рукоятки различной формы, что позволяет управлять процессом, не отрывая глаз от работы.

## **Заключение**

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана система автоматизации блока сепаратора низкотемпературного.

В ходе работы был изучен технологический процесс низкотемпературной сепарации, разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации НТС, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Система телемеханики, диспетчерского контроля и управления были спроектированы на базе полевых устройств компании Emerson Process Management, промышленных контроллеров MicroLogic 1200 и SCADA-системы InTouch.

В данной выпускной работе разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств в щит управления и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить.

Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы управления сбором данных и алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД-регулятор). В заключительной части работы были разработаны экранные формы технологического процесса.

Таким образом, спроектированная система автоматизации удовлетворяет текущим требованиям и успешно внедряется на существующих установках комплексной подготовки газа.

## Список используемой литературы

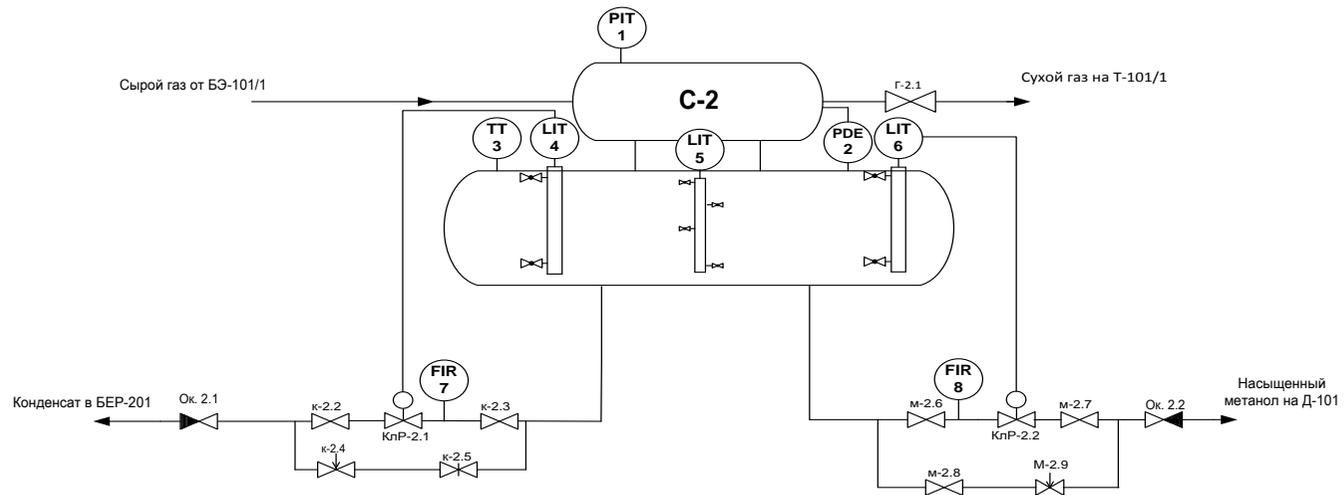
- 1 Технологический регламент УСГКМ.
- 2 ГОСТ 21.208-93 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. М.: Стандартинформ, 2014.– 30с.
- 3 Громаков Е.И. Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: Учебно-методическое пособие. ТПУ – 2009.
- 4 ГОСТ Р ИСО / МЭК ТО 10000-3-99. Информационная технология. Основы и таксономия функциональных стандартов. Часть 3. Принципы и таксономия профилей среды открытых систем.
- 5 ISO / IEC TR 14252:1996. Information Technology. Guide to the POSIX Open System Environment (OSE).
- 6 Спецификация контроллера фирмы Allen Bradley. URRL: <http://www.prosoft.ru/products/brands/siemens/416863/>
- 7 Руководство по эксплуатации Метран 150TG, 150CD
- 8 Спецификация уровнемера Rosemount 5300. URRL: <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Rosemount%20Documents/00809-0107-4530.pdf>
- 9 Спецификация датчика температуры Метран-286. URRL: [http://www.metran.ru/netcat\\_files/1021/991/Metran\\_281\\_286\\_288.pdf](http://www.metran.ru/netcat_files/1021/991/Metran_281_286_288.pdf)
- 10 Спецификация регулирующего клапана Fisher с приводом GX. URRL: [http://www.metran.ru/netcat\\_files/941/908/Fisher\\_Reguliruyuschiy\\_klapan\\_i\\_privod\\_GX.pdf](http://www.metran.ru/netcat_files/941/908/Fisher_Reguliruyuschiy_klapan_i_privod_GX.pdf)
- 11 Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – С.464
- 12 Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – С.247

- 13 ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995. – С.44
- 14 Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – С.197
- 15 Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – С.376
- 16 Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – С.311
- 17 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсо-сбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Се-рикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
- 18 Генеральное соглашение между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014 - 2016 годы от 25 декабря 2013 г (с изм. от 29.12.2016)., С.14
- 19 О специальной оценке условий труда: Федеральный закон Российской Федерации N 426-ФЗ от 28 декабря 2013 г.: // Российская газета – 2013. – 30 декабря. – С.3
- 20 ГОСТ 12.1.007. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 21 ГОСТ 12.1.003-89. Шум. Общие требования безопасности.
- 22 ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования.
- 23 «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы: санитарно-эпидемиологические правила СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03: утверждены

- Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30 мая 2003 // Постановление о введении. – 2003. – 3 июня. – 18 с.
- 24 ГОСТ 12.1.002–84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни и требования к проведению контроля на рабочем месте [Текст].-введ. 01.01.1986.- М.: Стандартинформ, 2009. – 7 с.
- 25 СанПиН 2.2.4.1191-03.Электромагнитные поля в производственных условиях зданий [Электронный ресурс]. - Режим доступа [www.URL: http://www.vrednost.ru/2241191-03.php](http://www.vrednost.ru/2241191-03.php)
- 26 ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения [Текст]. - введ. 01.01.1995.- М.: Издательство стандартов, 1994. – 11 с.
- 27 ГОСТ 12.0.004-90. Организация обучения безопасности труда [Текст]. - введ. 01.07.1991.- М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.
- 28 Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности и др. 7-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2007. — 616 с.
- 29 Комплекс упражнений на рабочем месте за компьютером [Электронный ресурс] / Соло на клавиатуре. – Электрон. дан. –ООО «ЭргоСоло», 2014. URL: [http://ergosolo.ru/reviews/health/office\\_exercises/](http://ergosolo.ru/reviews/health/office_exercises/), свободный. – Загл. с
- 30 Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]. - Режим доступа [www. URL: http://www.consultant.ru/popular/cons](http://www.consultant.ru/popular/cons)

# Приложение А. Функциональная схема

ФЮРА.425280.001.ЭП.01



				ФЮРА.425280.001.ЭП.01		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Степанов А.В.					
Пров.					Лит.	Масштаб
Т.контр					у	
Н.контр					ТПУ ИнЭО 3-8Т21	
Уте.						
Функциональная схема						

## Приложение Б. Таблица перечня вход/выходных сигналов

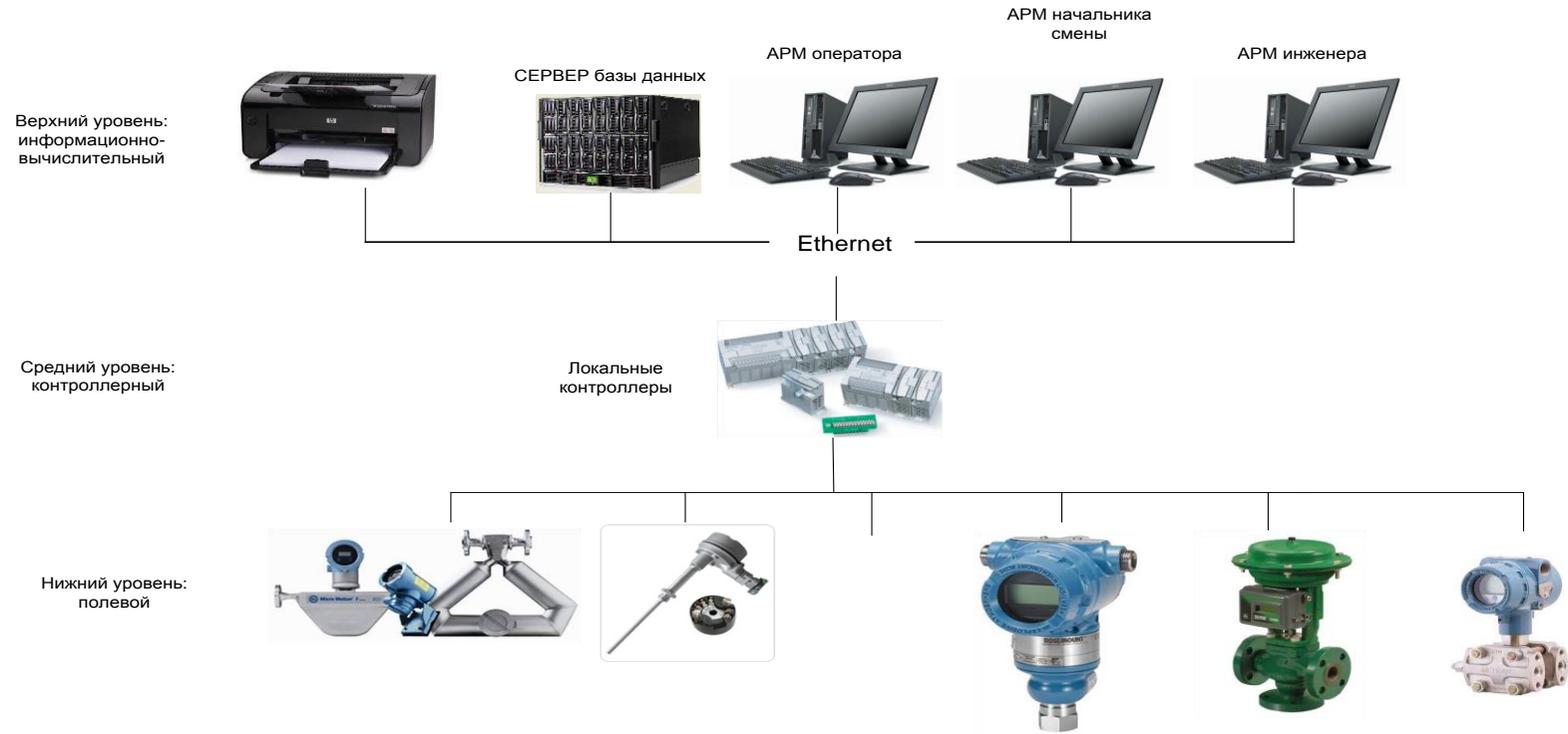
ФЮРА.425280.001.ЭП.02

N n/n	Наименование аппарата, агрегата	Наименование параметра, сигнала	Позиция, обознач. по схеме	Тип датчика источника сигнала	Диапазон изменения сигнала, градуй- ровка	Пределы измерения параметра	Параметры предупредительной и аварийной сигнализации
<b>Аналоговые входные сигналы</b>							
1	Сепаратор низкотемпературный С-102/1	Температура	ТТ поз. 3-1	Метран-286	-50...+100 °С	Н - -25°С L - -30°С	
2	Сепаратор низкотемпературный С-102/1	Давление	РПТ III поз. 1-1	Метран-150	0...16 МПа	НН – 7,0 МПа	
3	Сепаратор низкотемпературный С-102/1	Перепад давления	РДПТ III поз. 2-1	Метран-150	0...16 кПа	НН – 6,0 кПа	
4	Сепаратор низкотемпературный С-102/1	Уровень конденсата	LIT <sup>H</sup> <sub>L</sub> поз. 4-1	Rosemount 5301	200...450мм	LL – 316мм 350мм	Регулирование КлР.2.1
5	Сепаратор низкотемпературный С-102/1	Уровень метанола	LIT <sup>H</sup> <sub>L</sub> поз. 6-1	Rosemount 5301	100...300мм	245мм	Регулирование КлР.2.2
6	Сепаратор низкотемпературный С-102/1	М/ф уровень	LIT <sup>H,III</sup> <sub>LL</sub> поз. 5-1	Rosemount 5302	100...200мм	НН – 200мм	НН= 200мм LL= 100мм
7	Сепаратор низкотемпературный С-102/1	Расход конденсата газового	FIT 7-1	«Micro Motion»	1200...7000 кг/ч	2400...6000 кг/ч	
8	Сепаратор низкотемпературный С-102/1	Расход метанола насыщенного	FIT 8-1	«Micro Motion»	10...70 кг/ч	6...60 кг/ч	
9	Клапан КлР.2.1	Положение клапана КлР.2.1	поз. 9-1	ЭРА-10	0...100 %	0...100 %	
10	Клапан КлР.2.2	Положение клапана КлР.2.2	поз. 10-1	ЭРА-10	0...100 %	0...100 %	
<b>Аналоговые выходные сигналы</b>							
	Клапан КлР.2.1	Управление клапаном КлР.2.1		MicroLogic 1200	0...100 %	0...100 %	
	Клапан КлР.2.2	Управление клапаном КлР.2.2		MicroLogic 1200	0...100 %	0...100 %	

				ФЮРА.425280.001.ЭП.02		
Изм/Лист	№ док.	Подп.	Дата	Перечень входных и выходных сигналов		
Разраб.	Степанов А.В.					
Пров.						
Т.контр						
Н.контр						
Уте.				ТПУ ИнЭО 3-8Т21		

# Приложение В. Трехуровневая система АС

ФЮРА.425280.001.ЭП.03



					ФЮРА.425280.001.ЭП.03			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Трехуровневая структура АС	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Степанов А.В.				у		
Прое.								
Т.контр								
Н.контр								
Утв.						ТПУ ИнЭО 3-8Т21		

# Приложение Г. Обобщенная структура управления АС.

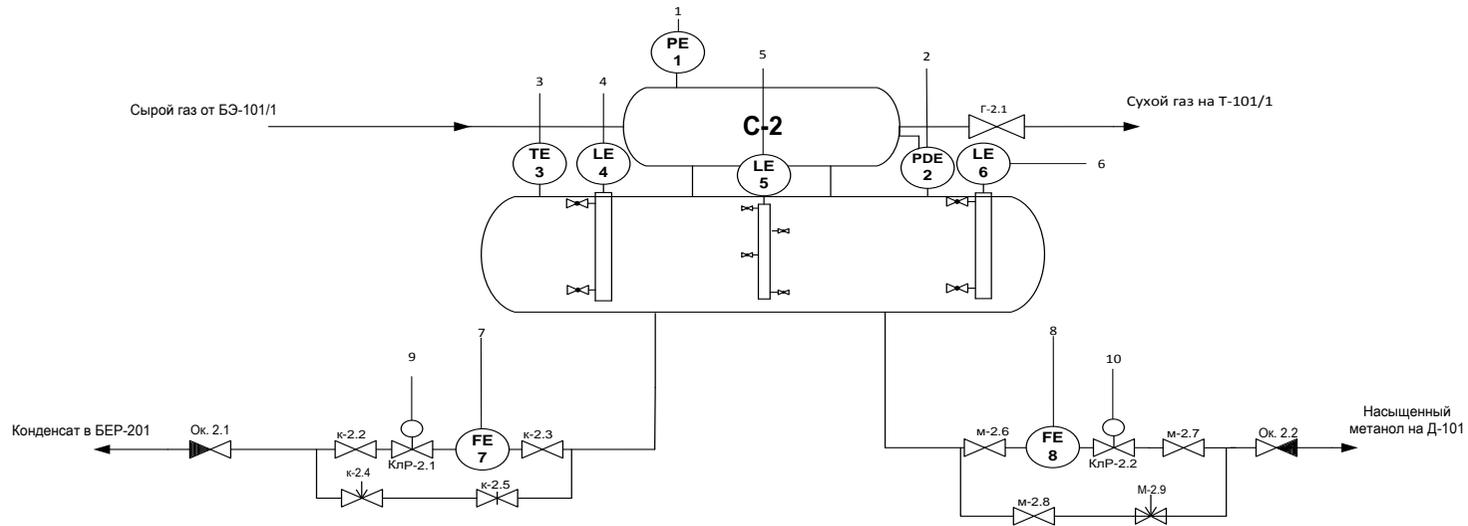
ФЮРА.425280.001.ЭП.04



				<b>ФЮРА.425280.001.ЭП.04</b>		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.		Степанов А.В.				
Пров.						
Т.контр						
Н.контр						
Уте.						
Обобщенная структура АС					Лит.	Масштаб
					у	
					ТПУ ИнЭО 3-8Т21	

# Приложение Д. Функциональная схема автоматизации по ГОСТ

ФЮРА.425280.001.ЭП.05

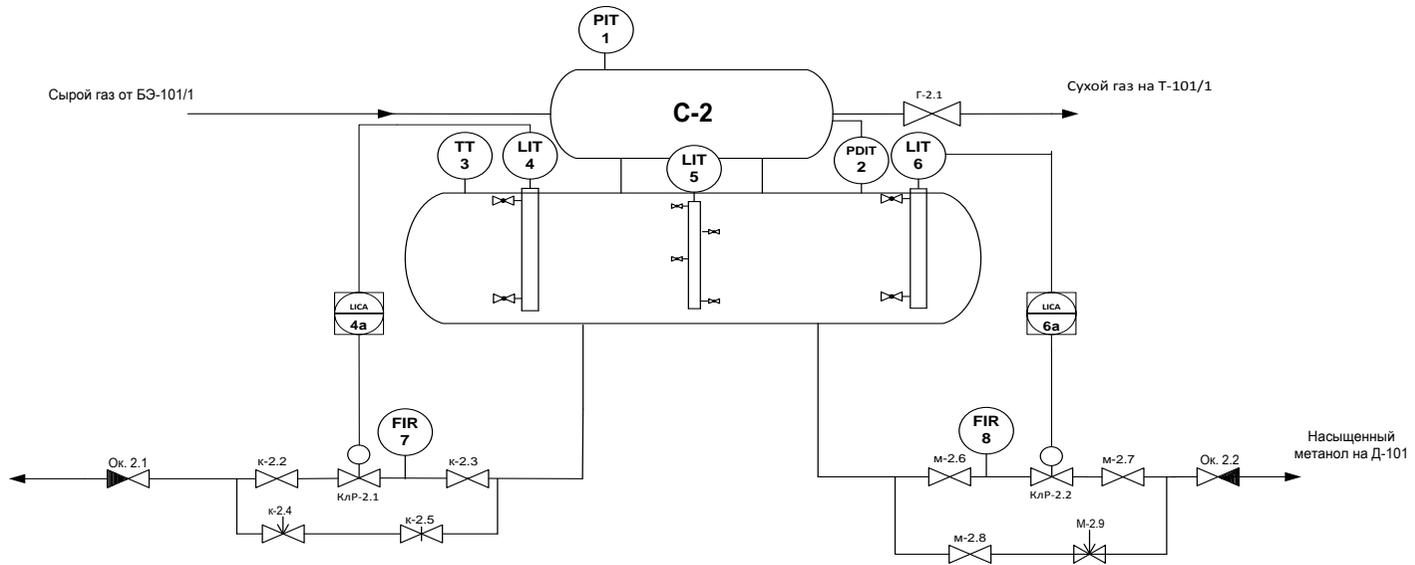


	1	2	3	4	9	5	6	10	7	8	
Преобразователи по месту	PT 1-1	PT 2-1	TT 3-1	LT 4-1	---	LT 5-1	LT 6-1	---	FT 7-1	FT 8-1	
Блок-боксы PCU	PIRA 1-2	PDIRA 2-2	TIRA 3-2	LIRA 4-2	LC 4-3	LIRA 5-2	LIRA 6-2	LC 6-3	FIR 7-2	FIR 8-2	
SCADA	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	мониторинг
											регистрация
											регулирование

				<b>ФЮРА.425280.001.ЭП.05</b>		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Степанов А.В.				
	Пров.					
	Т.контр					
	Н.контр					
	Умв.					
					<b>Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-13</b>	
					Лит.	Масштаб
					у	
					ТПУ ИнЭО 3-8Т21	

# Приложение Е. Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA

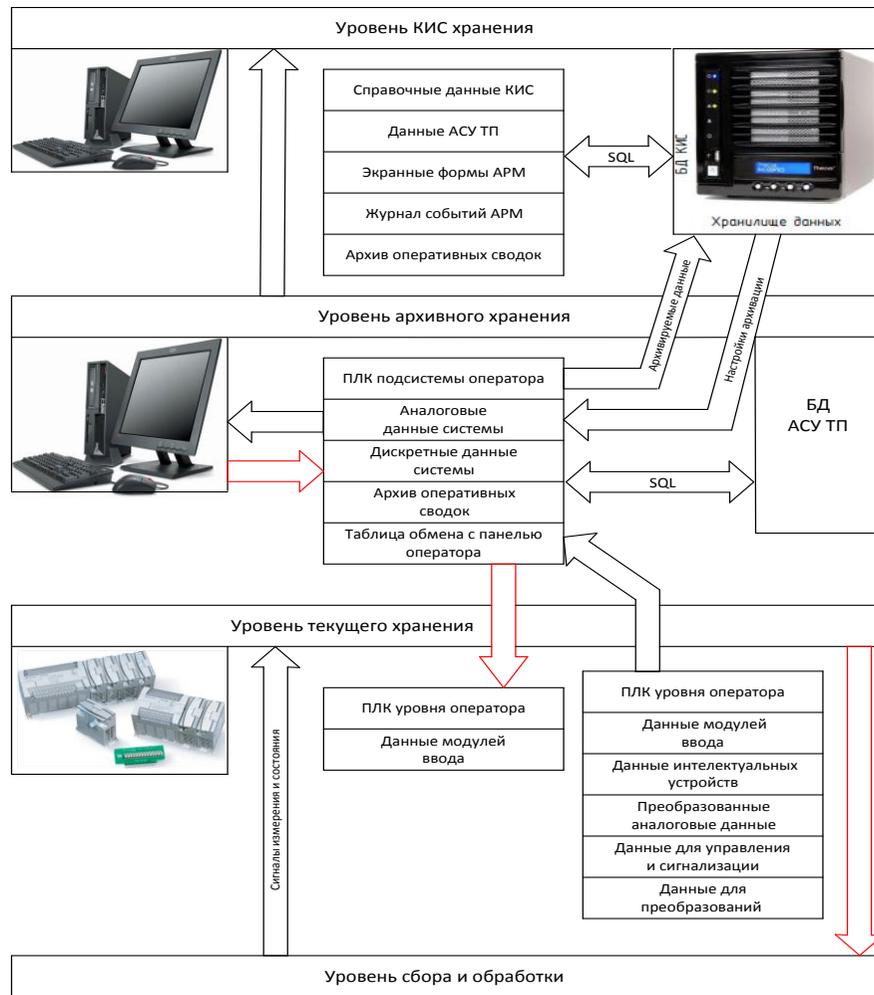
ФЮРА.425280.001.ЭП.06



				<b>ФЮРА.425280.001.ЭП.06</b>		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.		Степанов А.В.			Лит.	Масштаб
Прое.					у	
Т.контр					ТПУ ИнЭО 3-8Т21	
Н.контр						
Уте.						
Функциональная схема ANSI						

# Приложение Ж. Схема информационных потоков

ФЮРА.425280.001.ЭП.07



Данные и состояния  
 Команды управления, данные настройки

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Степанов А.В.		
Пров.				
Т.контр				
Н.контр				
Утв.				

ФЮРА.425280.001.ЭП.07

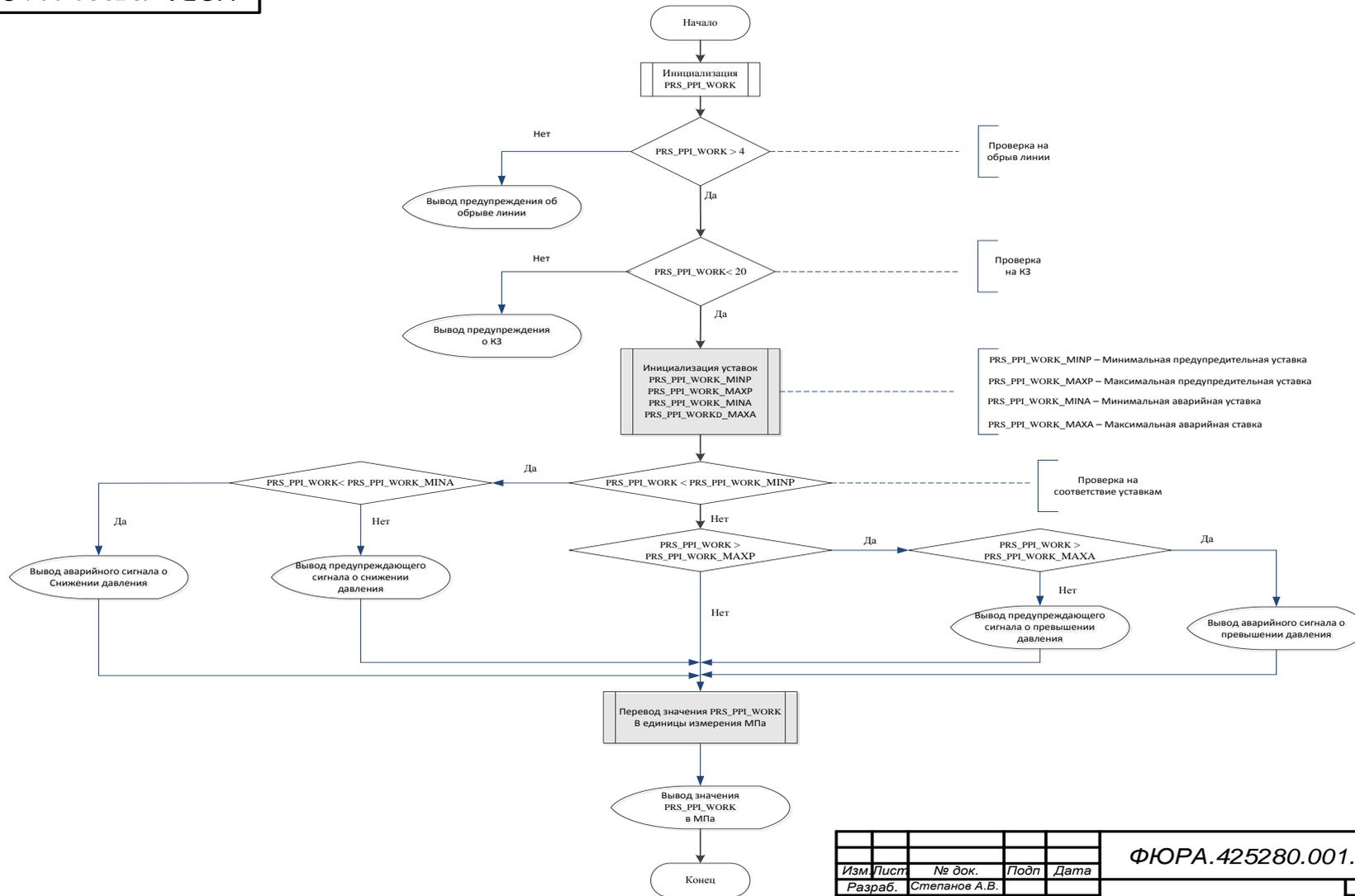
Схема информационных потоков

Лит.	Масса	Масштаб
У		
ТПУ ИнЭО 3-8Т21		



## Приложение II. Алгоритм сбора данных измерений

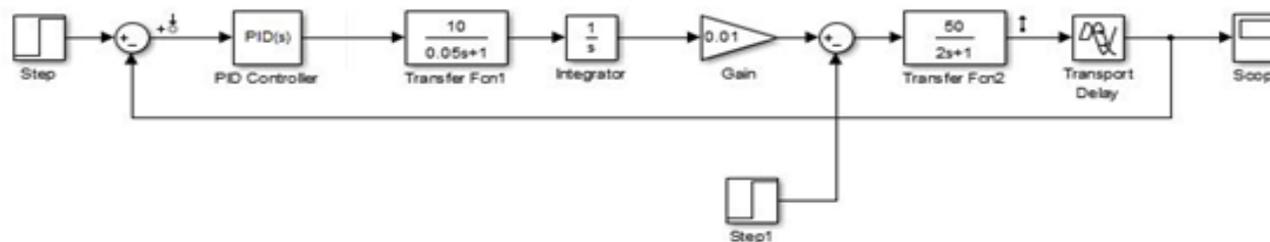
ФЮРА.425280.001.ЭП.09



						<b>ФЮРА.425280.001.ЭП.09</b>				
<i>Изм. Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				<b>Алгоритм сбора данных</b>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>	Степанов А.В.					у				
<i>Прое.</i>										
<i>Т.контр</i>										
<i>Н.контр</i>										
<i>Утв.</i>							ТПУ ИнЭО 3-8Т21			

## Приложение К. Структурная схема автоматического регулирования

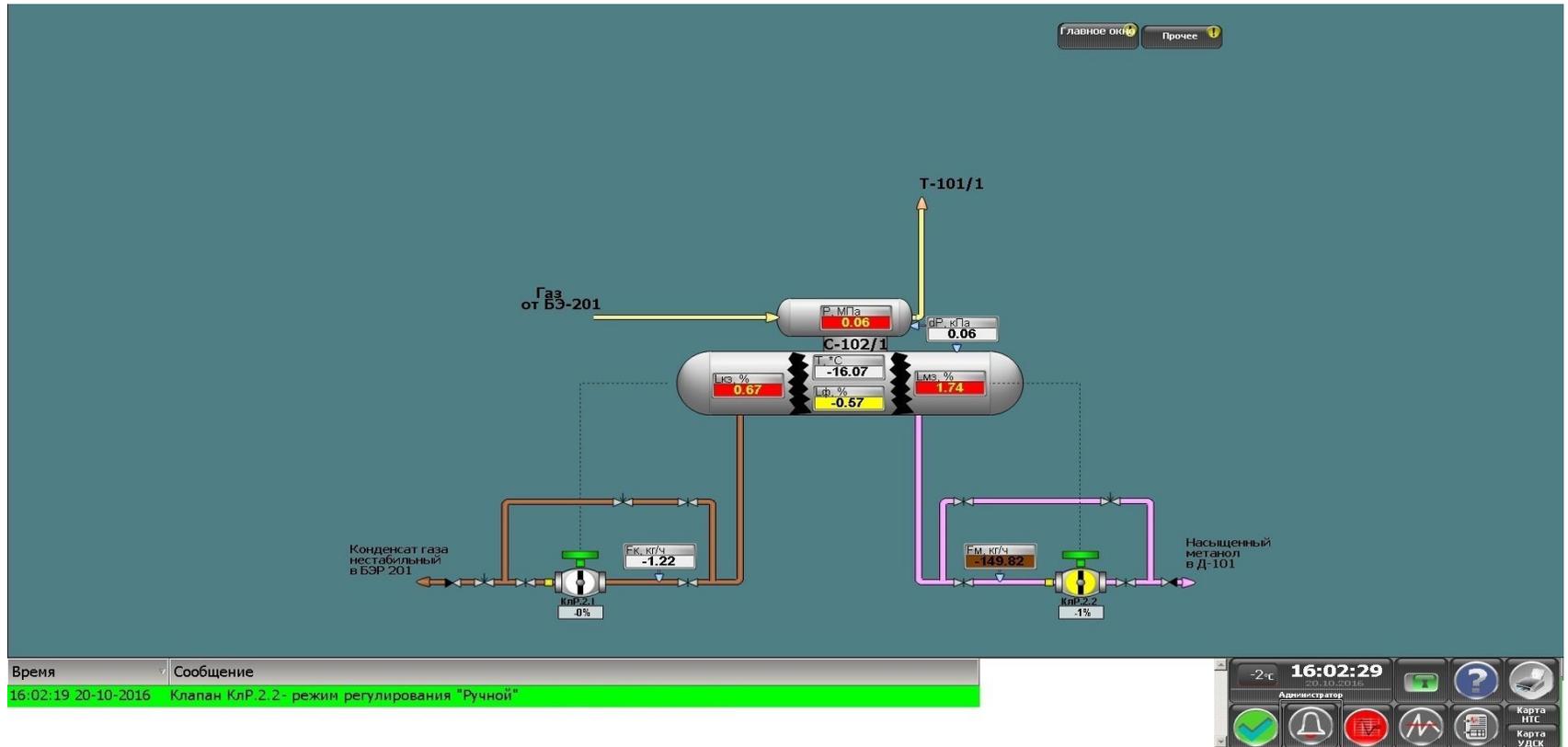
ФЮРА.425280.001.ЭП.10



						<b>ФЮРА.425280.001.ЭП.10</b>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Структурная схема автоматического регулирования	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>		Степанов А.В.				у		
<i>Пров.</i>								
<i>Т.контр</i>								
<i>Н.контр</i>								
<i>Уте.</i>								
						ТПУ ИнЭО 3-8Т21		

# Приложение М. Мнемосхема сепаратора низкотемпературного

ФЮРА.425280.001.ЭП.11



1

					<b>ФЮРА.425280.001.ЭП.11</b>		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Мнемосхема сепаратора низкотемпературного		
Разраб.	Про.	Степанов А.В.					
Т.контр							
Н.контр							
Утв.							
					Лит.	Масса	Масштаб
					у		
					ТПУ ИнЭО 3-8Т21		