

**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>Модернизация автоматизированной системы управления блоком подготовки газа</b> УДК 622.276.5.05.681.586.004.384

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Кириленко Павел Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Вед.инж.СХК, г.Северск	Калаев В.Е.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	К.И.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. Кафедрой СУМ	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Губин Владимир Евгеньевич	К.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно–техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски работы 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 (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой СУМ

\_\_\_\_\_ 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
3-8Т22	Кириленко Павел Сергеевич

Тема работы:

<b>Модернизация автоматизированной системы управления блоком подготовки газа</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 19.05.2017 №3538/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.02.2017 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(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.).*

Объектом исследования является блок подготовки газа установки комплексной подготовки газа, а именно разделитель жидкостей. Режим работы непрерывный. В разделителе жидкостей происходит разделение углеводородного газа и углеводородного конденсата.

<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 технологического процесса, выполненная в Visio</li> <li>2 Перечень входных/выходных сигналов ТП</li> <li>3 Схема соединения внешних проводов, выполненная в Visio</li> <li>4 Схема информационных потоков</li> <li>5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab</li> <li>6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма</li> <li>7 Дерево экранных форм</li> <li>8 SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта</li> <li>9 Трехуровневая структура АС</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
Вед.инж.СХК, г.Северск	Калаев В.Е.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т22	Кириленко Павел Сергеевич		

**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:	10.02.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.01.2017 г.	Основная часть	60
27.01.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
03.02.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Вед. инж. СХК, г. Северск	Калаев В.Е.			

СОГЛАСОВАНО:

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

## Реферат

Пояснительная записка содержит 85 страниц машинописного текста, 23 таблицы, 15 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований, 9 приложений.

Объектом исследования является разделитель жидкостей.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы «Блока подготовки газа (разделитель жидкостей) установки комплексной подготовки газа (УКПГ)».

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом разделителя жидкостей на УКПГ на базе программируемого логического контроллера ОМС 8000 фирмы «ОРБИТ МЕРРЕТ», с применением SCADA-системы MasterSCADA 3.x.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить качество измерений и свести к минимуму число аварийных ситуаций.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

РАЗДЕЛИТЕЛЬ ЖИДКОСТЕЙ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, АСУ ТП, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПЛК, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ЗАДВИЖКА С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ, SCADA-СИСТЕМА.

## Содержание

Введение .....	12
1 Техническое задание .....	13
1.1 Задачи и цели создания АСУ ТП .....	13
1.2 Назначение системы.....	13
1.3 Требования к техническому обеспечению .....	14
1.4 Требования к метрологическому обеспечению .....	14
1.5 Требования к программному обеспечению .....	15
1.6 Требования к информационному обеспечению .....	15
1.7 Требования к математическому обеспечению.....	16
2. Основная часть .....	17
2.1. Описание технологического процесса .....	17
2.2 Разработка структурной схемы АС.....	19
2.3 Функциональная схема автоматизации .....	21
2.4 Разработка схемы информационных потоков .....	21
2.5 Выбор программно-технических средств АС.....	23
2.5.1 Выбор датчиков .....	24
2.5.1.1 Выбор расходомера.....	24
2.5.1.2 Выбор датчиков давления .....	25
2.5.1.3 Выбор датчика температуры .....	28
2.5.1.4 Выбор уровнемера.....	29
2.5.1.5. Выбор влагомера .....	30
2.5.2 Выбор исполнительных механизмов.....	32
2.5.2.1 Выбор регулирующего клапана.....	32
2.5.2.2 Выбор регулятор асинхронного двигателя .....	34
2.5.3 Выбор контроллерного оборудования .....	36
2.5.4 Разработка схемы внешних проводок .....	40
2.5.5 Выбор алгоритмов управления АС .....	41
2.5.5.1 Алгоритм пуска/остановка и сбора данных измерений .....	41
2.5.5.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром .....	41
2.5.6 Экранные формы АС разделителя жидкостей УКПГ .....	43
2.5.6.1 Разработка дерева экранных форм .....	45
2.5.6.2 Разработка экранных форм АС .....	45
2.5.6.3 Главное меню.....	45
2.5.6.4 Область видеокadra .....	46

3.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	48
3.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	48
3.2	Анализ конкурентных технических решений.....	48
3.3	SWOT – анализ.....	50
3.4	Планирование научно-исследовательских работ.....	52
3.4.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	52
3.5	Разработка графика проведения научного исследования.....	53
3.6	Бюджет научно-технического исследования.....	55
3.4.1	Расчет материальных затрат.....	55
3.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование.....	55
3.4.3.	Основная заработная плата исполнителей темы.....	56
3.4.4.	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	56
3.4.5.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	57
3.4.6	Накладные расходы.....	57
3.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	58
4	Социальная ответственность.....	61
4.1	Профессиональная социальная безопасность.....	61
4.1.1	Анализ вредных и опасных факторов.....	61
4.1.2	Анализ вредных факторов.....	62
4.1.2.1	Отклонения показателей микроклимата.....	62
4.1.2.2	Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света.....	64
4.1.2.3	Повышенный уровень шума.....	65
4.1.2.4	Электромагнитное излучение.....	66
4.1.3	Анализ опасных факторов.....	68
4.1.3.1	Электробезопасность.....	68
4.2	Экологическая безопасность.....	69
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	70
4.3.1	Пожарная безопасность.....	70
4.4	Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	71
4.4.1	Окраска и коэффициенты отражения.....	71
4.5	Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	72
	Заключение.....	74
	Список используемых источников.....	75



**Таблица цветов**

	Красный	Аварийный
	Оранжевый	Предупредительный
	Зеленый	Рабочее состояние
	Серый	Неактивный (резервный)

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

В данном дипломном проекте используются следующие термины с соответствующими определениями:

**измерительные каналы (ИК)** – это совокупность технических средств отдельной измерительной системы, которая предназначена для выполнения функции, зависящей от восприятия измеряемой величины до полученного результата многочисленных измерений, что выражается численно или соответствующим числом кодом;

**нормальные условия (НУ)** – физические условия, определяемые давлением  $p = 101325$  Па (нормальная атмосфера) и температурой  $273,15$  К ( $0$  °С), при которых объем 1 моля идеального газа  $V_0 = 2,24136 \cdot 10^{-2}$  м<sup>3</sup>;

**обводненность газа** – содержание воды в газожидкостной смеси, определяемое как отношение дебита воды к сумме дебитов газа и воды;

**байпас** – резервный путь, запасной маршрут для непрерывного обеспечения функционирования системы при возникновении аварийной ситуации;

**адаптируемость** – совокупность свойств программного средства, характеризующая возможности его адаптации для функционирования в различных заданных средах без приложения действий или средств, дополнительных по отношению к тем, которыми для этой цели обеспечено само рассматриваемое программное средство;

**термопара** – устройство, содержащее спай двух разнородных металлов (полупроводников), на свободных неснятых концах которых возникает термо-ЭДС, зависящая от разности температур спаев и свободных концов;

**воспроизводимость** – это качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в различных условиях (в различное время, в различных местах) по данной методике. Воспроизводимость характеризуется относительным средним квадратическим отклонением.

**SCADA** – аббревиатура от английского Supervisory Control and Data Acquisition, что переводится как «сбор данных и диспетчерское управление».

**УКПГ:** установка комплексной подготовки газа;

**ЗПА:** запорно-переключающая арматура;

**ВМР:** водометанольный раствор;

**АВО:** аппарат воздушного охлаждения;

**УЗГ:** узел хозрасчетного замера газа;

**НТС:** низкотемпературная сепарация;

**ГЖС:** газожидкостная смесь;

**ОУ:** объект управления;

**ТП:** технологический процесс;

**АСУ:** автоматизированная система управления;

## **Введение**

В настоящее время в мире существует большая потребность в энергоресурсах, в том числе и экологически чистых видах энергии и топлива. При эксплуатации действующих установок промышленной подготовки газа и газового конденсата (УКПГ) постоянно возникают технологические проблемы, обусловленные в первую очередь выработкой газоконденсатного месторождения, изменением компонентного состава пластовой смеси, требованиями к качеству товарной продукции и т.п. Наиболее эффективным решением этих проблем является применение автоматизированных систем управления технологическими процессами.

В настоящем проекте необходимо осуществить модернизацию автоматизированной системы «Блока подготовки газа (разделитель жидкостей) установки комплексной подготовки газа (УКПГ)», а именно системы автоматического управления горизонтальным разделителем жидкостей, который представляет собой горизонтальную цилиндрическую емкость.

Выполнение данного дипломного проекта позволит достичь увеличения качества подготавливаемого газа, повышения компетенции инженерно-технического персонала, повышения безопасности технологического процесса, а также снижения технико-экономических затрат на производстве.

## **1 Техническое задание**

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

АСУ ТП реализуются следующие задачи:

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

Целями создания АСУ ТП являются:

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

### **1.2 Назначение системы**

АСУ ТП предназначена для:

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

- предоставления административно-техническому производственному персоналу необходимой информации о ходе технологического процесс.

### 1.3 Требования к техническому обеспечению

Комплекс технических средств АС должен быть достаточным для выполнения всех автоматизированных функций АС.

Технические средства, устанавливаемые на открытых площадках, должны быть устойчивыми к воздействию температур от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при этом их степень защиты от пыли и влаги должна быть не менее IP56.

В программно-техническом комплексе АС должна существовать возможность развития системы, а именно должен обеспечиваться резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

Измерительное и исполнительное оборудование, используемое в системе, должно отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует отдавать предпочтение приборам с искробезопасными цепями.

Контроллерное оборудование должно иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода.

### 1.4 Требования к метрологическому обеспечению

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

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

Таблица 1– Требования к погрешности каналов измерения

Измеряемый параметр	Значение погрешности
Температура (разность температур)	$\pm 1,0\%$
Давление (разность давлений)	$\pm 1,0\%$

Уровень	$\pm 10$ мм
Расход	$\pm 2,0$ %
Обводненность	$\pm 1,0$ %

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

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

Программное обеспечение АС должно обладать следующими свойствами:

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

### **1.6 Требования к информационному обеспечению**

В состав информационного обеспечения должны входить следующие категории данных:

- текущие значения технологических параметров, поступающих в систему в результате опроса датчиков и первичной переработки информации;
- усреднённые или сглаженные за определенные периоды времени значения переменных;

- границы переменных различных уровней, настройки алгоритмов управления, информация привязки программного обеспечения к конкретному объекту;

- тексты программ и загрузочные модули.

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

- периферийные микропроцессорные устройства – подсистемы управления или контроллеры;

- многофункциональные операторские станции – АРМ;

- инженерная станция.

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

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

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





Далее газ из С-4 проходит трубное пространство теплообменника Т-2, где охлаждается за счет холода обратного потока газа из низкотемпературного сепаратора С-2.

Перед теплообменником Т-2 (и непосредственно в него) предусматривается подача метанола. Для регулирования тепловых режимов работы технологической линии используются байпасы (по сухому газу) теплообменников Т-1 и Т-2. Из теплообменника Т-2 охлажденный газ дросселируется на регулируемом штуцере (или на эжекторе) и охлаждается за счет дроссель-эффекта.

Далее газ поступает в низкотемпературный сепаратор С-2, где от него отделяется жидкая фаза (углеводородный конденсат и водный раствор метанола). Жидкость из сепаратора С-2 через фильтр, клапан-отсекатель и клапан-регулятор уровня поступает в разделитель Р-2.

Осушенный газ из низкотемпературного сепаратора С-2 проходит по межтрубному пространству теплообменников Т-2 и Т-1, где нагревается и поступает в блок хозрасчетного замера. Далее, в холодное время года, газ может направляться в аппарат воздушного охлаждения (АВО), а в летний период осушенный газ, минуя АВО, выводится непосредственно во внутрипромысловый газовый коллектор.

Давление газа в технологической нитке установки НТС поддерживается регулятором давления, установленном в узле хозрасчетного замера газа (УЗГ).

Согласно технологическому проекту углеводородный конденсат в смеси с ВМР из сепараторов С-1 и С-4 объединяется и подается в два параллельно работающих разделителя Р-1, в которых происходит разделение конденсата и газа от насыщенного метанола и выветривание растворенного в жидкости газа. Насыщенный метанол выводится из каждого разделителя Р -1. Углеводородный конденсат, в смеси с метанолом из низкотемпературного сепаратора С-2, поступает в разделитель Р-2, где происходит отделение конденсата от насыщенного метанола и выветривание растворенного в жидкости газа.

Насыщенный метанол из Р-1 и Р-2 объединяется и общим потоком подается на установку стабилизации конденсата.

## **2.2 Разработка структурной схемы АС**

Объектом управления является разделитель жидкостей. В емкости осуществляется замер уровня газожидкостной смеси (ГЖС), температуры, давления и уровня раздела фаз, а также давления, обводненности и расхода (в трубопроводах). Исполнительными устройствами являются задвижки с электроприводом.

Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой.

Трехуровневая структура АС, приведена в приложении Б.

Нижний уровень системы составляют датчики, устройства измерения технологических параметров, приводы и исполнительные устройства, установленные на технологическом оборудовании и предназначенные для сбора первичной информации и реализации исполнительных воздействий. Этот уровень называют уровнем ввода-вывода (I/O) или полевым (Field) уровнем. Устройства полевого уровня могут быть интеллектуальными, в этом случае обмен информацией с ними может осуществляться непосредственно по сети передачи данных.

Следующий уровень системы – программируемые контроллеры. Они выполняют функцию непосредственного автоматического управления технологическими процессами. Управление исполнительными механизмами осуществляется по определенным алгоритмам путем обработки данных о состоянии технологических параметров, полученных посредством измерительных приборов. Этот уровень получил наименование уровня непосредственного управления (Control).

Серверы технологических данных и автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов технологического оборудования образуют так называемую SCADA-систему, верхний уровень АСУ ТП.

Серверы обеспечивают работу SCADA-системы, поддерживая протокол обмена данными с технологическими устройствами (контроллерами, интеллектуальными датчиками и исполнительными механизмами) и протокол работы с сетью персональных компьютеров. Основными функциями SCADA-систем являются:

- сбор, первичная обработка и накопление информации о параметрах технологического процесса и состоянии оборудования от промышленных контроллеров и других цифровых устройств, непосредственно связанных с технологической аппаратурой;
- отображение информации о текущих параметрах технологического процесса на экранах АРМ операторов и технического персонала в виде графических мнемосхем;
- отображение графиков текущих значений технологических параметров в реальном времени за заданный интервал;
- операторское управление технологическим процессом;
- обнаружение критических (аварийных) ситуаций;
- вывод на экраны АРМ операторов технологических и аварийных сообщений;
- архивирование истории изменения параметров технологического процесса;
- предоставление данных о параметрах технологического процесса для их использования в системах управления предприятием.

В соответствии с современной идеологией основные задачи управления решаются на нижних уровнях системы, что позволяет повысить быстродействие системы и разгрузить вычислительную сеть от передачи излишней информации. На верхние уровни управления возлагаются только те задачи, для выполнения которых вычислительные средства нижних уровней не приспособлены, например, отображение текущего состояния автоматизируемого производства, работа с большими базами данных (БД), документальное сопровождение деятельности предприятия и т.д.

### **2.3 Функциональная схема автоматизации**

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

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

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

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

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям, ГОСТ 21.408–13 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов» и приведена в приложении В. На схеме выделены каналы измерения (1,2,3,4,5,6,8,9,11,13,14,16) и каналы управления (7,10,12,15,17). Контур 9-10 реализует автоматическое поддержание уровня в емкости.

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

Схема информационных потоков приведена в приложении Г. Она 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 аналоговых сигналов и дискретных сигналов устройств ввода/вывода, а также данные о вычислениях и преобразованиях.

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является одновременно приемником и источником данных от внешних систем. На этом уровне ПЛК формирует пакетные потоки информации из данных собранных на нижнем уровне.

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

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

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

AAA\_BBB\_CCCC,

где:

1. AAA – параметр, состоящий из 3-х символов, который принимает следующие значения:

- URV – уровень;
- DAV – давление;
- TRM – температура;
- FLO – расход;
- OBV – обводнённость;

2. ВВВ – код технологического аппарата (или объекта), содержащий 3 символа:

- RZD – разделитель;
- INP – трубная обвязка, подходящая к разделителю P-1;
- OUT – трубная обвязка, отходящая от разделителя P-1.

3. СССС – уточнение, включающее не более 4 символов:

- DIAP – в рамках рабочего диапазона;
- HIGH – верхнее предельное значение;
- LOW – нижнее предельное значение.

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

Перечень всех вход/выходных сигналов, приведён в приложении Д.

Верхний уровень представляет собой базы данных КИС и АСУ ТП. Информация для операторов АРМ структурируется наборами экранных форм. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы. На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате XML.

## **2.5 Выбор программно-технических средств АС**

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

В состав программно-технических средств АС разделителя жидкостей входят:

- измерительные устройства – осуществляющие сбор информации о ходе ТП;
- исполнительные устройства – преобразующие электрическую энергию в иные виды физических величин для осуществления воздействия на ОУ;

- контроллерное оборудование – выполняющее задачи вычисления и логические операции.

## 2.5.1 Выбор датчиков

### 2.5.1.1 Выбор расходомера

Для измерения расхода были рассмотрены OPTISWIRL 4070 фирмы KROHNE, Endress Hauser Prowirl 72 F и SITRANS FX300. В итоге выбран вихревой расходомер OPTISWIRL 4070 фирмы KROHNE (Рис. 2).



Рис. 2 – Расходомер OPTISWIRL 4070 фирмы KROHNE

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



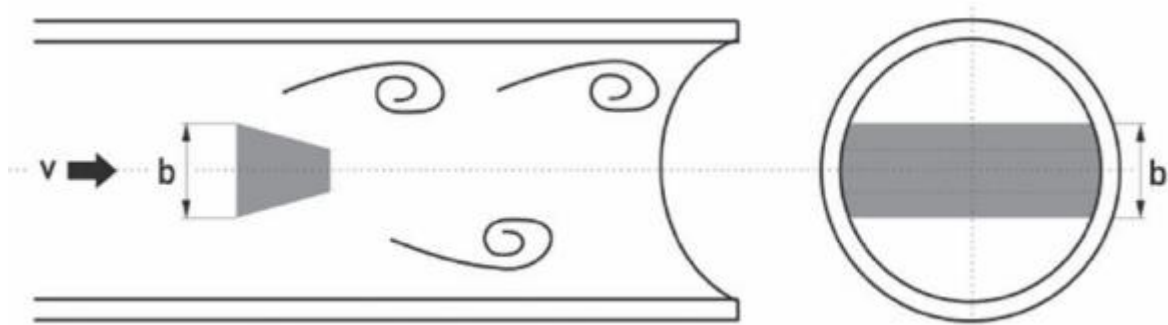


Рис. 3 – Принцип действия расходомера

### Основные технические характеристики расходомера OPTISWIRL

4070:

- Принцип действия: вихревая дорожка Кармана,
- Температура окружающей среды:  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$   $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$  (для взрывозащищенных версий),
- Погрешность:  $\pm 1,0\%$  при  $Re \geq 20\ 000$  для газов и пара;  $\pm 2,0\%$  при  $10\ 000 \leq Re \leq 20\ 000$  для жидкостей, газов и пара,
- Температура продукта:  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$   $+240\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- Измеряемые продукты: жидкости, газы и пар,
- Рабочее давление:  $\leq 10$  МПа,
- Сенсор: нержавеющая сталь 1.4404 / 316L; 1.4539,
- Фланцевое исполнение: от DN15 до DN300; от 12,7 мм до 304,8 мм,
- Напряжение питания: 14...30 В постоянного тока,
- Выходной сигнал: 4...20 мА/HART®,
- Взрывозащищённое исполнение: есть.

#### 2.5.1.2 Выбор датчиков давления

Выбор датчика давления проходил из следующих вариантов приборов: датчик давления GHM серии S10, датчик давления EGE-Elektronik серии DN 752 и преобразователь давления JUMO dTRANS p20. В результате анализа был выбран преобразователь давления JUMO dTRANS p20 (Рис. 4).

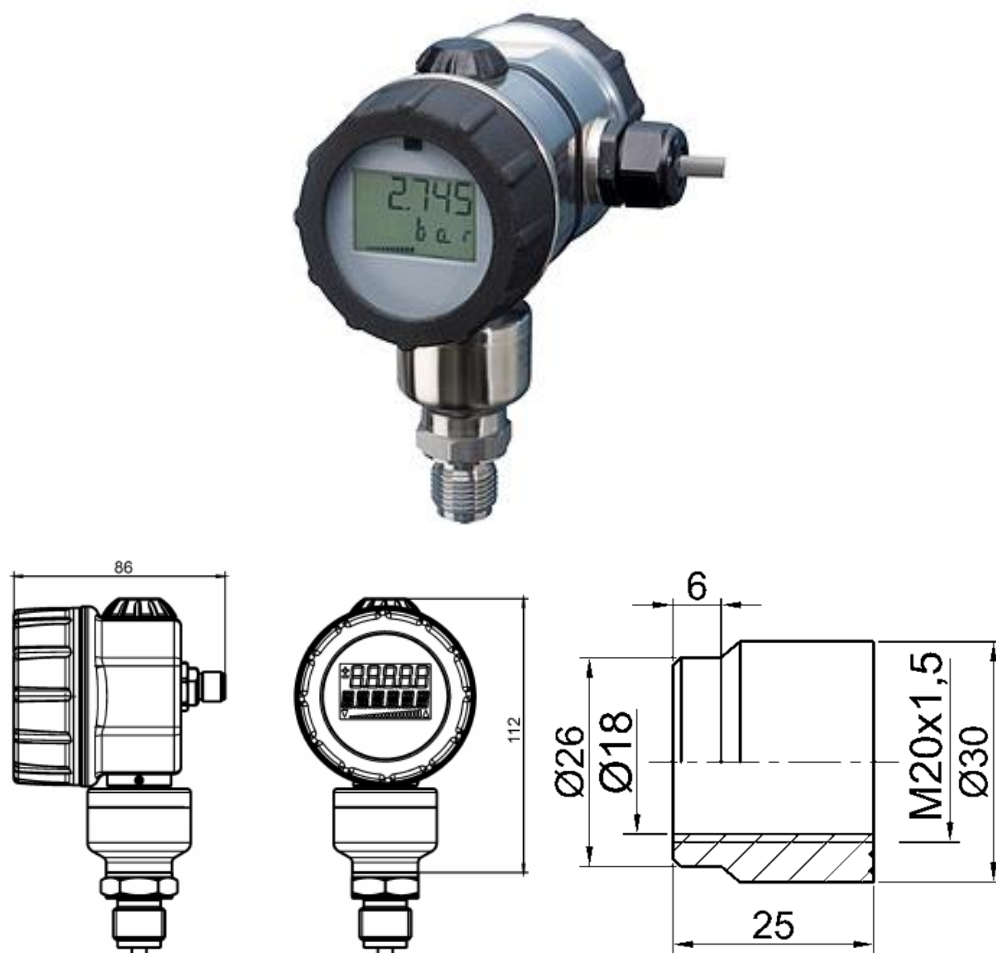


Рис. 4 – Преобразователь давления JUMO dTRANS p20

Преобразователь давления JUMO dTRANS p20 с интерфейсом HART объединяет в себе высочайшую точность и простоту управления. Он служит для измерения относительного и абсолютного давлений газов, паров и жидкостей. Встроенный ЖК-дисплей отображает измеряемую величину и данные прибора. В искробезопасном исполнении «Ex ia» прибор может монтироваться до зоны 0.

Корпус и сенсоры изготовлены из высококачественной нержавеющей стали. Для применений с повышенными гигиеническими требованиями в распоряжении имеются различные подключения заподлицо, в том числе и сертифицированная EHEDG система подключения РЕКА.

Для измерения давления сред с повышенной температурой существуют специальные высокотемпературные исполнения до 200°C.

Для специальных применений имеется возможность подключения к различным мембранным разделителям.

Измерительный преобразователь является программируемым, это позволяет оптимально настраивать его для решения различных измерительных задач. Для настройки через интерфейсы имеется удобная setup-программа (опция). Ручное управление по месту легко и быстро осуществляется с помощью поворотной кнопки.

### **Основные технические характеристики датчика давления JUMO dTRANS p2:**

- Сенсор: мембрана из нерж. стали, пьезорезистивный принцип измерения;
- Диапазоны измерения:
  - -0,06...0,06; -0,1...0,4 / 2,5 / 10 / 60 МПа (отн. давления);
  - 0... 0,06 / 0,4 / 2,5 / 10 МПа (абс. давления);
- Перенастройка диапазона измерений: до 100:1,
- Выходной сигнал: 4-20 мА или 4-20 мА + HART,
- Погрешность: 0,5%; 0,2%; 0,1%; 0,07% (спец. калибровка),
- Межповерочный интервал: до 4 лет,
- Температура измеряемой среды: -40...+120°C или -40...+200°C,
- Температура окружающей среды: -50...+85°C,
- Конструктивное исполнение:
  - стандартное, IP 67;
  - искробезопасное (Ex ia), IP 66;
- Корпус: из нерж. стали, модульная конструкция, стандартное или компактное исполнение, с поворотной кнопкой управления и с ЖК-дисплеем (или без них),
- Подключение к процессу: штуцер с резьбой M20x1,5 / G ½" / ½" NPT мембранный разделитель по DIN/ANSI.

### 2.5.1.3 Выбор датчика температуры

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: ДТСхх5 ОВЕН, JUMO 90.1820 и WIKA типа Pt100. В результате в качестве датчиков температуры были выбраны термоэлемент JUMO 90.1820 (Рис. 5).

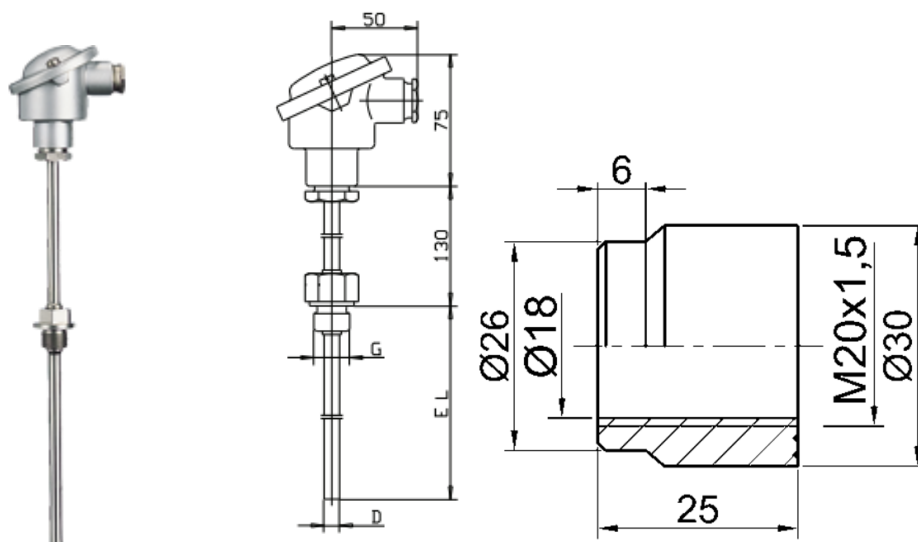


Рис. 5 – Датчик температуры JUMO 90.1820

Термоэлемент для технологических процессов (химическое оборудование, нефтехимия, сосуды под давлением и т.д.) используется для измерения температуры в жидких и газообразных средах.

Термоэлемент состоит из защитной арматуры с различными присоединениями к процессу, присоединительной головки и сменной измерительной вставки. Защитная арматура изготовлена с учетом требований к сосудам, работающим под давлением. В измерительной вставке используются термодпары типов «J», «L» и «K» согласно DIN EN 60 584 класс 2 (по запросу возможен класс 1) и DIN 43710, а также ХК (хромель-копель) по ГОСТ 1790-77.

Для передачи измеренных значений с помощью унифицированного сигнала 4...20 мА или через HART ® возможна установка программируемого измерительного преобразователя в искробезопасном исполнении Ex ia IIC.

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

## Основные технические характеристики датчика температуры JUMO 90.1820:

- Диапазон измеряемых температур:  $-200 \dots +600^{\circ}\text{C}$ ,
- Температура окружающей среды:  $-50 \dots +60^{\circ}\text{C}$ ,
- Присоединительные головки формы А, В, BUZ, BUZH, BEGF и XD-AD,
- Выходной сигнал: 4...20мА/HART ®,
- Защитная трубка: нержавеющая сталь 1.4571, сталь 1.4749 и 1.4841, титан, тантал, инконель, хастеллой  $\varnothing$  9, 11, 15, 22 и 24 мм,
- Исполнения со встроенным ЖК индикатором в головке формы BUZH, XD-A., XD-S,
- Виды взрывозащиты: Ex ia IIC T1...T6 или Exd [ia] IIC T1...T6, или EEx d ia IIC T1...T6.

### 2.5.1.4 Выбор уровнемера

Выбор уровнемера проходил из следующих вариантов приборов: OPTIFLEX 4300 C Marine, Rosemount 5600 и TORRIX. В результате анализа был выбран радарный уровнемер (TDR) OPTIFLEX 4300 C Marine компании KROHNE (Рис. 6).

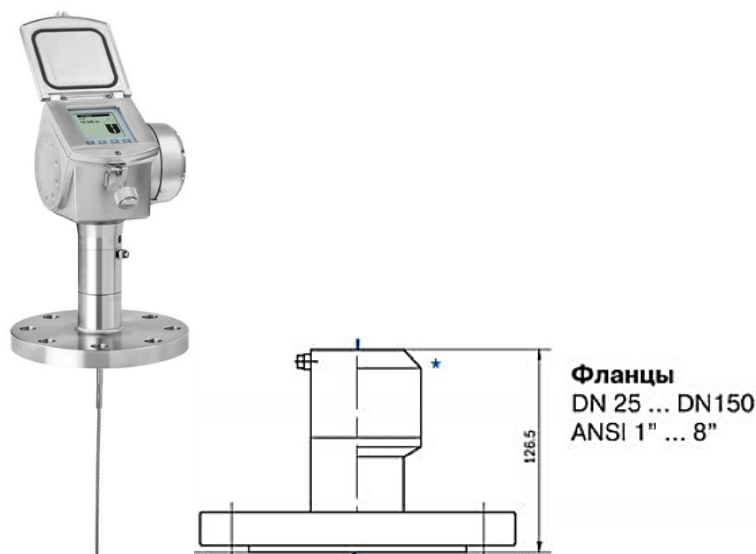


Рис. 6 – Радарный уровнемер OPTIFLEX 4300 C Marine

Уровнемеры OPTIFLEX предназначены для контактного измерения уровня раздела фаз жидкостей, паст, шламов, пульп и различных сыпучих материалов.

Принцип работы уровнемеров OPTIFLEX основан на методе импульсной рефлектометрии (TDR, Time-Domain Reflectometer): по волноводу посылают зондирующий импульс и измеряют интервал времени двойного пробега этого импульса до места неоднородности волнового сопротивления (границы раздела веществ с разной диэлектрической проницаемостью).

### **Основные технические характеристики уровнемера OPTIFLEX 4300 C Marine:**

- Диапазон измерений уровня: 10...20000 мм,
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня до 10 м:  $\pm 3$  мм
- Разрешающая способность: 1 мм,
- Воспроизводимость:  $\pm 1$  мм,
- Температура окружающей среды: - 40 до + 80 °С,
- Давление измеряемой среды: от - 0,1 до + 10,0 МПа,
- Температура на фланце прибора: от - 40 до +200 °С
- Номинальное напряжение питания постоянного тока: 24 В,
- Аналоговый выход: 4 ÷ 20 мА/ HART,
- Взрывозащищённое исполнение: есть.

#### **2.5.1.5. Выбор влагомера**

Выбор влагомера проходил из следующих вариантов датчиков: FIZEPR-SW100.20, JUMO 907025/64 и BOECH. В результате анализа был выбран влагомер JUMO 907025/64 (Рис. 7).

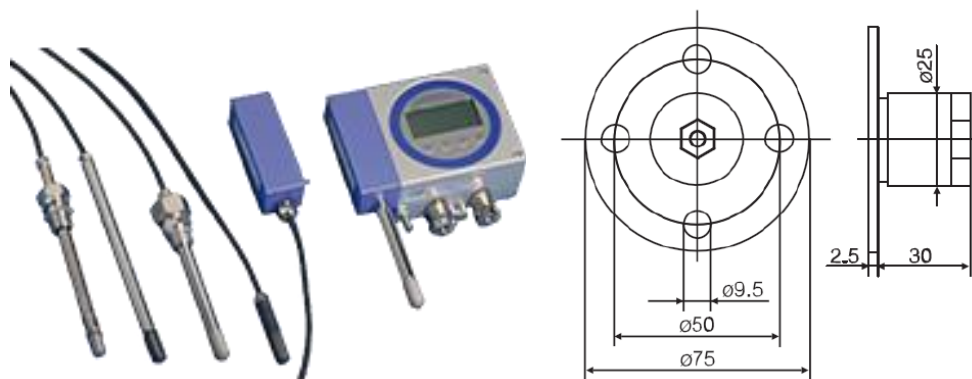


Рис. 7 – Искробезопасный измерительный преобразователь относительной влажности JUMO 907025/64

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

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

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

**Основные технические характеристики искробезопасного измерительного преобразователя относительной влажности JUMO 907025/64:**

- Измерительный диапазон относительной влажности: 0 до 100 %,
- Погрешность измерения (включая нелинейность и воспроизводимость):  $\pm 1$  % (0 до 90 %) и  $\pm 2$  % (90 до 100 %),
- Диапазон рабочего давления: 0 ... 10 МПа,

- Диапазон измеряемых температур: -40 to +180 °С,
- Выходной сигнал: 4...20 мА (2-проводная цепь),
- Длина кабеля: 2 м,
- Пылевлагозащита: IP65,
- Взрывозащищенное исполнение: есть.

## 2.5.2 Выбор исполнительных механизмов

### 2.5.2.1 Выбор регулирующего клапана

Пропускную способность клапана  $Kv$  (м<sup>3</sup>/час) рассчитывают по формуле:

$$Kv = Q_{\max} \sqrt{\frac{\Delta p_0}{\Delta p}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}},$$

где  $\Delta p_0$  – потеря давления на клапане (ее принимают равной 1 кгс/см<sup>2</sup>);

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

$\rho$  – плотность среды (кг/м<sup>3</sup>);

$\rho_0 = 1000$  кг/м<sup>3</sup> – плотность воды (в соответствии с определением значения  $Kv$ ).

Расчетная пропускная способность клапана должна быть не менее 304 м<sup>3</sup>/ч.

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

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





Рис. 8 –Задвижка 30с941нж под электропривод

**Основные технические характеристики задвижки 30с941нж:**

- Рабочее давление в трубопроводе: 16 МПа,
- Тип соединения: фланцевое по ГОСТ 12815-80,
- Рабочая среда: вода, пар, водогазонефтяные смеси, газы, нефтепродукты, углеводороды,
- Присоединительный диаметр ( $D_y$ ): 150 мм,
- Температура рабочей среды: от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+425^{\circ}\text{C}$ ,
- Материал корпуса: углеродистая сталь,
- Способ управления: электропривод,
- Климатическое исполнение: У1.

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



Рис. 9 – Электропривод промышленный Н-В 03

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

Усилие сжимающее или растягивающее. Червячное колесо и винтовая гайка изготовлены из особого пластика, позволяющего бесшумную эксплуатацию. Корпус из алюминиевого сплава; защитная труба из анодированного алюминия; шток из нержавеющей стали. AISI 304 или из анодированного алюминия. Механизмы снабжены длительной смазкой и не требуют дополнительного обслуживания. Широкая сфера применения, в том числе в шиберных и дисковых задвижках.

#### **Основные технические характеристики привода Н-В 03:**

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

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

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



Рис. 10 – Преобразователь частоты Lenze 8200 TMD/TML

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

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

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

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

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

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

Виды управления TMD/TML электродвигателем:

- скалярное управление;
- скалярное квадратичное управление;
- векторное управление без датчика;

- частота от 1 до 16 кГц.

Задание скорости Lenze 8200 TMD/TML:

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

Задание крутящего момента Lenze 8200 TMD/TML:

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

### **2.5.3 Выбор контроллерного оборудования**

Для реализации среднего уровня рассмотрим несколько семейств ПЛК различных производителей.

Micro850 – семейство программируемых логических контроллеров фирмы Allen Bradley.

Micro850 спроектирован для вариантов применения, требующих дополнительные цифровые и аналоговые входы-выходы, или аналоговые входы-выходы повышенной производительности.

Идеально пригоден для применения в условиях, где в максимальной степени будут использованы преимущества обмена данными через встроенные коммуникационные порты EtherNet/IP (только для передачи сообщений), которые применяются в сопряжении с ПК, компонентными человеко-машинными интерфейсами PanelView, а также приводами Kinetix и PowerFlex.

Используется 24-точечный и 48-точечный форм-фактор, аналогичный Micro830, и отличающийся применением расширительного модуля ввода-вывода 2085 с возможностью подключения до 4 дополнительных модулей ввода-вывода, и встроенный коммуникационный порт EtherNet/IP

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

ПЛК ОМС 8000 имеет модульную архитектуру. Базовым устройством контроллера является основной модуль (рис. 3), к которому можно подключать

различные модули расширения – до тридцати одного. Модули можно разместить вместе с основным модулем ПЛК или на расстоянии до 40 метров от него. Связь между модулями осуществляется по интерфейсу CAN. Питание основного модуля 100...250 В либо 24 В постоянного или переменного тока – в зависимости от заказа.

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

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

SIMATIC S7-1200 – семейство программируемых логических контроллеров фирмы Siemens.

PLC SIMATIC S7-1200 – это новое семейство микроконтроллеров Сименс для решения самых разных задач автоматизации малого уровня. Эти контроллеры имеют модульную конструкцию и универсальное назначение. Они способны работать в реальном масштабе времени, могут использоваться для построения относительно простых узлов локальной автоматики или узлов комплексных систем автоматического управления, поддерживающих интенсивный коммуникационный обмен данными через сети Industrial Ethernet/PROFINET, а также PtP (Point-to-Point) соединения.

Программируемые контроллеры S7-1200 имеют компактные пластиковые корпуса со степенью защиты IP20, могут монтироваться на стандартную 35 мм профильную шину DIN или на монтажную плату и работают в диапазоне температур от 0 до +50 °С. Они способны обслуживать от 10 до 284 дискретных и от 2 до 51 аналогового канала ввода-вывода. При одинаковых с S7-200 конфигурациях ввода-вывода контроллер S7-1200 занимает на 35% меньший монтажный объем. К центральному процессору (CPU) программируемого контроллера S7-1200 могут быть подключены коммуникационные модули (CM); сигнальные модули (SM) и сигнальные платы (SB) ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов. Совместно с ними используются 4-канальный коммутатор Industrial Ethernet (CSM 1277) и модуль блока питания (PM 1207).

В основе автоматизированной системы управления будем использовать ПЛК OMC 8000 (Рис. 11).



Рис. 11 – ПЛК OMC 8000

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Основные технические характеристики главного модуля контроллера ОМС 8000:

- Напряжение питания: 24В DC,
- Входы дискретные: 3 входа: 12...30В DC,
- Входы универсальные: 6 аналоговых/универсальных дискретных,
- Вычислительная мощность: 0.1мкс, 12мкс (СЛОВО), 18мкс (плавающая десятич. точка),
- Визуализация: цветной дисплей TFT,
- Связь: Ethernet 100Base, RS-485,
- Внутренняя шина: CanBUS,
- Часы реального времени: электрическая цепь управления временем и записью данных,
- Карта microSD: 32ГБ,
- Потребляемая мощность: макс. 5ВА,
- Рабочая температура: -20...+60°C,
- Степень защиты: IP40.

#### **2.5.4 Разработка схемы внешних проводов**

Схема внешних проводов, приведена в приложении Е. Первичные и внешние приборы включают в себя расходомеры OPTISWIRL 4070, датчики давления JUMO dTRANS p20, датчик температуры JUMO 90.1820, уровнемер OPTIFLEX 4300 C Marine, влагомер JUMO 907025/64.

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

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



токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены.

### **2.5.5 Выбор алгоритмов управления АС**

В настоящем дипломном проекте были разработаны следующие алгоритмы АС:

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

Для представления алгоритма сбора данных были использованы правила ГОСТ 19.002.

#### **2.5.5.1 Алгоритм пуска/остановка и сбора данных измерений**

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

#### **2.5.5.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром**

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

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

Структурная схема автоматического регулирования давления в трубопроводе входного коллектора состоит из следующих компонентов:

задающее воздействие, ПЛК с ПИД-регулятором, исполнительный (регулирующий) механизм, объект управления (трубопровод).

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

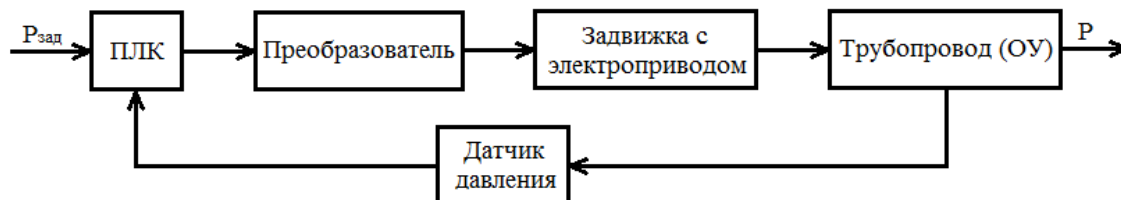


Рис. 12 – Функциональная схема системы стабилизации давления

Объект управления – участок трубопровода после насосного агрегата.

С панели оператора задается величина требуемого давления, которую необходимо поддерживать в трубопроводе. После чего эта величина приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20 мА и передается на ПЛК. На входы ПЛК также приходит значение с датчика давления. Данные параметры сравниваются, в результате чего формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на частотный преобразователь, на выходе которого в соответствии с принятым сигналом изменяется частота напряжения питания электропривода задвижки. Задвижка с электроприводом преобразует электрическую энергию в поступательное движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение давления в трубопроводе.

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

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

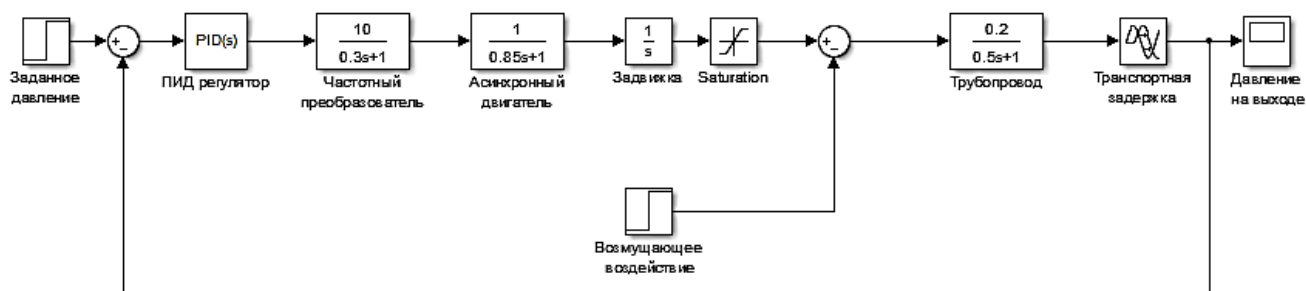


Рис. 13 – Модель процесса стабилизации давления в среде Simulink

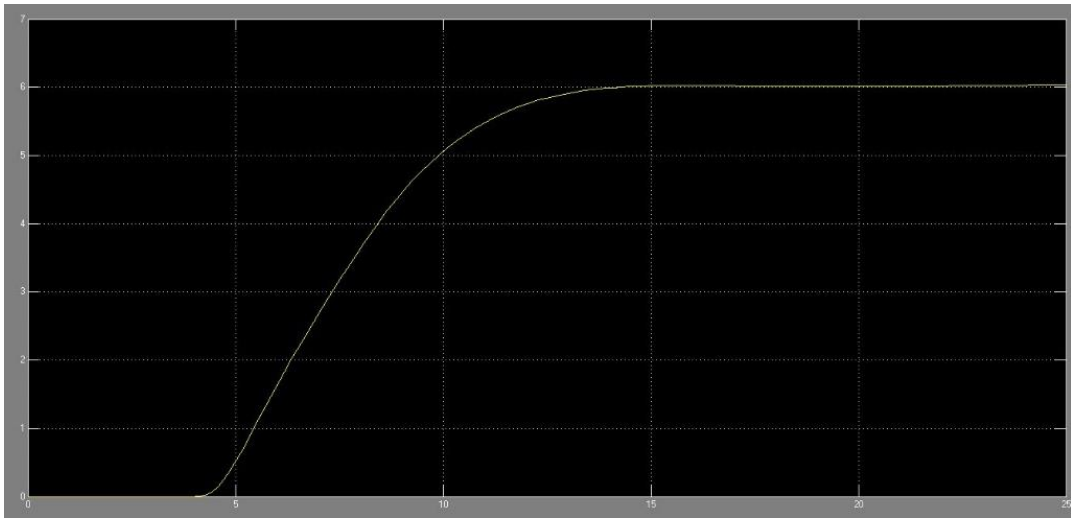


Рис. 14 – График переходного процесса (ПП) САР

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

### 2.5.6 Экранные формы АС разделителя жидкостей УКПГ

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

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

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

#### Основные преимущества MasterSCADA 3.X

##### *Открытость*

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

### *Вертикальная интеграция*

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

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

### *Полный набор инструментов*

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

### *Мощные вычислительные возможности*

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

### *Развитая система архивов*

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

MasterSCADA 3.X обладает мощной системой сообщений: системные сообщения стандартные, а также пользовательские, формируемые по любым определённым в проекте событиям. Сообщения делятся на разные категории с разным уровнем приоритета, что позволяет наглядно выдавать оператору

(диспетчеру) информацию через всплывающее окно сообщений, строку статуса, журнал сообщений, уведомления по SMS и E-Mail.

#### *Встроенный генератор отчетов*

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

#### **2.5.6.1 Разработка дерева экранных форм**

Дерево экранных форм, приведено в приложении 3.

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

#### **2.5.6.2 Разработка экранных форм АС**

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из следующих областей:

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

#### **2.5.6.3 Главное меню**

Вид главного меню представлен на рисунке 15.



Рис. 15 – Главное меню

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

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

#### 2.5.6.4 Область видеокadra

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

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

На мнемосхеме «разделитель жидкости», которая приведена в приложении К, отображается работа следующих объектов и параметров:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Кириленко Павел Сергеевич

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»:**

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

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

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

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

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

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	к.и.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Кириленко Павел Сергеевич		

### 3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

#### 3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, в частности – газодобывающие компании. Для данных предприятий разрабатывается модернизация АС блока подготовки газа (разделитель жидкостей), установки комплексной подготовки газа УКПГ.

В таблице 2 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 2 – 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.

#### 3.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 3.



Таблица 3 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,2	5	2	4	1	0,4	0,8
Удобство в эксплуатации	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Помехоустойчивость	0,04	2	3	2	0,08	0,12	0,08
Энергоэкономичность	0,08	5	4	2	0,4	0,32	0,16
Надежность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Безопасность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Потребность в ресурсах памяти	0,05	2	5	3	0,1	0,25	0,15
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,06	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	2	3	3	0,06	0,09	0,09
Цена	0,06	3	5	1	0,18	0,3	0,06
Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	5	0,24	0,18	0,3
Послепродажное обслуживание	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
Итого:	1	47	45	44	4,07	3,44	3,58

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая модернизация АС блока подготовки газа (разделителя жидкостей), установки УКПГ является наиболее эффективной. Уязвимость

конкурентов объясняется наличием таких причин, как меньшее увеличение производительности, более низкая устойчивость и надежность, высокая цена и низкий срок эксплуатации.

### 3.3 SWOT – анализ

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Матрица SWOT-анализа представлена в таблице 4.

Таблица 4 – SWOT-анализ.

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Экономичность и энергоэффективность проекта.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С3. Более низкая стоимость.</p> <p>С4. Актуальность разработки.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие работающего прототипа.</p> <p>Сл2. Большой срок поставок оборудования.</p> <p>Сл3. Медленный процесс вывод на рынка новой системы.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Большой потенциал применения данной системы.</p> <p>В2. Использование существующего ПО.</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Большой потенциал применения обуславливается введением системы управления, мало распространенной на территории РФ и находящейся на уровне лучших зарубежных аналогов.</p> <p>Использование существующего программного обеспечения позволяет не тратить время и деньги на создание уникального ПО.</p>	<p>Санкции, наложенные на РФ, и высокий курс евро/доллара будут ограничивать появление новых иностранных технологий на российском рынке.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии.</p> <p>У2. Развитая конкуренция.</p> <p>У3. Сложность перехода на новую систему.</p>	<p>Новая система управления и актуальность разработки не сказываются на спросе</p> <p>Противодействие со стороны конкурентов не повлияет на наличие опытного руководителя.</p>	<p>Медленный ввод данной системы в эксплуатацию позволит переждать возможных скачков на рынке спроса.</p>

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данные соответствия или несоответствия помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта.

Таблица 5 – Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей.

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	-	+	+
	B2	-	-	+	+
	B3	+	-	+	+

Таблица 6 – Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей.

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	-
	B3	-	-	-

Таблица 7 – Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз.

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-

Таблица 8 – Интерактивная матрица для слабых сторон и угроз.

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	+	-	+
	У3	+	-	+

### 3.4 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

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

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р), студент-дипломник (СД). Разделим выполнение дипломной работы на этапе, представленные в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исп-ля	Загрузка
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Р	Р-100%
<b>Проведение НИР</b>				
Выбор направления исследования	2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, СД	Р-50%, СД-100%
	3	Разработка и утверждение техзадания (ТЗ)	Р, СД	Р-100%, СД-100%
	4	Календарное планирование работ	Р, СД	Р-50%, СД-100%
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка структурных схем	СД	СД-100%
	6	Разработка функциональных схем	СД	СД-100%
	7	Выбор технических средств автоматизации	СД	Р-50% СД-100%
	8	Выбор алгоритмов управления	СД	Р-50% СД-100%
	9	Разработка экранной формы	СД	СД-100%
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	СД	СД-100%

### 3.5 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо рассчитать коэффициент календарности по следующей формуле:

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

В таблице 9 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 10 – Временные показатели проведения работ

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		Tmin, чел-дн.	Tmax, чел-дн.	Tож, чел-дн.	Тр, раб.дн	Ткд, кал.дн	У <sub>i</sub> , %	Г <sub>i</sub> , %
1	Р	1	2	1,4	1,4	2	5,5	5,5
2	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1	2,7	8,3
3	Р, СД	2	3	2,4	1,2	2	5,5	13,9
4	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1	2,7	16,6
5	СД	2	3	2,4	2,4	3	8,3	25
6	СД	5	10	7	7	10	27,7	52,7
7	Р, СД	2	3	2,4	1,2	3	8,3	61,1
8	Р, СД	3	6	4,2	2,1	6	16,6	77,7
9	Р, СД	3	6	4,2	2,1	6	16,6	94,4
10	СД	1	2	1,4	1,4	2	5,5	100
Итого						36		

На основе таблицы 10 построим график работ. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 11 – План-график

№	Вид работы	Исп-ли	Ткд	5	10	15	20	25	30	35
1	Составление и утверждение задания НИР	Р	2	■						
2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, СД	1	■ ■						
3	Разработка и утверждение ТЗ	Р, СД	2	■ ■						
4	Календарное планирование работ	Р, СД	1		■					
5	Разработка структурных схем	СД	3		■ ■ ■					
6	Разработка функциональных схем	СД	10		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■					
7	Выбор технических средств автоматизации	Р, СД	3				■ ■ ■			
8	Выбор алгоритмов управления	Р, СД	6					■ ■ ■ ■ ■ ■		
9	Разработка экранной формы	Р, СД	6						■ ■ ■ ■ ■ ■	
10	Составление пояснительной записки	СД	2							■ ■

■ -руководитель

■ - студент-дипломник

### 3.6 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.4.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

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

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, примем равным 20%.

Расчеты представлены в таблице 11.

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер "ПЛК ОМС 8000"	шт.	1	215 000	268750
Электропривод "AUMA DN 50-400"	шт.	2	137 700	316710
Датчики давления "JUMO dTRANS p20"	шт.	5	84 100	483575
Датчик температуры "JUMO 90.1820"	шт.	2	56 000	128800
Уровнемер "OPTIFLEX 4300 C Marine KROHNE"	шт.	2	35 500	81650
Влагомер JUMO 907025/64	шт.	3	44 000	151800
Задвижка "30с941нж"	шт.	5	196 000	1176000
Электропривод "Нефтехимавтоматика Н-В 03"	шт.	5	125 000	781250
Итого:				3388535

#### 3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включается затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК ОМС 8000. В таблице 13 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
Master Scada	1	12000	12000
итого:			12000

### 3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премияльный 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

### 3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной платой 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:

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

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



### 3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений определяется по формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. взнос в социальные фонды установлен в размере 30% от заработной платы.

Все расчеты сведены в таблицу 15

Таблица 15 – 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	30
Итого:	13459,49	2018,92

### 3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают все затраты, не вошедшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование, оплата электроэнергии, оплата пользования услугами и пр.

Расчет накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей 1} \div 5) \cdot k_{нр}$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 15%.

$$\begin{aligned} З_{накл} &= (3388535 + 12000 + 44864,99 + 6729,74 + 15478,42) \cdot 0,15 \\ &= 520141,2 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Где 0,15 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	3388535
2. Затраты на специальное оборудование	12000
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	15478,42
6. Накладные расходы	520141,2
7. Бюджет затрат НИИ	3987749,37

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Кириленко Павел Сергеевич

Институт	ИнЭО	Кафедра	СУМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

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

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Рабочей зоной оператора является помещение диспетчерской, оборудованная персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров разделителя жидкостей на УКПГ. Здание, в котором находится помещение диспетчерской, расположено на территории УКПГ.</p> <p>На производительность труда оператора АСУ, находящегося на рабочем месте, могут влиять следующие вредные производственные факторы: отклонение показателей микроклимата от нормы, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень шумов, электромагнитное излучение. Кроме того, работник может подвергаться действию опасных факторов: поражение электрическим током, возникновение пожаров в результате короткого замыкания. Негативное воздействие на окружающую среду в процессе работы практически отсутствует. Наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера в результате производственных аварий и пожаров.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ГОСТ 12.1.005-88</li> <li>2. СанПиН 2.2.4.548 – 96</li> <li>3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278</li> <li>4. СП 52.13330.2011</li> <li>5. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96</li> <li>6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340</li> <li>7. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197</li> <li>8. ГОСТ 12.1.038-82</li> <li>9. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ</li> <li>10. СНиП 2.11.03–93</li> <li>11. ГОСТ 12.2.032-78</li> </ol>

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

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонения микроклимата от нормы.</li> <li>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</li> <li>3. Повышенный уровень шумов.</li> <li>4. Электромагнитные излучения.</li> </ol>
--	---

<p>размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электробезопасность (источник: ПК, пульт управления)</li> <li>2. Пожаровзрывобезопасность (на УКПП подготавливается газ, который является взрывоопасным веществом).</li> </ol>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Возможные ЧС на объекте: производственные аварии, пожары и возгорания, утечка газа, взрыв.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.</p>
<b>Перечень графического материала:</b>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Кириленко Павел Сергеевич		

## **4 Социальная ответственность**

### **Введение**

В данном разделе выпускной квалификационной работы представлены и рассмотрены основные факторы, оказывающие влияние на работников предприятия, такие как производственная и экологическая безопасность. Также разработан комплекс мероприятий, снижающий негативное воздействие проектируемой деятельности на работников и окружающую среду.

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом УТПГ. Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. Задачей оператора АСУ является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная влажность воздуха, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны. Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на кисти рук при работе с периферийными устройствами ЭВМ.

#### **4.1 Профессиональная социальная безопасность**

##### **4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов**

Работа на персональных электронно-вычислительных машинах относится к категории работ, связанных с опасными и вредными условиями труда. По природе действия опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические. В связи с тем, что на состояние здоровья работника

химические и биологические факторы существенного влияния не оказывают, то рассматриваются лишь две группы факторов.

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Опасные и вредные фактора при работе оператора АСУ ТП

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Рабочей зоной оператора является помещение диспетчерской, оборудованная персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров разделителя жидкостей на УКПГ. Здание, в котором находится помещение диспетчерской, расположено на территории УКПГ.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонения микроклимата от нормы.</li> <li>2. Недостаточная освещенность.</li> <li>3. Повышенный уровень шумов</li> <li>4. Электромагнитные излучения</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электро-безопасность</li> <li>2. Пожаро-взрывобезопасность</li> </ol>	<p><b>Микроклимат</b> – СанПиН 2.2.4.548 – 96 [1]</p> <p><b>Освещение</b> – СП 52.13330.2011 [3]</p> <p><b>Шумы</b> – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [4]</p> <p><b>Электромагнитное излучение</b> - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [5]</p> <p><b>Электробезопасность</b> – ГОСТ 12.1.038-82 [7]</p> <p><b>Пожарная безопасность</b> – ГОСТ 12.1.004-91 [8]</p>

## 4.1.2 Анализ вредных факторов

### 4.1.2.1 Отклонения показателей микроклимата

Одним из важных параметров рабочей зоны является окружающая среда. Температура, давление и влажность влияют на условия электробезопасности. Кроме того, состояние микроклимата в помещении, используемом для разработки, оказывает существенное влияние на качество работы и производительность труда, а также на здоровье работников.

По степени физической тяжести работа оператора АСУ относится к категории работ 1а (лёгкие работы), так как основная часть работы происходит с использованием ПЭВМ [8].

Показатели микроклимата разделяются на допустимые значения и оптимальные значения микроклимата. При допустимых значениях работник может ощущать небольшой дискомфорт и понижение работоспособности, при

этом ухудшение состояния здоровья возникать не будет. При оптимальных значениях наблюдается высокий уровень работоспособности и обеспечивается нормальное состояние организма работника.

В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены оптимальные величины показателей микроклимата согласно требованиям [8] и приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный	22-24	18-25	40-60	15-75	0,1	Не больше 0,1
Теплый	23-25	20-28	40-60	55 при 28 °С	0,1	0,1-0,2

Для обеспечения нормальных метеоусловий и снижения концентрации вредных веществ в операторной предусмотрены естественная и искусственная вентиляция. Естественная вентиляция осуществляется через вентиляционные короба, искусственная вентиляция – общая приточно–вытяжная. Кратность воздуха  $K = 3 \text{ ч}^{-3}$ . Предусмотрено включение снаружи автомеханической вентиляции.

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха.

Воздуховоды изготавливают из не искрящего и нержавеющей материала, чтобы не возникло статистических зарядов. Воздуховоды заземляют.

В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно и приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Расход свежего воздуха

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение
--------------------------	---

Объем до 20 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 30
20...40 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 20

#### 4.1.2.2 Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света

По санитарно-гигиенических нормам рабочее место должно иметь естественное и искусственное освещение. При работе должен быть отчетливо виден процесс деятельности, без напряжения зрения и прямого попадания лучей источника света в глаза.

Отсутствие хорошего освещения может привести к профессиональным заболеваниям, а также ухудшению концентрации работников. Работа инженера-программиста в основном проводится за дисплеем персонального компьютера, что вынуждает его работать с контрастным фоном, в случае недостаточной освещённости рабочего места. В результате у работника может ухудшиться зрения, а также возникнуть переутомление. То же самое происходит и при избыточном освещении помещения.

Рабочая зона или рабочее место оператора АСУ освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения, а также исключается прямое попадание лучей источника света в глаза.

Работа оператора АСУ относится к IV разряду зрительной работы (средней точности). Наименьший размер объекта различения составляет 0.3 – 0.5 мм [9].

Таблица 20 – Нормирование освещенности для работы с ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении и зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещённость на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещённость, лк	Объединённый показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещённости К <sub>п</sub> , % не более	КЕО е <sub>н</sub> , %, при	
									верхнем или комбинированном	бокoвом
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100*	21 18**	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	24 18**	20 15***	2,5	0,7



Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 21. [11]

Таблица 21 – Требования к освещению на рабочих местах с ПК

Освещенность на рабочем столе	300–500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м <sup>2</sup>
Прямая блескостность источника света	200 кд/м <sup>2</sup>
Показатель ослеплённости	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

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

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

#### 4.1.2.3 Повышенный уровень шума

Одним из важных факторов, влияющих на качество выполняемой работы, является шум. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80

дБ(А)) на слух человека приводит к его частичной или полной потере. При выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА [11].

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 6.

Таблица 22 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА
	63	12	26	10	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

Для снижения уровня шума применяют: подавление шума в источниках; звукоизоляция и звукопоглощение; увеличение расстояния от источника шума; рациональный режим труда и отдыха.

#### 4.1.2.4 Электромагнитное излучение

Все приборы, работающие от электросети, оказывают влияние на окружающее их электромагнитное поле – физическое поле, которое взаимодействует со всеми телами, обладающими хотя бы минимальным электрическим зарядом. К таким телам принадлежит и человеческий организм. Наше тело вырабатывает немало электрических импульсов. Сигналы нервной системы, сокращения сердечной мышцы и ряд других функций осуществляются при помощи тока электрических импульсов по живым волокнам. Электромагнитное излучение от приборов создает возмущения в физическом поле. В настоящий момент общая «масса» таких возмущений уже стала критической и превратилась в своеобразный вид экологического загрязнения, который невозможно увидеть невооруженным глазом.

Чаще всего мы не ощущаем влияния электромагнитного излучения, но если оно достигает колоссальной мощности, то человек чувствует его как выброс тепла. Достаточно мощное излучение можно зафиксировать при помощи специальной аппаратуры. Но то влияние, которое оказывает на нас ежедневное «общение» с электроприборами и вычислительной техникой, остается незамеченным.

Источником электромагнитных излучений в нашем случае является дисплей компьютера. Спектр излучения компьютерного монитора включает в себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Малые дозы облучения могут привести к раковым заболеваниям, нарушениям нервной, эндокринной и сердечно-сосудистых систем, которые являются обратимыми, если прекратить воздействия. Обратимость функциональных сдвигов не является беспредельной и определяется интенсивностью, длительностью излучения и индивидуальными особенностями организма.

Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12]. Требования к уровням электромагнитных полей на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 Гц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для снижения воздействия электромагнитного излучения применяют следующие меры:

- расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см;
- применение экранных защитных фильтров, а также средств индивидуальной защиты [12].

### **4.1.3 Анализ опасных факторов**

#### **4.1.3.1 Электробезопасность**

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Это может произойти по оплошности в случае прикосновения к открытым токоведущим частям, но чаще всего из-за различных причин (перегрузки, не совсем качественная изоляция, механические повреждения и др.). В процессе эксплуатации может ухудшиться изоляция токоведущих частей, в том числе шнуров питания, в результате чего они могут оказаться под напряжением, и случайное прикосновение к ним чревато электротравмой, а в тяжелых случаях — и гибелью человека.

Зоной, повышенной электроопасности являются места подключения электроприборов и установок. Нередко подключающие розетки располагают на полу, что недопустимо. Часто совершается другая ошибка — перегрузка розеток по мощности, и, как следствие, происходит нарушение изоляции, приводящее к короткому замыканию.

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

Согласно с [13] рабочие места с ПЭВМ должны быть оборудованы защитным занулением; подача электрического тока в помещение должна

осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Помещение, в котором расположено рабочее место, относится к категории без повышенной опасности, и соответствует установленным условиям согласно с [14]:

- напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц;
- относительная влажность воздуха 50%;
- средняя температура около 24°C;
- наличие непроводящего полового покрытия.

#### **4.2 Экологическая безопасность**

В процессе эксплуатации УКПГ, а именно контроль качества газа и его учета, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются «Методика по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу».

В процессе хранения осушки, очистки, хранения нефти и газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду.

На УПГ происходит выделение газоконденсатов с последующим сбором в емкости для сбора газоконденсата. При хранении в емкости газоконденсат выделяет пары, которые по степени воздействия на организм человека, относятся к 4 классу опасности (вещества малоопасные).

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

## **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **4.3.1 Пожарная безопасность**

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага [15]. Пожары на предприятиях и в быту приносят значительный материальный ущерб, поэтому пожарной безопасности уделяют особое внимание.

К основным причинам пожаров на УКПГ можно отнести следующие:

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

Пожарная безопасность на УКПГ в соответствии с требованиями [16] должна обеспечиваться за счет:

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

Как известно, горение природного газа или взрыв происходит в непроветриваемых помещениях при ПДК 5%-15%. Основным приемом для предотвращения возгорания является своевременное перекрытие запорной арматуры, с целью отключения участка возгорания от подачи газа. Также на территории УКПГ должен иметься пожарный щит с наличием средств пожаротушения. Наличие в непроветриваемых помещениях сигнализаторов с чувствительными элементами, сигнализирующие об утечки газа. На территории

УКПГ быть установлены знаки пожарной безопасности для обозначения места расположения пожарного инвентаря, оборудования, гидрантов, колодцев и т.д., проходов к нему, схема эвакуации, а также для обозначения запретов на действия, нарушающие пожарную безопасность.

УКПГ оборудован лафетными стояками, системами пожарного водопровода. При пожаре включаются противопожарные насосные станции. Наружная установка по периметру оснащена пеногенераторными стояками, системами пожаротушения.

Мероприятия по предупреждению пожара:

- электрооборудование взрывозащищенного исполнения;
- напряжение для переносного электроинструмента и освещение не более 42В;
- систематическая проверка исправности заземления;
- герметизация технологического оборудования.

#### **4.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности**

##### **4.4.1 Окраска и коэффициенты отражения**

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола:

- окна ориентированы на юг – стены зеленовато–голубого или светло–голубого цвета, пол – зеленый;
- окна ориентированы на север – стены светло–оранжевого или оранжево–желтого цвета, пол – красновато–оранжевый;
- окна ориентированы на восток – стены желто–зеленого цвета, пол зеленый или красновато–оранжевый;
- окна ориентированы на запад – стены желто–зеленого или голубовато–зеленого цвета, пол зеленый или красновато–оранжевый.

В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения для потолка 60–70, для стен 40–50, для пола около 30.

#### **4.5 Особенности законодательного регулирования проектных решений**

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Согласно [18] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти– или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех-бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК [18] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).

- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, положение о которой



утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

## Заключение

В результате выполненной работы была модернизирована автоматизированная система «Блока подготовки газа (разделитель жидкостей) установки комплексной подготовки газа (УКПГ)», а именно система автоматического управления горизонтальным разделителем жидкостей.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были изучены особенности технологического процесса работы УКПГ. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации разделителя жидкостей, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Был произведён выбор комплекса аппаратно-технических средств реализации АС, а именно были подобраны ПЛК (OMC 8000), расходомеры (OPTISWIRL 4070), датчики давления (JUMO dTRANS p20), датчик температуры (JUMO 90.1820), уровнемер (OPTIFLEX 4300 C Marine), влагомер (JUMO 907025/64), задвижки (30с941нж с электроприводом Н-В 03) и преобразователь частоты (Lenze 8200 TMD/TML).

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

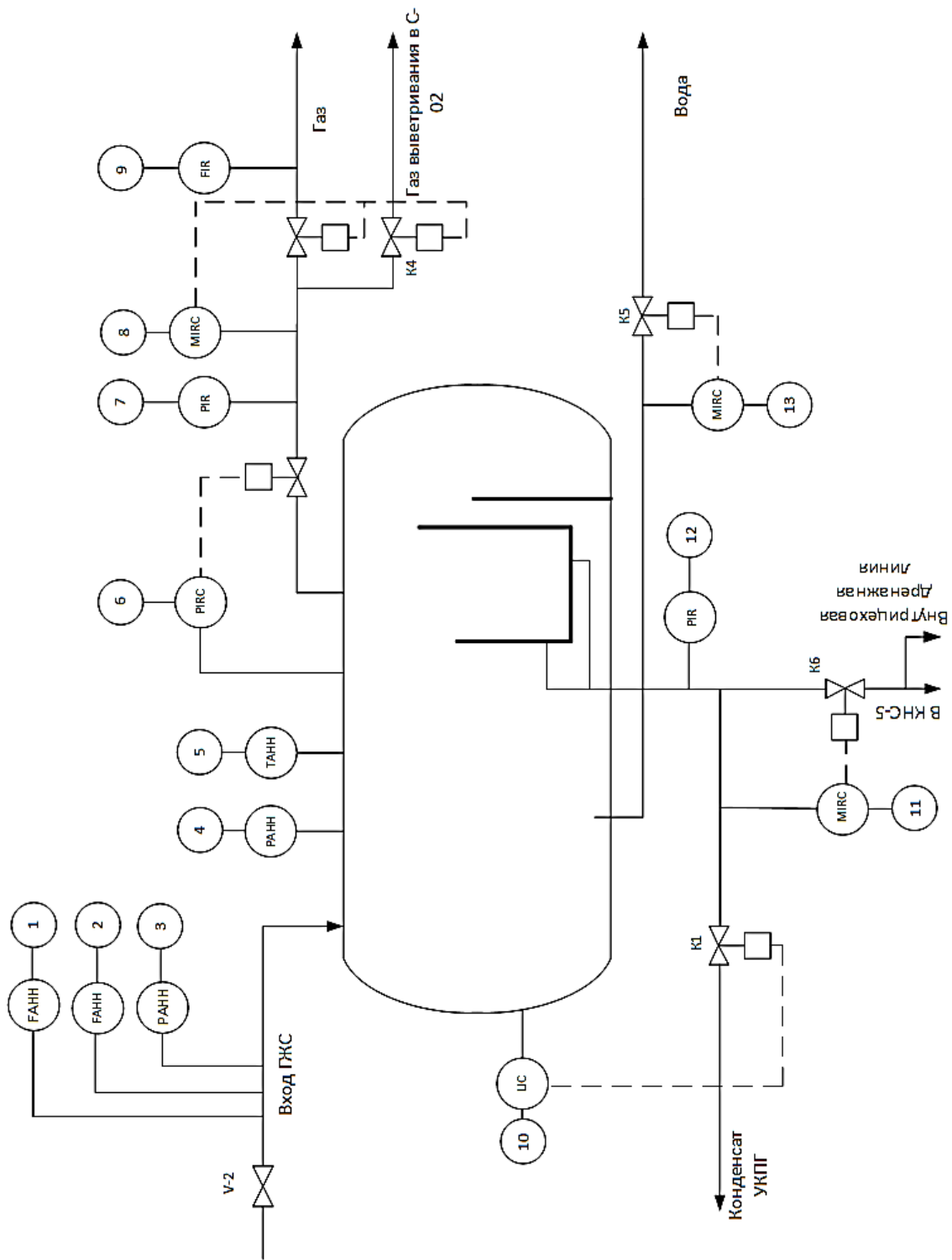
Таким образом, спроектированная АСУ разделителя жидкостей УКПГ не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную АС в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиям. Кроме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

## Список используемых источников

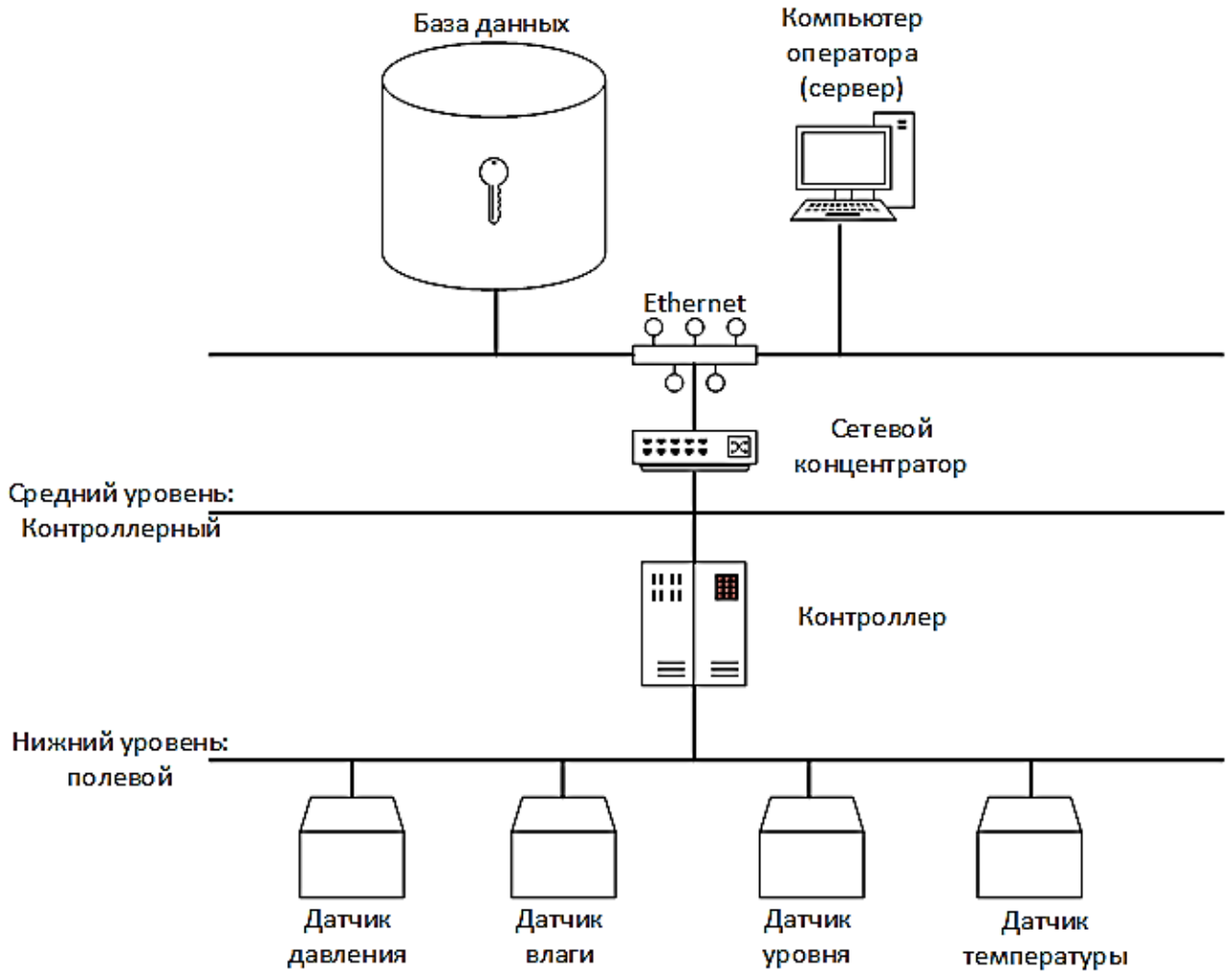
1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
4. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.– 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
10. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
14. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
15. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
16. ВППБ 01-04-98. Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций газовой промышленности.
17. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ.

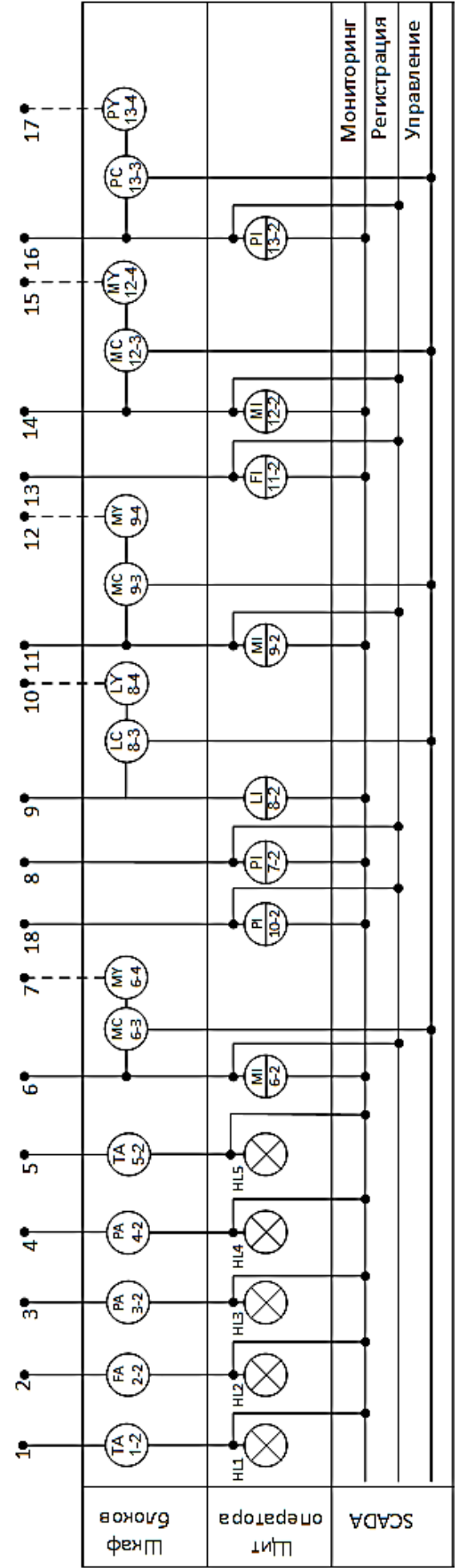
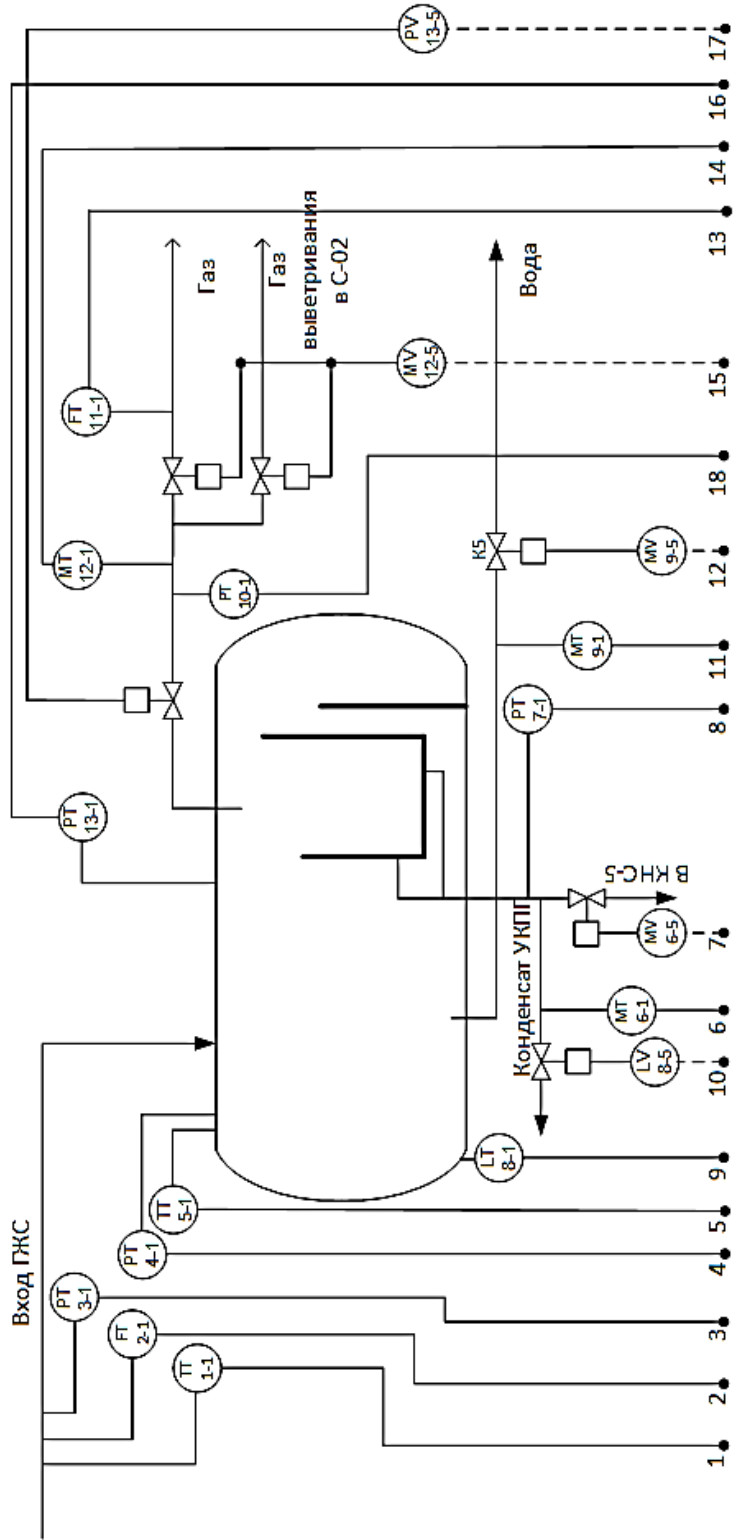
# Приложение А



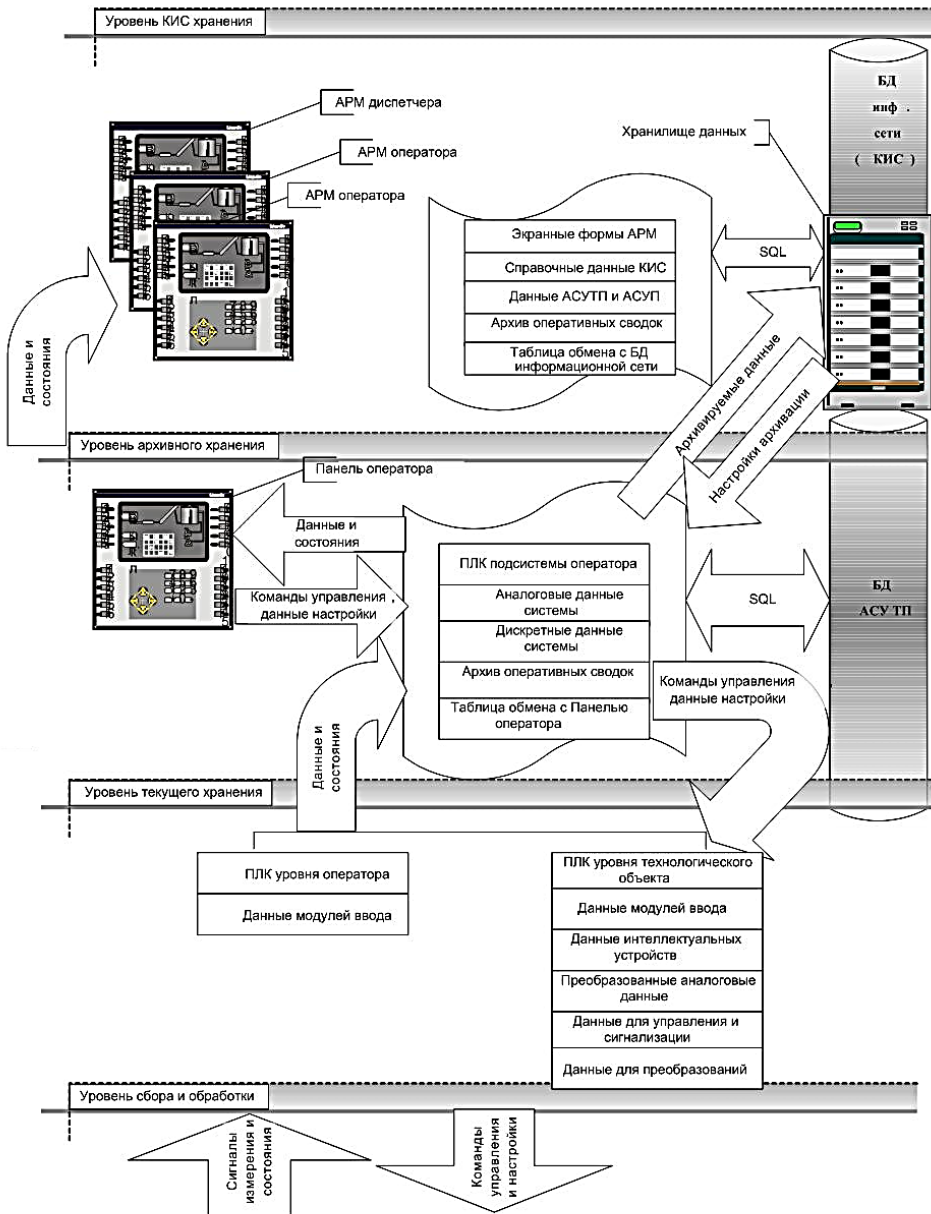
## Приложение Б



# Приложение В



# Приложение Г

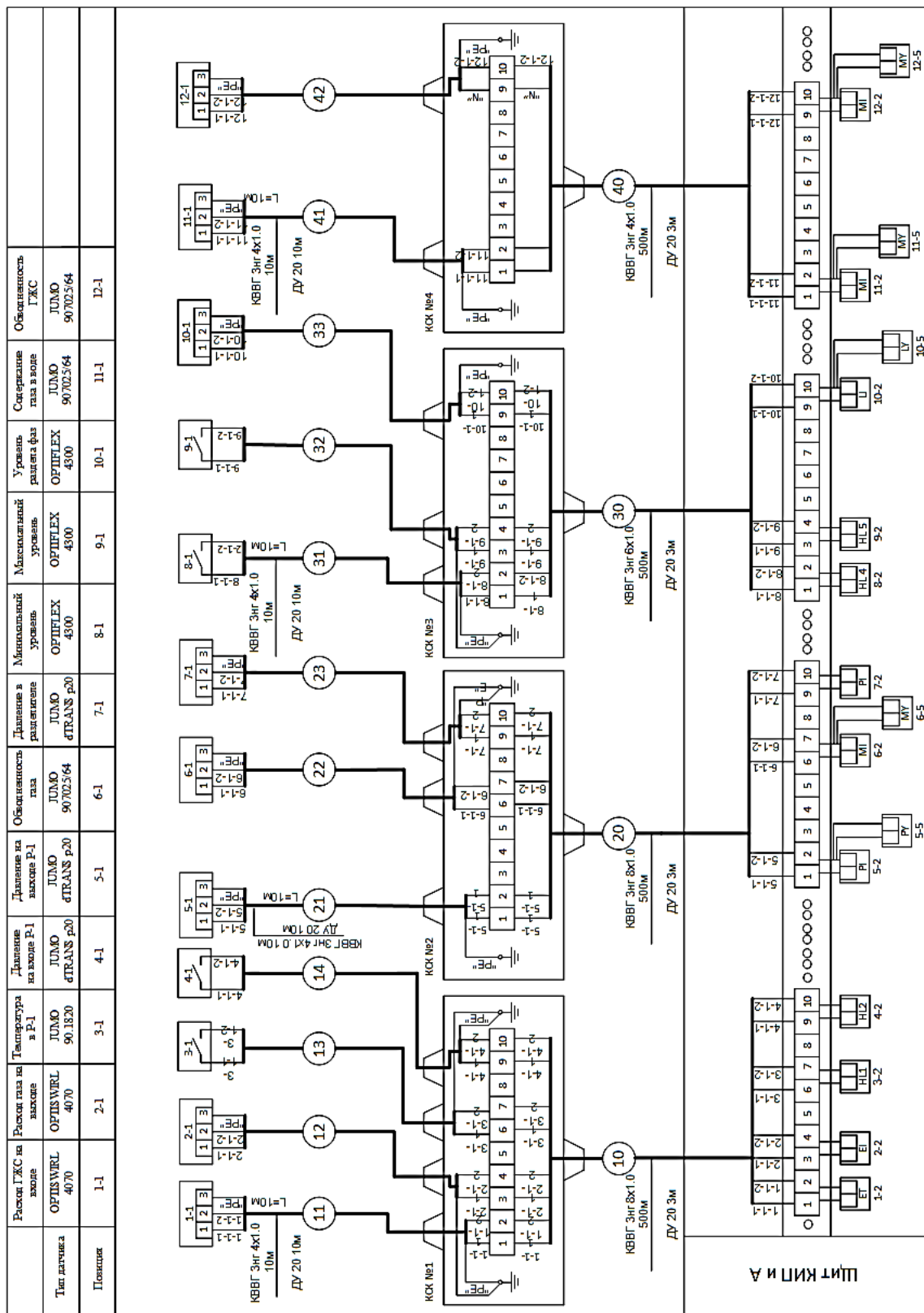




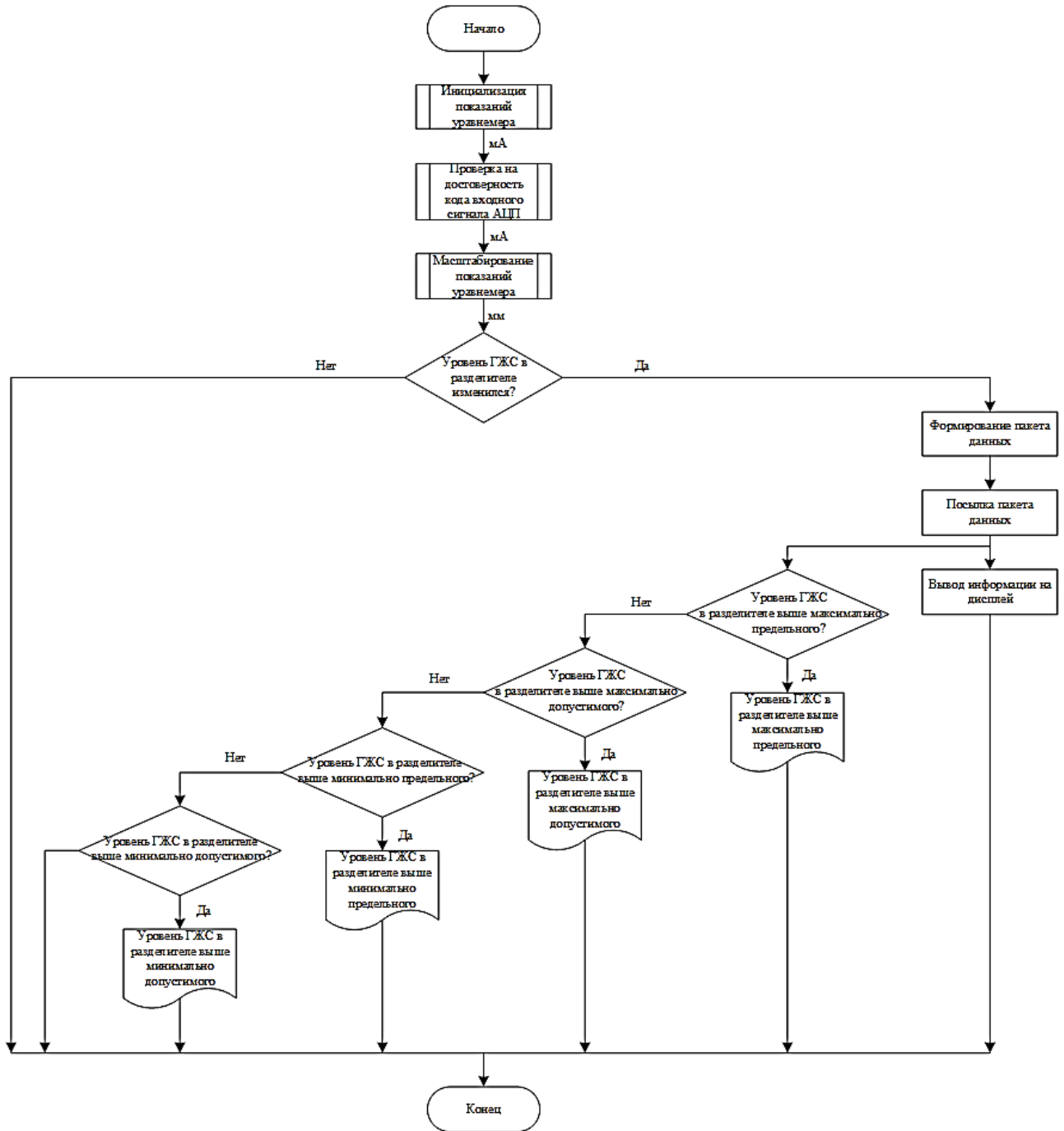
## Приложение Д

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

# Приложение Е



# Приложение Ж



### Приложение 3



## Приложение К

