

**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>Разработка автоматизированной системы управления блоком сепарации в установке комплексной подготовки нефти</b>

УДК 622.276.8.05-52:621.928:681.586:004.384

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Краснов Виталий Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Берчук Денис Юрьевич			

**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	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 рискованную работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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



Институт электронного обучения  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических  
 процессов и производств

Кафедра систем управления и механроники

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	Краснов Виталий Олегович

Тема работы:

Разработка автоматизированной системы управления блоком сепарации в установке  
 комплексной подготовки нефти

Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 18.04.2017 2751/С
---	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.2017 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>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>
---	--

<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 Обобщенная структура управления АС</li> <li>10 Трехуровневая структура АС</li> </ol>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
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
Ассистент кафедры СУМ	Берчук Денис Юрьевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т21	Краснов В. О.		

**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:	20.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
16.06.2017 г.	Основная часть	60
06.06.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
06.06.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Берчук Денис Юрьевич			

СОГЛАСОВАНО:

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

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 87 страниц машинописного текста, 29 таблиц, 19 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований.

Объектом исследования является блок сепарации установки комплексной подготовки нефти.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы блока сепарации УКПН с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров

Allen-Bradley, с применением SCADA-системы Simplight.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

УСТАНОВКА КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ, БЛОК СЕПАРАЦИИ, КЛАПАН С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ, СЕПАРАТОР ТРЕХФАЗНЫЙ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, КОММУТАЦИОННЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

## Глоссарий

**автоматизированная система (АС)** – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

**интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)** – совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.

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

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

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

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

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

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

**технологический процесс (ТП):** последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

**архитектура автоматизированной системы:** набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС.

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

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

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

# Содержание

Введение.....	12
1 Техническое задание.....	14
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП.....	14
1.2 Назначение системы .....	14
1.3 Цели создания системы .....	14
1.4 Требования к видам обеспечения.....	15
1.4.1 Требования к техническому обеспечению .....	15
1.4.2 Требования к метрологическому обеспечению .....	15
1.4.3 Требования к программному обеспечению.....	16
1.4.4 Требования к математическому обеспечению.....	17
1.4.5 Требования к информационному обеспечению .....	17
1.4.6 Требования к техническому обеспечению .....	18
2 Основная часть .....	19
2.1 Описание технологического процесса.....	19
2.2 Выбор архитектуры АС.....	20
2.3 Разработка структурной схемы АС.....	20
2.4 Функциональная схема автоматизации .....	22
2.5 Разработка схемы информационных потоков БС.....	24
2.6 Выбор средств реализации БС.....	27
2.6.2 Выбор датчиков .....	29
2.6.3 Выбор исполнительных механизмов .....	37
2.6.4 Разработка схемы внешних проводов.....	40
2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС БС .....	41

2.6.6 Экранные формы АС БС .....	49
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА.....	53
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	54
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	54
3.2 Анализ конкурентных технических решений.....	54
3.3 SWOT – анализ.....	56
3.4 Планирование научно-исследовательских работ .....	58
3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	58
3.4.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	59
3.5 Бюджет научно-технического исследования .....	60
3.5.1 Расчет материальных затрат .....	60
3.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование .....	61
3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы .....	61
3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	62
3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	62
3.4.6 Накладные расходы .....	63
3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	63
4 Социальная ответственность .....	67
Введение.....	67
4.1 Профессиональная социальная безопасность.....	68
4.2 Анализ вредных и опасных факторов.....	68
4.2.3 Анализ опасных факторов.....	71

4.3 Экологическая безопасность .....	72
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	74
4.4.1 Пожарная безопасность .....	74
4.5 Особенности законодательного регулирования проектных решений	76
Заключение .....	79
Список используемых источников.....	80

## Введение

Нефтедобывающее предприятие представляет собой сложный комплекс технологических объектов, осуществляющих добычу, транспортировку, первичную подготовку, хранение и внешнюю перекачку нефти и газа.

Отличительными особенностями нефтедобывающего предприятия являются:

- большая рассредоточенность объектов на площадях;
- непрерывность технологических процессов;
- однотипность технологических процессов на объектах (скважины, групповые установки, сепараторы и т.д.);
- связь всех технологических объектов через единый пласт, на который проведены все эксплуатационные и нагнетательные скважины, через поток продукции (нефть, газ) и через энергетические потоки (пар, газ, вода);
- непостоянство объема добычи нефти на месторождении.

Непрерывность и однотипность технологических процессов, связь их через единый продукт и энергетические потоки позволяют решать задачи автоматического управления, используя существующие методы теории автоматического управления.

В процессе добычи нефти из скважин извлекается сложная смесь, состоящая из нефти, попутного нефтяного газа, воды и механических примесей. В добываемом виде продукцию транспортировать по магистральным нефтепроводам нельзя.

Целью промысловой подготовки нефти является ее дегазация, обезвоживание, обессоливание и стабилизация, причем дегазация нефти осуществляется непосредственно на кустовых площадках автоматизированных групповых замерных установках и газосепараторах, а обезвоживание, обессоливание и стабилизация - на установках комплексной подготовки нефти (УКПН).

На данный момент стандартные установки комплексной подготовки нефти хорошо автоматизированы и имеют достаточный уровень управления и контроля над технологическими параметрами, исключением является блок сепаратора. Поэтому основной целью данной работы является модернизация блока сепаратора УКПН. Для этого в выпускной квалификационной работе предлагается применение новых приборов с унифицированными сигналами и протоколом HART, а так же корректное взаимодействие выбранного оборудования с современными операционными системами.

# **1 Техническое задание**

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

Блок сепарации предназначен для дегазации не пенистой нефти и очистки попутного газа в установках сбора и подготовки нефтяных месторождений.

## **1.2 Назначение системы**

Автоматизированная система управления блоком сепарации УКПН должна выполнять следующие функции:

- автоматизированное регулирование давления в сепараторах с воздействием на выход газа;
- дистанционное управление и контроль электроприводами задвижками и клапанами (открыть-закрыть);
- контроль температуры в сепараторе;
- аварийная сигнализация при предельных значениях давления, уровня или температуры в сепараторах;
- автоматизированная система в случае выхода из строя отдельного элемента должна выполнять основные функции и иметь возможность беспрепятственно заменить вышедший из строя элемент, без выключения всей системы.

## **1.3 Цели создания системы**

Целью создания системы АСУ ТП является:

- повышение эффективности производственного процесса;
- повышение безопасности производственного процесса;
- повышение уровня реагирования оператора АСУ на появление неисправностей в системе за счет увеличения информативности и скорости получения данных;
- снижение затрат на эксплуатацию;

- уменьшение трудоемкости и времени на контроль и управление процессом;
- повышение качества условий труда работников УКПН.

## **1.4 Требования к видам обеспечения**

### **1.4.1 Требования к техническому обеспечению**

В проекте необходимо использовать датчики и исполнительные механизмы, которые будут соответствовать условиям эксплуатации. При этом все внешние части оборудования, которые находятся под напряжением, должны быть защищены от случайных прикосновений, а само оборудование иметь заземление.

Все датчики должны иметь унифицированный выходной сигнал 4...20 мА, а также HART протокол для контроля технологических параметров.

Все датчики и исполнительные элементы должны иметь защиту от воздействий окружающей среды, быть устойчивыми к воздействию агрессивных сред, быть защищенными от проникновения влаги и пыли, а также соответствовать требованиям пожаро- и взрывобезопасности.

Технические средства системы по взрывопожароопасности должны соответствовать ПУЭ и ПБ 09-540-03.

На период замены элементов системы должны быть предусмотрены меры и средства, обеспечивающие безопасное проведение процесса в ручном режиме.

### **1.4.2 Требования к метрологическому обеспечению**

Для узла измерения давления газожидкостной смеси и газа в трубопроводе использовать расходомеры на базе диафрагм. Основная относительная погрешность измерения расходомера должна составлять не более 1%.

Основная относительная погрешность датчиков температуры, вибрации, сигнализаторов должна составлять не более 0,2%.

Для узла измерения уровня газожидкостной смеси в сепараторе использовать уровнемер. Основная погрешность уровнемера должна составлять не более 0,5%.

### **1.4.3 Требования к программному обеспечению**

Программное обеспечение (ПО) автоматизированной системы (АС) включает в себя:

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

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

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

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту ИЕС 61131-3.

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

#### **1.4.4 Требования к математическому обеспечению**

Алгоритмы системы должны определяться на стадии проектирования системы и обеспечивать регламентированный режим работы и безаварийную остановку УКПН, а также снижение или исключение возможности ошибочных действий производственного персонала при ведении процесса. Алгоритмы системы должны разрабатываться на основе утвержденного технологического регламента.

#### **1.4.5 Требования к информационному обеспечению**

По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

### 1.4.6 Требования к техническому обеспечению

Технологическое оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно выдерживать температуры в диапазоне от -40 °С до 40 °С и влажность не менее 80%, при температуре 28°С.

В проектируемой АС должны быть предусмотрены способы её последующей модернизации и развития, а также на момент сдачи в эксплуатацию должен обеспечиваться резерв по каналам ввода/вывода не менее 20%.

Система измерений должна строиться на базе электронных датчиков расхода, давления, уровня, температуры, перепада давления.

Средства измерений расходов, давлений, температур и уровней должны иметь стандартные сигналы диапазона 4-20 мА.

Отдать предпочтение измерительным приборам с самодиагностикой. Среднее время наработки на отказ не менее 75 000 часов.

Для реализации сбора и обработки информации в составе подсистем управления должны быть предусмотрены модули:

- ввода аналоговых сигналов в диапазоне 4-20 мА с протоколом HART;
- ввода дискретных сигналов;
- ввода по протоколу RS-485 от периферийных микропроцессорных устройств.

Вывод аналоговых и дискретных управляющих воздействий, должен осуществляться соответственно через модули вывода аналоговых токовых сигналов и модули вывода дискретных сигналов.

Датчики, входящие в состав системы, должны соответствовать требованиям взрывобезопасности. ПЛК должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода.

## 2 Основная часть

### 2.1 Описание технологического процесса

Функциональная схема блока сепарации приведена в приложении А.

Блок сепарации представляет собой два горизонтальных сепаратора I и II ступеней сепарации газожидкостной смеси. Отделившаяся в первом отсеке НГС нефть перетекает во второй отсек, а вода из первого отсека отправляется на блочную кустовую насосную станцию (БКНС). Откачка воды регулируется положением уровня раздела сред. Откачка нефти из второго отсека регулируется уровнем взлива в этом отсеке.

Традиционным решением задачи управления процессом сепарации является оснащение НГС набором датчиков, равных количеству контролируемых параметров. Для установки таких датчиков требуется не меньше четырех, для уровнемеров и сигнализатора предельного уровня и фланцевое соединение для датчика давления.

На основании измерений уровней контроллер формирует сигналы управления запорной арматурой. Таким образом, реализованы два контура регулирования в первом отсеке сепаратора по уровню воды, а во втором отсеке - по уровню нефти. Также введен третий контур регулирования давления выходного газа на факел. В основе процедуры регулирования заложен принцип локальных автоматов, когда требуемый закон регулирования выполняется специализированными модулями регуляторов из состава контроллера. Разнесение задач регулирования и контроля на разные уровни архитектуры комплекса ведет к повышению надежности и упрощает локальную визуализацию текущего состояния НГС.

Каждый из регуляторов может работать в двух режимах - автоматическом и дистанционном. Выбор режимов работы регуляторов определяют положения соответствующих переключателей "Управление ДИСТ/АВТ". Настройка регуляторов (выбор закона регулирования, рабочего диапазона и др.) осуществляется индивидуально для каждого из них

посредством имеющихся в контроллере управления массивов настроечных параметров. Процесс настройки можно вести либо с местного пульта, либо с АРМ оператора (при его наличии).

## **2.2 Выбор архитектуры АС**

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

Основными целями применения профилей являются:

- снижение трудоемкости проектов АС;
- повышение качества оборудования АС;
- обеспечение расширяемости (масштабируемости) АС по набору прикладных функций;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач информационных систем.

Профили АС включают в себя следующие группы:

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

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

## **2.3 Разработка структурной схемы АС**

Объектом управления является блок сепарации. В соответствии с техническим заданием разработаем систему автоматизированного

управления. В сепараторе осуществляется замер уровня нефти, температуры, давления, а в трубопроводах – давления, расход жидкости или газа. Исполнительными устройствами являются клапаны с электроприводом.

Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой. Трехуровневая структура АС приведена в приложении Б.

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных датчиков:

- сигнализатора уровня;
- одного датчика температуры с индикацией и регистрацией (TIR);
- двух уровнемеров;
- трех расходомеров;
- двух датчиков давления исполнительных устройств (клапанов с электроприводом).

Средний (контроллерный) уровень состоит из локального контроллера.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из коммуникационного контроллера, который играет роль концентратора, а также компьютеров и сервера базы данных, объединенных в локальную сеть Ethernet. На компьютерах диспетчера и операторов установлены операционная система Windows 7 и программное обеспечение SCADA Simplight.

Информация с датчиков полевого уровня поступает на средний уровень управления локальному контроллеру (ПЛК). Он выполняет следующие функции:

- сбор, первичную обработку и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- обмен информацией с пунктами управления.

Информация с локального контроллера направляется в сеть диспетчерского пункта через коммуникационный контроллер верхнего уровня, который реализует следующие функции:

- сбор данных с локальных контроллеров;
- обработка данных, включая масштабирование;
- поддержание единого времени в системе;
- синхронизация работы подсистем;
- организация архивов по выбранным параметрам;
- обмен информацией между локальными контроллерами и верхним уровнем.

Блок сепарации (БС) включает несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Также здесь установлен сервер базы данных. Компьютерные экраны диспетчера предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления.

Все аппаратные средства системы управления объединены между собой каналами связи. На нижнем уровне контроллер взаимодействует с датчиками и исполнительными устройствами. Связь между локальным контроллером и контроллером верхнего уровня осуществляется на базе интерфейса Ethernet.

Связь автоматизированных рабочих мест оперативного персонала между собой, а также с контроллером верхнего уровня осуществляется посредством сети Ethernet.

#### **2.4 Функциональная схема автоматизации**

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме изображаются

системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В соответствии с заданием разработана функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-13 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-13 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов»;

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям, ГОСТ 21.408–13 и приведена в приложении В.

## 2.5 Разработка схемы информационных потоков БС

Схема информационных потоков включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

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

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

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является как приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. Другими словами, она выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к графическим экранным формам АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Сигналы между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet.

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

- объем воды на выходе, м<sup>3</sup>/ч,
- объем газа на выходе, м<sup>3</sup>/ч,
- уровень нефти сепараторе, мм,
- температура газожидкостной смеси в факельном сепараторе, °С,
- давление в сепараторе, МПа,
- давление газа на выходе, МПа,
- уровень воды в 1 отсеке, мм,
- уровень воды во 2 отсеке, мм

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

AAA\_BBB\_CCCC\_DDDDD, где

1. AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:
  - DAV – давление;
  - TEM – температура;
  - URV – уровень;
  - RAS – расход;
  - UPR – управляющий сигнал;
2. BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
  - TRB – трубопровод;
  - K01 – регулятор уровня К-1;
  - K02 – регулятор давления К-2;
  - K03 – регулятор уровня К-3;
  - SPR – сепаратор;
3. CCCC – уточнение, не более 4 символов:
  - VHOD – входной трубопровод в сепаратор;
  - VYHD – выходной трубопровод;
  - GAZ – газ;
  - GJSM – газожидкостная смесь;
  - VODA – вода;
  - URV1 – уровень 1 отсека;
  - URV2 – уровень 2 отсека;
4. DDDDD – примечание, не более 5 символов:
  - REG – регулирование;
  - AVARH – верхняя аварийная сигнализация;

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

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Кодировка всех сигналов в SCADA-системе

Кодировка	Расшифровка кодировки
RAS_TRB_GAS	Расход выходящего газа
RAS_TRB_VODA	Расход выходящей воды
DAV_TRB_GAS	Давление газа в выходном трубопроводе
UPR_K01_URV1_REG	Управление задвижкой уровня 1 отсека
UPR_K02_GAS_REG	Управление задвижкой давления газа
UPR_K03_URV2_REG	Управление задвижкой уровня 2 отсека
DAV_SPR_GJSM_AVARH	Аварийная граница давления в сепараторе
TEM_SPR_GJSM	Температура газожидкостной смеси в сепараторе
RAS_TRB_NEFT	Расход выходящей нефти
URV_SPR_GJSM_AVARH	Аварийная граница уровня в сепараторе

Верхний уровень представлен базой данных КИС и базой данных АСУ ТП. Информация для специалистов структурируется наборами экранных форм АРМ. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы. На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате XML. Генерация отчетов выполняется по следующим расписаниям:

- каждый четный / нечетный час (двухчасовой отчет);
- каждые сутки (двухчасовой отчет в 24.00 каждых суток);
- каждый месяц;
- по требованию оператора (оперативный отчет).

Отчеты формируются по заданным шаблонам:

- сводка по текущему состоянию оборудования;
- сводка текущих измерений.

Историческая подсистема АС сохраняет информацию изменений технологических параметров для сигналов с заранее определенной детальностью. Сохранение данных в базе данных происходит при помощи модуля истории SimpLight History. Данные, хранящиеся более трех месяцев, прореживаются для обеспечения необходимой дискретности.

## **2.6 Выбор средств реализации БС**

Задачей выбора программно-технических средств реализации проекта АС является анализ вариантов, выбор компонентов АС и анализ их совместимости.

Программно-технические средства автоматизированной системы блока сепарации включают в себя:

- измерительные и исполнительные устройства;
- контроллерное оборудование;
- система сигнализации.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

Приборы и датчики выбраны с учетом обеспечения взрывобезопасности при эксплуатации, т.е. применено оборудование взрывозащищенное со степенью защиты «взрывонепроницаемая оболочка», либо «искробезопасная электрическая цепь», которая обеспечивается таким же видом взрывозащиты входных блоков контроллера.

### **2.6.1 Выбор контроллерного оборудования БС**

В качестве контроллерного оборудования были рассмотрены следующие виды контроллеров:

- Siemens SIMATIC S7-1200;
- Allen-bradley 1756 ControlLogix 5560;
- Omron CJ2M.

Таблица 2 – Сравнительный анализ ПЛК

Технические характеристики	Siemens SIMATIC S7-1200	Allen-Bradley 1756 ContrplLogix 5560	Omron CJ2M
Время выполнения логической операции	0,08 мкс	0,2	0,1 мкс
Дискретные Ю/аналоговые Ю	16/16	20/12	20/12
Типы интерфейсов	RS-485, ASCII, USS	RS-485, ASCII, FIELDBUS	RS-485, ASCII
Языки программирования	LAD, FBD, SCL	LAD, FBD,	LAD, FBD, SFC, CFC
Поддержка ПИД регулирования	Да	Да	Да
Замена на горячую	Да	Да	Да
Напряжение питания номинально	24 В	24В/ 110-220 В при частоте 50 Гц	24 В
Наращивание	До 16 модулей	До 40 модулей	До 8 модулей
Цена	164 800	117 000	138 000

Из приведенного сравнения все контроллеры удовлетворяют техническому заданию (пункт 1.4.6), а именно рассмотренные варианты имеют тип интерфейса RS-485, есть возможность наращивания свыше 20%. При этом исходя из экономических показателей выбран ПЛК Allen-Bradley 1756 Controllogix (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Allen-Bradley 1756 Controllogix 5560

Несколько контроллеров могут быть установлены в одном корпусе. В одном шасси они могут общаться друг с другом через объединительную

плату. Контроллеры ControlLogix могут связываться через Ethernet/IP, ControlNet, DeviceNet, DH+, универсальный пульт ввода-вывода, а также RS-232-C (протокол DF1/DH-485) сети.

## 2.6.2 Выбор датчиков

### 2.6.2.1 Выбор расходомера

Для измерения расхода отделившейся нефти на каждом этапе необходимо выбрать расходомер. Выбор расходомера проходил из следующих вариантов: вихревой расходомер Rosemount 8800 D, вихреакустический расходомер Метран-300ПР и Kobold TMU-R.

В соответствии с техническим заданием (пункт 1.4.3), погрешность расходомера не должна превышать  $\pm 1\%$ . Согласно пункту 1.4.6 выходной сигнал должен быть 4-20 мА с протоколом HART. Среднее время наработки на отказ не менее 75 000 часов, корпус должен быть во взрывобезопасном исполнении. Предпочтение отдается интеллектуальным датчикам. Согласно указанным требованиям Метран-300ПР не удовлетворяет по характеристикам надежности, оставшиеся варианты подходят по всем требованиям согласно техническому заданию.

Таблица 3 – Сравнительный анализ расходомеров

Техническая характеристика	Rosemount 8800D	Метран-300ПР	Kobold TMU-R
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
Выходной сигнал	4...20мА/HART	4...20мА/HART	4...20мА/HART
Взрывозащищенность	Ex dib [ia Ga] IIC T4 Gb	Ex, Exd	Ex, Exd
Среднее время наработки на отказ	270 000 ч	50 000 ч	100 000 ч
	285000	215 000	137 000

В результате анализа был выбран Kobold TMU-R, потому что он подходит для работы с агрессивными средами и имеет подходящий диапазон измерения расхода, а также позволяет дистанционно работать с прибором за счет технологии SmartWireless. Беспроводные решения

SmartWireless позволяют удаленно конфигурировать расходомеры и передавать данные, что увеличивает эффективность их использования.



Рисунок 2 – Массовый кориолисовый расходомер TMU-R

Массовый кориолисовый расходомер TMU-R производства Kobold работает на кориолисовом принципе измерения массового расхода. Прибор одновременно следит за температурой и плотностью измеряемой среды, а также вычисляет объемный расход. Возможно исполнение TMU-R с совмещенным и дистанционным преобразователем. Устройство может применяться для замера практически всех жидких и газовых сред, а также может быть использовано во многих традиционных сферах применения. Прибор широко эксплуатируется в различных отраслях промышленности. Массовый кориолисовый расходомер TMU-R используется как для точного дозирования, так и для загрузки и разгрузки.

Измеренная разность потенциалов усиливается и обрабатывается преобразователем, после чего происходит формирование выходных сигналов расходомера.

Основные характеристики расходомера представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные характеристики Kobold TMU-R

Изменяемые среды	жидкость, нефть, газ
Степень защиты	IP 66/68, искробезопасное исполнение
Измерительный принцип	Кориолисовый
Изменяемый объемный расход	60 кг/ч
Приведенная погрешность измерений	± 0,1 шкалы
Температура измеряемой среды	– 40 ... + 260 °С
Выходные сигналы	4-20 мА с HART-протоколом

### 2.6.2.2 Выбор датчиков давления

Выбор манометра проходил из следующих вариантов приборов: манометр для нефтяной промышленности MGS37 стандарта NACE, ТЖИУ406, United Electric Ex-120 и Kobold PAD-R.

В результате анализа был выбран датчик давления Kobold PAD-R (Рисунок 3) от фирмы Kobold, потому что он имеет аналоговый выход 4-20 мА с HART протоколом. В отличие от ТЖИУ406, он подходит для работы с агрессивными нефтяными средами в нужном диапазоне температур. При этом согласно ТЗ (пункт 1.4.6), он удовлетворяет среднему времени наработки на отказ, в отличие от United Electric Ex-120.



Рисунок 3 – Датчик давления Kobold PAD-R

Таблица 5 – Сравнение датчиков давления

Критерии выбора	ТЖИУ406	United Electric Ex-120	Kobold PAD-R
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Верхние пределы измерений	0,4 кПа... 16МПа	0,4 кПа...20 МПа	0,2 кПа... 35МПа
Предел допускаемой погрешности	0,04%	0,1%	0,05%
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex / Exd	Ex/ Exd	Ex
Температура окружающей среды	-40 +100 °С	-40 +85	-20 +120
Степень защиты от пыли и воды	IP 68	IP65 / IP67	IP67
Время наработки на отказ	100 000 ч	60 000 ч	100 000 ч
Цена	42 000	48 200	64 000

Датчик дифференциального давления PAD-R фирмы KOBOLD является высокоэффективным датчиком с микропроцессором. Датчик имеет гибкую систему калибровки давления и выхода, автоматическую систему компенсации температуры окружающей среды и переменной процесса. Он поддерживает коммуникацию по HART протоколу и характеризуется оптимальным сочетанием разных параметров. Датчик дифференциального давления характеризуется широким спектром сфер применения - его можно использовать для измерения давления, потока, уровня. Все поступающие на сенсор данные обрабатываются и сохраняются в EEPROM. Датчик давления модели PAD-R-F производства KOBOLD предназначен также и для измерения потока. В данной модификации датчик имеет суммирующую функцию, что позволяет не только определять скорость потока, но и вычислять суммированный поток. Датчик измеряет скорость потока, используя дифференциальное давление без учета компенсации температуры и статического давления. По внешнему виду датчик PAD-R-F не отличается от стандартного датчика модели PAD-R, но имеет другой терминальный блок с двумя дополнительными терминалами для считывания импульсного выхода.

Технические характеристики датчика давления KOBOLD PAD-R приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики датчика KOBOLD PAD-R

Изменяемые среды	газ, жидкость, нефтепродукты
Рабочая температура	- 40 ... + 120 °С
Диапазон измерения	0.75 – 413.7 бар
Основная приведенная погрешность	±0.075 % калиброванного диапазона (опционально: ±0.04 % калиброванного диапазона)
Выходные сигналы	4-20 мА с HART-протоколом

### 2.6.2.3 Выбор датчика температуры

Для контроля температуры в сепараторе, а также отделившейся жидкости необходимо подобрать датчик температуры, согласно пунктам технического задания 1.4.3 и 1.4.6.

В качестве датчиков температуры были рассмотрены:

- Метран-285;
- ОВЕН ДТСхх5;
- Kobold TWL-R-Exd.

Согласно техническому заданию ОВЕН ДТСхх5 не подходит по времени наработки на отказ, а также по классу точности. Метран-285 обладают преимущественно лучшими техническими характеристиками, однако Kobold TWL-R Exd имеет достаточные характеристики для выполнения поставленной задачи.

Как видно из таблицы цена на Kobold TWL-R ниже, поэтому в качестве датчика температуры будем использовать Kobold TWL-R-Exd (рисунок 4).



Рисунок 4 – Датчик температуры Kobold TWL-R-Exd

- Диапазон измерения: -80 ...+600 °С
- Pt 100 датчик класса А, датчик класса В

- Выход:сопротивления или аналоговый 4-20 мА
- Термокарман до 1000,3000, а также 5000 мм (в зависимости от модели)
- Опции: датчик для монтажа в корпус с HART протоколом или PROFIBUS протоколом / Fieldbus протоколом, дисплей
- АTEX сертификат, взрывозащита Exd

Таблица 7 – Сравнение датчиков температуры

Критерии выбора	Метран-285	ОВЕН ДТСхх5	Kobold TWL-R-Exd
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измерения температуры:	-...+1100°C	-50... +1100°C	-200 +600 °C
Предел допускаемой погрешности	0,05%	0,25%	0,2%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex (ExiaCT6 X), Exd (1ExdIICT6)	0Ex ia IIC T1...T6 Ga X	ExiaCT6
Степень защиты от пыли и воды	IP65	I IP54, IP65	IP68
Время наработки на отказ	100 000 ч	15 000 ч	80 000 ч
Стоимость	64 000	11 500	47 000

Термометры сопротивления (термопреобразователи) производства KOBOLD состоят из ударопрочного установочного фитинга, выполненного из нержавеющей стали и имеющего резьбовое, фланцевое или приварное присоединение, а также из соединительной головки из литого алюминия и сменного измерительного элемента. Смену измерительного элемента можно осуществлять, не останавливая техпроцесс, так как термокарман не демонтируется и изолирует процесс. Приборы оснащены взрывонепроницаемой оболочкой Exd и, соответственно, могут использоваться в достаточно жестких условиях. Температурный датчик Pt100, соответствующий стандарту IEC751, категории А или В, соответственно, вмонтирован в измерительный элемент.

Температурный датчик может быть изготовлен в двух-, трех- и четырехпроводном исполнении. Данные датчики могут быть выполнены и как простые, и как двойные термометры сопротивления. Исключением

является четырехпроводной термометр сопротивления, который изготавливается только в простом исполнении ввиду нехватки места.

Опционально термометры сопротивления могут быть оснащены датчиком, смонтированным в головку термометра. В этом случае заказчик может выбрать стандартный датчик (выходной сигнал 4-20мА) с протоколом HART, а также датчик с протоколом PROFIBUS или протоколом Fieldbus.

Помимо термометров сопротивления, соответствующих стандарту DIN, возможно изготовление на заказ термометров с указанной заказчиком глубиной погружения, присоединительной головкой, присоединениями к процессу, классом допуска, выполненных из выбранных заказчиком материалов.

#### 2.6.2.4 Выбор уровнемера

Выбор уровнемера проходил из следующих вариантов приборов: Nevelco Nivotrack, емкостной уровнемер МПУ100 и ИСУ100И. В таблице 8 приведен сравнительный анализ.

Таблица 8 – Сравнение технических характеристик уровнемеров

Техническая характеристика	Nevelco Nivotrack	МПУ100	ИСУ100И
Погрешность измерений	±1 мм	±5 мм	±5 мм
Выходной сигнал	4...20мА/ HART	4...20мА/ HART	4...20мА
Максимальная рабочая температура	-40...300	-40...300	200
Рабочее давление	До 25 бар	До 25 бар	До 20 бар
Взрывозащита	Ex, Exd	Ex, Exd	Ex, Exd
Время наработки на отказ	100 000	50 000	100 000
Цена	43 500	37 800	61 150

В результате анализа был выбран Nevelco Nivotrack (рисунок 5), потому что:

- он невосприимчив к окружающим факторам (температуре, давлению и т.д.);
- выходной сигнал 4-20 мА;
- его внедрение и обслуживание обходится гораздо дешевле.

При этом, согласно ТЗ, в отличие от МПУ100 время наработки на отказ Nevelco Nivotrack входит в заданные параметры. Также выбор основан на экономических показателях.



Рисунок 5– Уровнемер Nevelco Nivotrack

Таблица 9 – Основные характеристики Nevelco Nivotrack

Измеряемые среды	газ, жидкость, нефтепродукты, сыпучие
Диапазон измерений	0,5 - 10 м
Абсолютная погрешность измерений	± 1 мм
Температура окружающей среды	- 40... + 70 °С
Рабочая температура	- 40 ... + 130 °С
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола (RS-485)

### 2.6.2.5 Выбор датчика – сигнализатора уровня

При больших скоростях наполнения в сепараторах дополнительно устанавливается сигнализатор предельного уровня, подающий сигнал при заполнении сепаратора. Этот сигнал может использоваться для автоматического отключения насосов, а также для открытия и закрытия задвижек на трубопроводных коммуникациях. Кроме аварийного сигнала схемой автоматизации сепаратора предусматривается подача предупредительных сигналов о достижении нижнего и верхнего уровней от датчиков-сигнализаторов уровня.

Для сигнализации уровня будем использовать датчик-реле уровня РИЗУР ДРУ-1ПМ (рисунок 6).



Рисунок 6 – датчик-реле уровня РИЗУР ДРУ-1ПМ.

Датчики-реле уровня жидкости двухпозиционные РИЗУР ДРУ-1ПМ, ДРУ-1ПМ-1, ДРУ-1 предназначены для контроля верхнего или нижнего уровня пресной воды, масел, жидкости охлаждающей низкотемпературной, жидкости фекальной, дизельного топлива. Датчики-реле предназначены для использования в схемах автоматического управления дизель-электрических агрегатов, а также могут использоваться в стационарных условиях.

- Дифференциал срабатывания не более 25 мм.
- Рабочее давление от 0,054 до 0,2 МПа.
- Погрешность срабатывания — не более 12,5 мм относительно номинального уровня срабатывания.

## **2.6.3 Выбор исполнительных механизмов**

### **2.6.3.1 Выбор регулирующего клапана**

Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

В качестве регулирующего клапана будет использоваться клапан регулирующий седельный проходной VS2 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Клапан регулирующий седельный проходной VS2  
Технические характеристики клапана приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики клапана VS2

Техническая характеристика	Значение
Условный проход Ду, мм	15
Динамический диапазон регулирования	50:1
Характеристика регулирования	линейная
Коэффициент начала кавитации Z	$\leq 0,5$
Протечка через закрытый клапан, % не более Kvs	0,05
Условное давление P <sub>y</sub> , МПа	16
Макс. перепад давления для закрытия клапана ΔP <sub>макс.</sub> , МПа	10
Температура регулируемой среды T, °C	-40...до 130
Присоединение	Фланцевое
Корпус клапана и крышка	Серый чугун
Седло, золотник и шток	Нержавеющая сталь
Уплотнение сальника	EPDM

Условия применения приведены на рисунке 8:

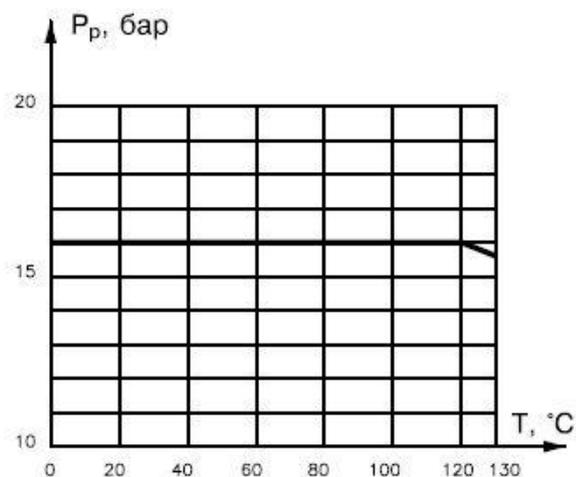


Рисунок 8 – Условия применения

При монтаже клапана необходимо убедиться, чтобы направление движения регулируемой среды совпадало с направлением стрелки на его корпусе. Необходимо предусмотреть достаточное пространство вокруг клапана с электроприводом для их демонтажа и обслуживания.

Габаритные размеры приведены на рисунке 9.

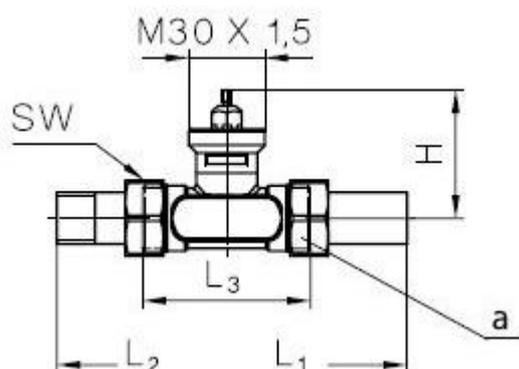


Рисунок 9 – Габаритные размеры

Для управление клапаном выбран редукторный электропривод АМЕ 10 (рисунок 10):



Рисунок 10 – Редукторный электропривод АМЕ 10

Технические характеристики привода приведены в таблице 11:

Таблица 11 – Технические характеристики привода

Техническая характеристика	Значение
Тип сигнала управления	4-20 мА
Класс защиты	IP 67
Тип двигателя	Асинхронный
Температурный диапазон, °С	От -40 ... до +90

#### 2.6.4 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении Г. Датчики температуры имеют встроенный преобразователь сигнала термосопротивления в унифицированный токовый сигнал 4-20мА. У расходомера сигнал преобразуется в унифицированный токовый сигнал 4-20мА. Датчик давления преобразует сигнал с сенсора на базе емкостной ячейки в унифицированный токовый сигнал 4-20мА.

В качестве кабеля выбран КВВГнг. Кабель КВВГнг представляет собой конструкцию из медных жил, заключенных в изоляцию и в оболочку из пластика. Электротехнический контрольный кабель КВВГнг предназначен для присоединения к электроаппаратуре, электроприборам.

Конструкция кабеля состоит из следующих частей: жила (мягкая медная проволока), изоляция (ПВХ пластикат), поясная изоляция (лента ПЭТФ пленки), оболочка (ПВХ пластикат пониженной горючести).

Кабели КВВГнг предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660В частоты до 100Гц или постоянным напряжением до 1000В.

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

- цепи сигналов управления и сигнализации напряжением 220 В переменного тока и 24 В постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях;
- аналоговые сигналы должны передаваться с помощью экранированных кабелей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;
- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);
- сигналы управления и контроля для взаиморезервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;
- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны прокладываться в разных кабелях.

### **2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС БС**

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

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

В данной ВКР разработаны следующие алгоритмы АС:

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

Для представления алгоритма пуска/останова и сбора данных будем использовать правила ГОСТ 19.002.

#### **2.6.5.1 Алгоритм сбора данных измерений**

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры в сепараторе. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения температуры в сепараторе представлен в приложении Д.

#### **2.6.5.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром**

В процессе сепарации и обработки нефти необходимо поддерживать давление нефти в трубопроводе на выходе из газосепаратора, чтобы оно не превышало заданного уровня, исходя из условий прочности трубопровода, и не падало ниже заданного уровня. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем давление нефти в трубопроводе на выходе из газосепаратора. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

Структурная схема автоматического регулирования давлением приведена на рисунке 12. Данная схема состоит из следующих основных элементов: задание, настройка задания, ПИД-регулятор, ЦАП, регулирующий орган, объект управления, возмущение, АЦП.

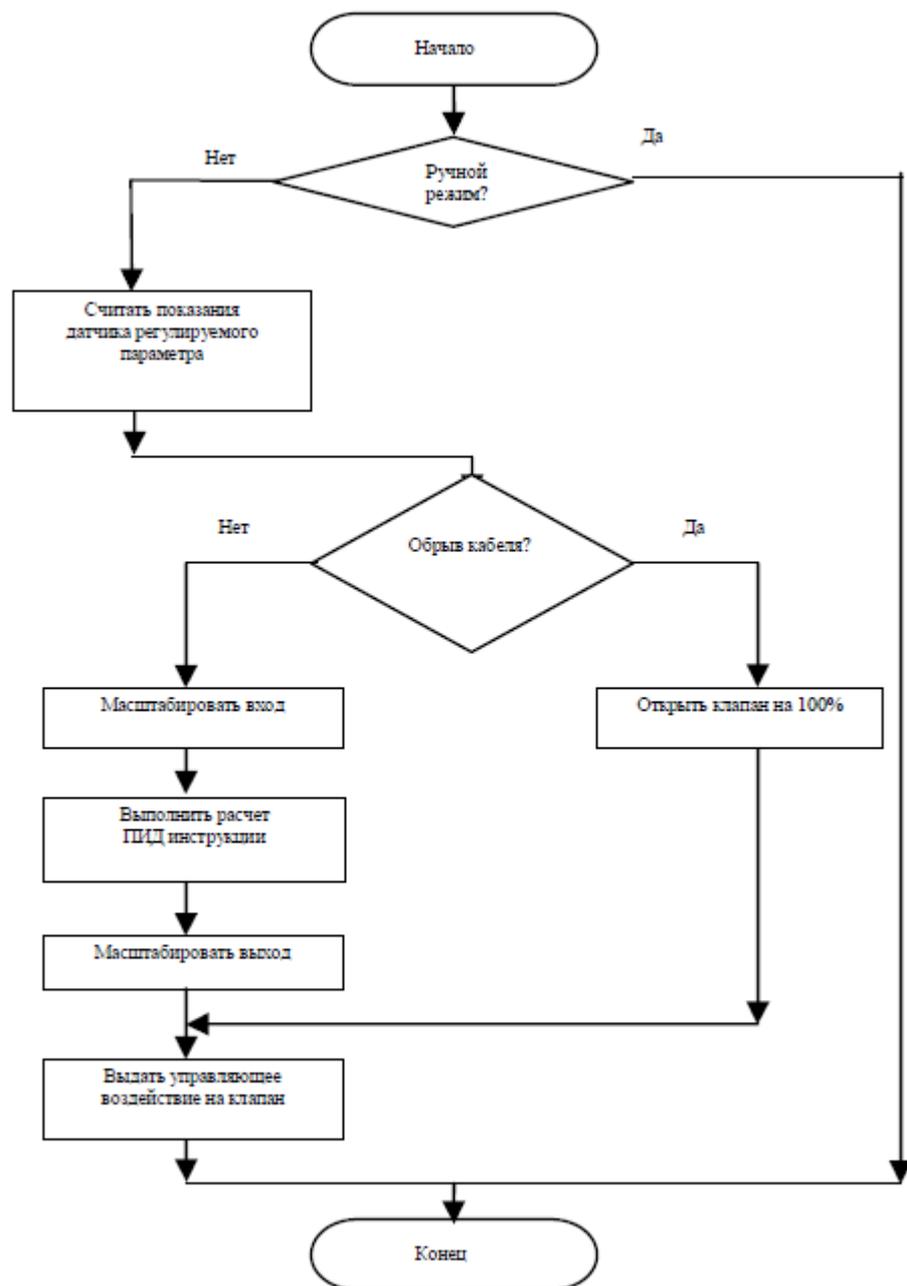


Рисунок 11 – Алгоритм подпрограммы «ПИД-регулятор»

Определим передаточные функции основных элементов структурной схемы регулирования [3].

Объектом управления является участок трубопровода между точкой измерения давления и регулирующим органом. Длина этого участка определяется правилами установки датчика и регулирующих органов и составляет 10 метров. Динамика объекта управления  $W(p)$ , выраженная как отношение «расход вещества через клапан» (объемный расход жидкости после клапана) к «расходу вещества через расходомер» (измеряемый

объемный расход жидкости) приближенно описывается апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием. Воспользовавшись типовой передаточной функцией трубопровода согласно [3] для схемы управления насосом дросселированием потока на линии нагнетания передаточная функция участка регулируемого объемного расхода жидкости трубопровода будет:

$$W(p) = \frac{Q_k(p)}{Q(\bar{d})} = \frac{1}{Tp+1} e^{-\tau_0 p},$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q}, \quad \tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}}, \quad f = \frac{\pi d^2}{4},$$

где  $Q_k(p)$  – объемный расход жидкости после клапана;

$Q(p)$  – измеряемый объемный расход жидкости;

$\gamma$  – удельный вес жидкости;

$L$  – длина участка трубопровода между точкой измерения и точкой регулирования;

$d$  – диаметр трубы;

$f$  – площадь сечения трубы;

$\Delta p$  – перепад давления на трубопроводе;

$\tau_0$  – запаздывание;

$T$  – постоянная времени.

Характеристики объекта управления приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристики объекта управления

	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Удельный вес газа	кг/м <sup>3</sup>	0,72
2	Рабочее давление в трубопроводе,	МПа	0,7
3	Объемный расход газа	м <sup>3</sup> /ч	50
4	Длина участка трубопровода	м	10
5	Диаметр трубы	мм	80
6	Перепад давления на трубопроводе	кгс/см <sup>3</sup>	0,5

Рассчитаем передаточную функцию объекта управления:

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,08^2}{4} = 0,005;$$

$$c = \frac{Q}{f} \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{2\Delta p g}} = \frac{0,13}{0,005} \cdot \sqrt{\frac{0,72}{2 \cdot 0,05 \cdot 0,098 \cdot 10^6}} = 0,315 \text{ с};$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,005 \cdot 0,315^2}{0,13} = 0,076 \text{ с};$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q} = \frac{10 \cdot 0,005}{0,13} = 0,38 \text{ с};$$

$$W(p) = \frac{1}{Tp + 1} \cdot e^{-\tau_0 p} = \frac{1}{0,076 \cdot p + 1} \cdot e^{-0,38p}.$$

Определим отношение величины времени запаздывания к постоянной времени  $\frac{\tau}{T} = \frac{2,42}{0,07} > 1$ , это отношение значительно больше единицы, следовательно, объект характеризуется большим транспортным запаздыванием и очень трудно регулируем.

Передаточная функция блока АЦП представляет собой коэффициент  $k_{АЦП}$ , который примерно равен 1.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать давление на выходе равное 0,7 МПа, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает константа равная 700000.

Передаточная функция блока ЦАП представляется в виде коэффициента  $k_{ЦАП}$ , примерно равного 8,45.

Передаточная функция компрессора имеет вид:

$$\Delta p_c = C \cdot \Delta p_0,$$

где  $\Delta p_c$  – разница давлений на входе и выходе компрессора ( $p_2 - p_1 = 7 - 1 = 6$  кгс/см<sup>2</sup>),

$C$  - константа компрессора,

$\Delta p_0$  – перепад давления в трубопроводе до компрессора (0,05 кгс/см<sup>2</sup>).

$$C = \frac{\Delta p_c}{\Delta p_0} = \frac{6}{0,05} = 120,$$

$$W_k(p) = \frac{p_2}{p_1} = C \cdot \frac{\Delta p_0}{p_1} + 1 = 120 \cdot \frac{0,05}{1} + 1 = 7.$$

Структурная схема системы регулирования давления представлена на рисунке 12.

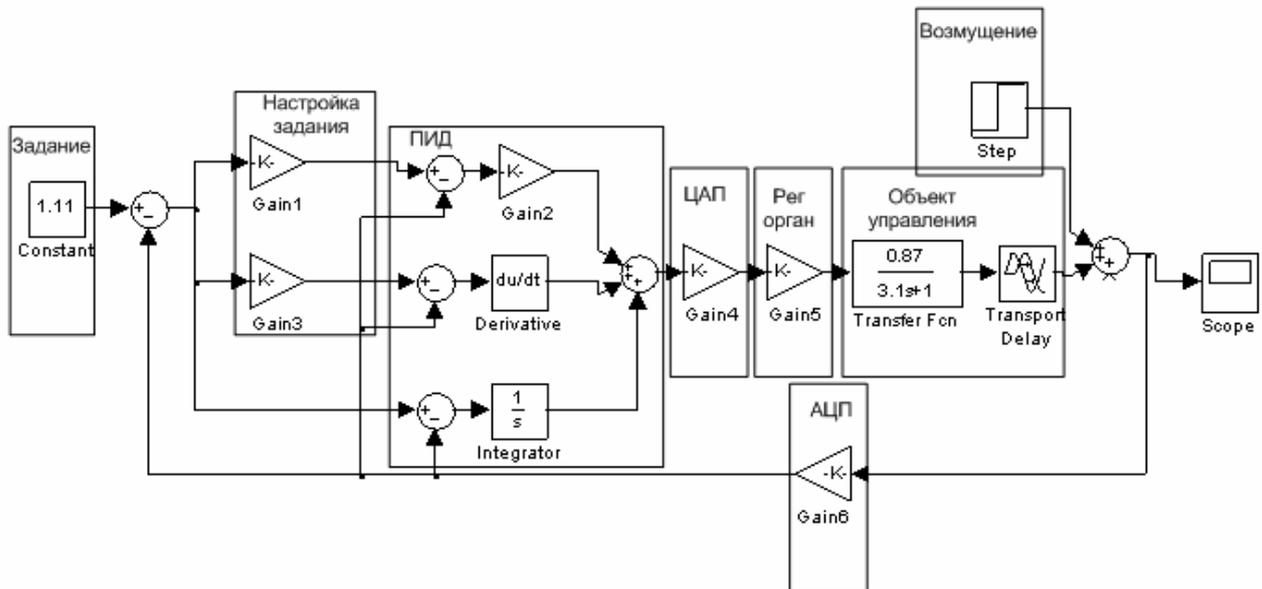


Рисунок 12 – Структурная схема

Процесс регулирования давления осуществляется следующим образом. На объект управления в процессе его функционирования оказывают воздействия различные факторы, поэтому выход объекта управления должен суммироваться с возмущающим воздействием. Сигнал с датчика давления поступает на АЦП и преобразуется в цифровой. Далее сигнал с АЦП сравнивается с заданием. В итоге вычисляется ошибка регулирования. Результат вычисления ошибки поступает на ПИД-регулятор, который в зависимости от значения ошибки формирует управляющее воздействие на объект управления. Управляющее воздействие регулятора подается через ЦАП на регулирующий орган, а регулирующий орган в свою очередь, в зависимости от управляющего воздействия, оказывает воздействие на объект управления с целью уменьшения ошибки.

Набор схемы в пакете Simulink представлен на рисунке 13.

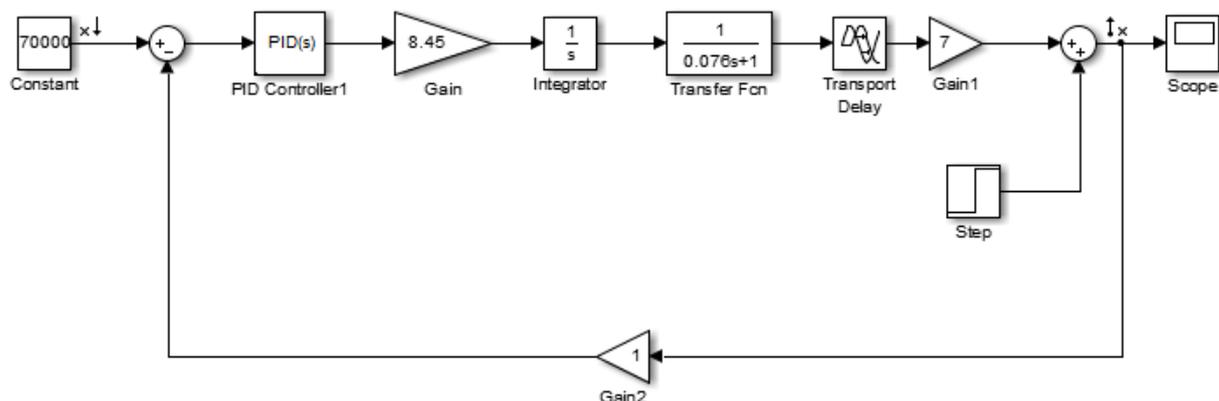


Рисунок 13 – Схема набора в пакете Simulink

График переходного процесса САР без настройки ПИД-регулятора можно наблюдать на рисунке 14. Получился расходящийся процесс.

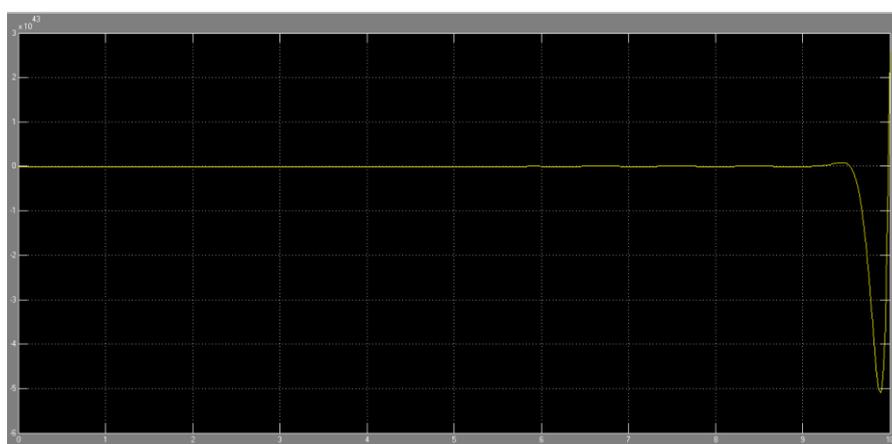


Рисунок 14 – Переходная характеристика САР без настройки ПИД-регулятора

Передаточная функция ПИД-алгоритма имеет вид:

$$W_{\text{ПИД}}(s) = K_1 + 1/T_i s + T_d s.$$

С помощью встроенного тюнера (настройщика) в Simulink выбираем наиболее подходящую форму переходного процесса – с отсутствием перерегулирования и малым временем переходного процесса. Запишем рекомендуемые настройщиком рекомендуемые параметры:

$$K_P = 0,015;$$

$$T_I = 10000;$$

$$T_D = 0,0019;$$

Процесс настройки ПИД-регулятора показан на рисунке 15.

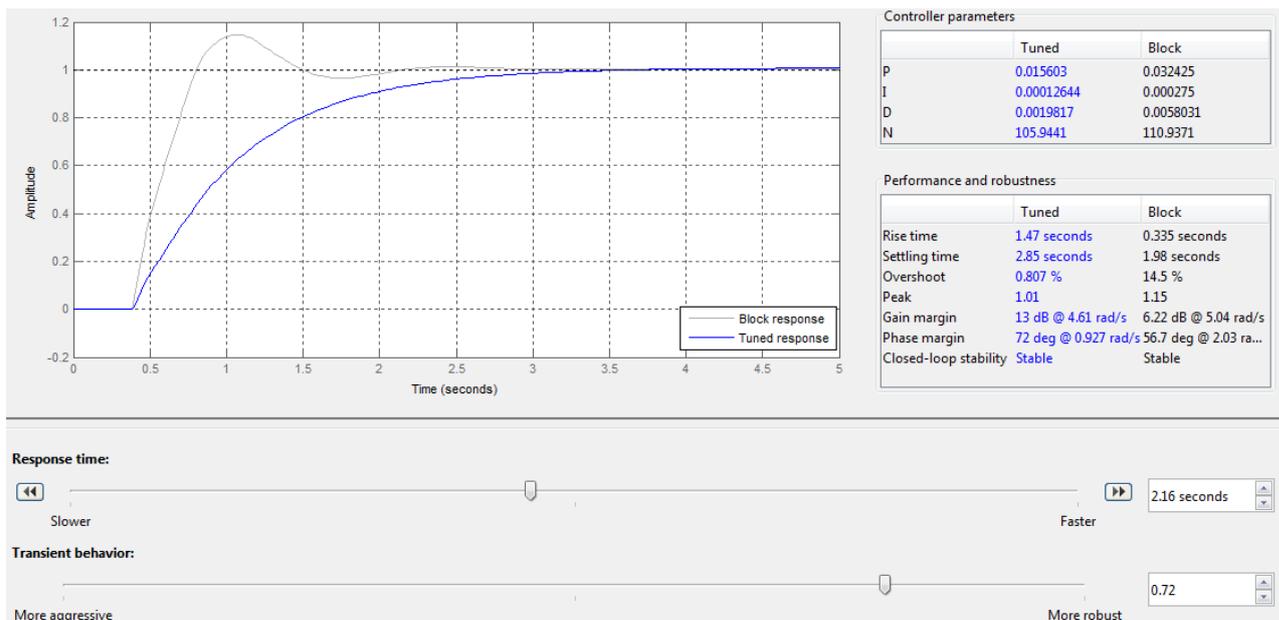


Рисунок 15 – Настройщик ПИД-регулятора в Simulink

График переходного процесса САР после настройки ПИД-регулятора можно наблюдать на рисунке 16.

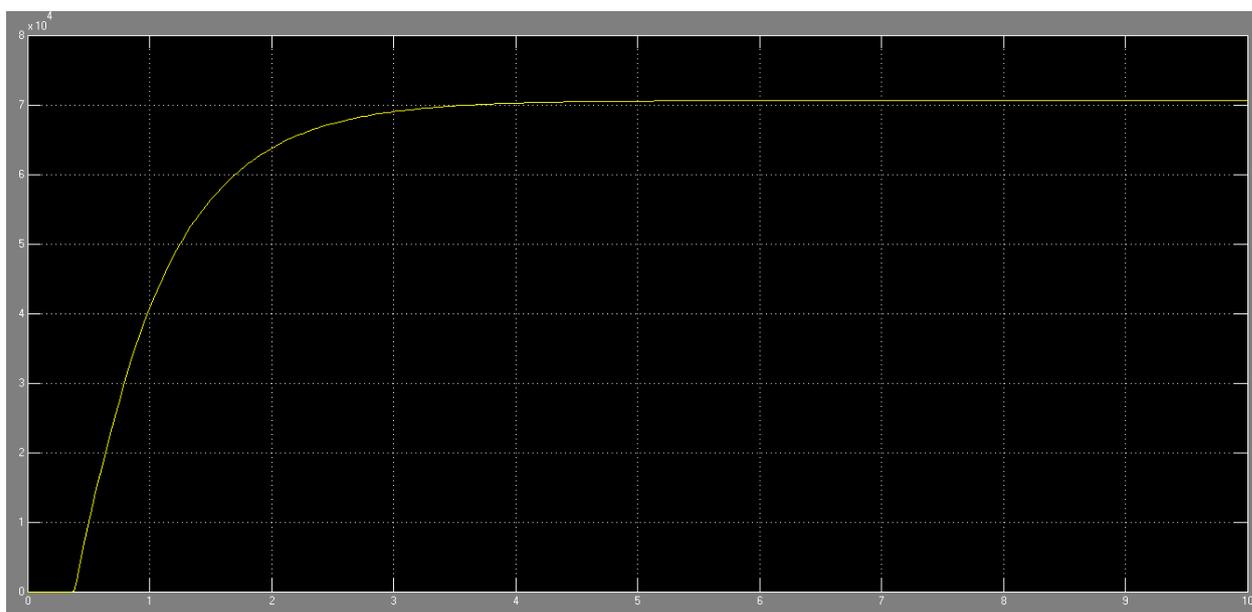


Рисунок 16 – Переходная характеристика САР после настройки ПИД-регулятора

Из рисунка видно, что время переходного процесса составляет около 3 секунд. Наличие малого перерегулирования положительно влияет на износ исполнительных механизмов.

## **2.6.6 Экранные формы АС БС**

Управление в АС блока сепарации реализовано с использованием SCADA-системы Simplight. Она предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в надежности, стоимости и безопасности, также обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

### **2.6.6.1 Разработка дерева экранных форм**

Пользователь (диспетчер по обслуживанию, старший диспетчер, руководитель) имеет возможность осуществлять навигацию экранных форм с использованием кнопок прямого вызова. При старте проекта появляется экран авторизации пользователя, в котором предлагается ввести логин и пароль. После ввода логина и пароля, если же они оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов БС: сепаратор I ступени, сепаратор II ступени и каналы регулирования давления, уровня. Кроме того, с мнемосхемы основных объектов пользователь имеет прямой доступ к карте нормативных параметров сепаратора.

### **2.6.6.2 Разработка экранных форм АС БС**

АРМ оператора поддерживает работу различных групп пользователей с разными правами доступа к тем или иным элементам автоматизированного рабочего места. Для входа в приложение под соответствующим вам именем и паролем необходимо нажать кнопку «пользователь» в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода, показанное ниже.

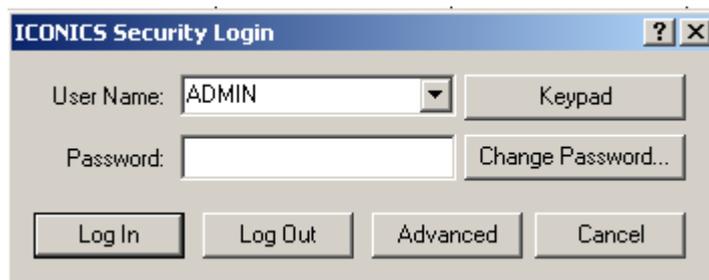


Рисунок 17 – Рабочее окно

### 2.6.6.3 Область видеокadra

Видеокadры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием. В состав видеокadров входят:

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- всплывающие окна управления и установки режимов объектов и параметров;
- табличные формы, предназначенные для отображения различной технологической информации, не входящей в состав мнемосхем, а также для реализации карт ручного ввода информации (уставок и др.).

В области видеокadра АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- сепаратор I ступени (Приложение Е);
- сепаратор II ступени.

На мнемосхеме «Сепаратор I ступени» отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры;
- измеряемые параметры трубопроводов;
- состояние и режим работы задвижек.

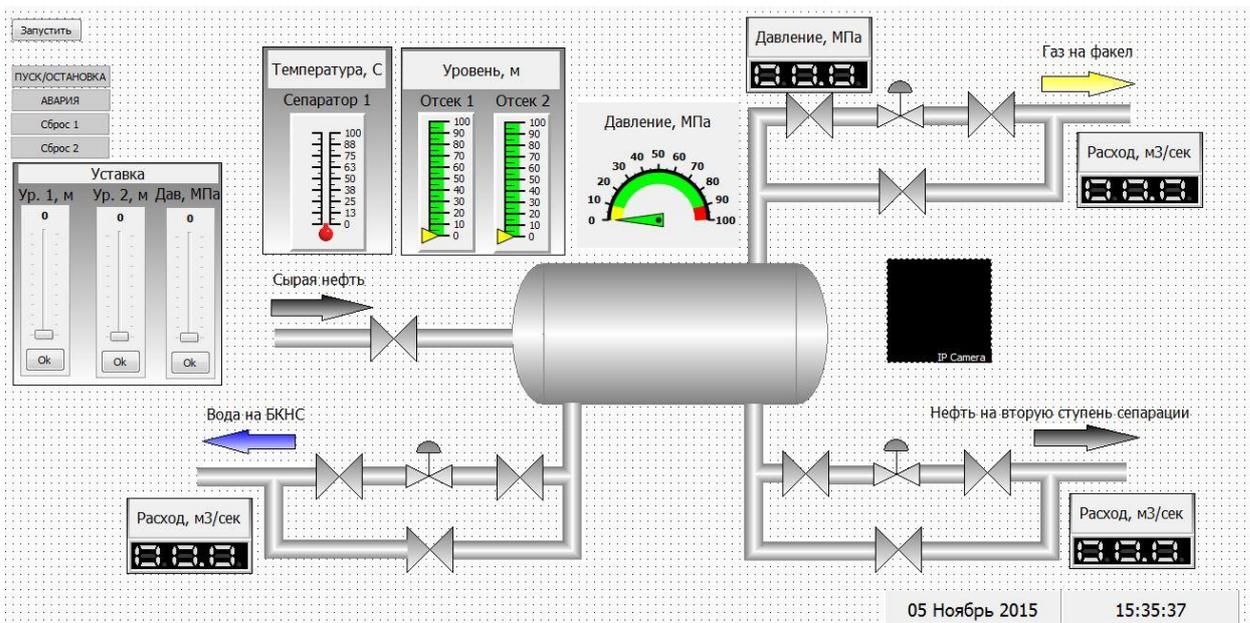


Рисунок 18 – Мнемосхема

#### 2.6.6.4 Мнемознаки

На рисунке 19 представлен мнемознак аналогового параметра:

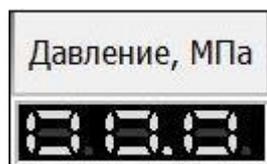


Рисунок **Ошибка! Не указана последовательность.**9 – Мнемознак аналогового параметра

В нижней части отображается значение аналогового параметра.

Приняты следующие цвета основной для отображения аналогового параметра:

- серый цвет – параметр достоверен и в норме;
- желтый цвет – параметр достоверен и достиг допустимого (максимального или минимального) значения;
- красный цвет – параметр достоверен и достиг предельного (максимального или минимального) значения;
- темно-серый цвет – параметр недостоверен;
- коричневый цвет – параметр маскирован.

Красный цвет основной части сопровождается миганием до тех пор, пока оператор не выполнит операцию квитирования, т.е. не подтвердит факт установки аварийного состояния аналогового параметра.

В части верхней отображается единица измерения аналогового параметра.

Мнемознак задвижка имеет следующие цветовые обозначения:

- зеленый цвет – задвижка открыта;
- желтый цвет – задвижка закрыта;
- периодическая смена зеленого и желтого цветов – задвижка открывается/закрывается;
- серый цвет – неопределенное состояние.

Прямоугольник белого фона используется для отображения, как дискретных состояний, так и предельных значений аналогового параметра, и принимает следующий вид:

- состояние 1 – красный цвет – предельный нижний уровень (значение дискретного параметра).
- состояние 2 – желтый цвет – допустимый нижний уровень (значение дискретного параметра);
- состояние 3 – зеленый цвет – норма;
- состояние 4 – желтый цвет) – допустимый верхний уровень (значение дискретного параметра);
- состояние 5 – красный цвета) – предельный верхний уровень (значение дискретного параметра).

Мнемознак лампочка имеет следующие цветовые обозначения:

- красный цвет – предельный уровень;
- желтый цвет – допустимый уровень;
- серый цвет – параметр в норме.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Краснов Виталий Олегович

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

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

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

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

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

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

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

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Краснов Виталий Олегович		

### **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 – нефтедобывающие компании. Для данных предприятий разрабатывается модернизация АС блока сепарации установки комплексной подготовки нефти УКПН.

В таблице 13 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 13 – 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 14:

Таблица 14 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП РП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП РП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,05	5	1	4	0,25	0,05	0,2
Удобство в эксплуатации	0,06	3	2	4	0,18	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,09	3	4	2	0,27	0,36	0,18
Надежность	0,11	5	2	5	0,55	0,22	0,55
Уровень шума	0,03	2	2	2	0,06	0,06	0,06
Безопасность	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	2	2	1	0,06	0,06	0,03
Простота эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	0	4	0,2	0	0,2
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	5	0	5	0,1	0	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,06	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
Цена	0,06	3	5	1	0,18	0,3	0,06
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,03	2	1	1	0,06	0,03	0,03

Срок выхода на рынок	0,04	2	4	5	0,08	0,16	0,2
Наличие сертификации разработки	0,02	1	3	5	0,02	0,06	0,1
Итого:	1	63	52	67	3,54	2,71	3,53

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая модернизация АС блока сепарации нефти УКПН 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 15.

Таблица 15 – 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 рынок 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</p>	<p>Санкции, наложенные на РФ, и высокий курс евро/доллара будут ограничивать появление новых иностранных технологий на российском рынке.</p>

	обеспечения позволяет не тратить время и деньги на создание уникального ПО.	
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на новые технологии. У2. Развитая конкуренция. У3. Сложность перехода на новую систему.	Новая система управления и актуальность разработки не сказываются на спросе  Противодействие со стороны конкурентов не повлияет на наличие опытного руководителя.	Медленный ввод данной системы в эксплуатацию позволит переждать возможных скачков на рынке спроса.

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 16 – Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей.

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

Таблица 17 – Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей.

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

Таблица 18 – Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз.

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

Таблица 19 – 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 20.

Таблица 20 - 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	5	Разработка структурных схем	СД	СД-100%

исследования	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%

### 3.4.2 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 21 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 21 – Временные показатели проведения работ

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		T <sub>min</sub> , чел-дн.	T <sub>max</sub> , чел-дн.	T <sub>ож</sub> , чел-дн.	T <sub>р</sub> , раб.дн	T <sub>кд</sub> , 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 21 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 22– 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

### 3.5 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.5.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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.);

$Ц_i$  – 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 23.

Таблица 23 – Материальные затраты

Контроллер "Allen-bradley 1756 ControlLogix 5560"	шт.	1	285 000	356250
Расходомер "Kobold TMU-R"	шт.	4	128 000	588800
Датчики давления "Rosemount 3051"	шт.	6	152 500	1052250
Датчик температуры "Kobold TWL-R-Exd"	шт.	4	42 600	195960
Уровнемер "Nevelco Nivotrack"	шт.	3	37 700	130065
Сигнализатор уровня "РИЗУР ДРУ-1ПМ"	шт.	2	19 000	43700
Клапан, регулирующий VS2	шт.	3	27 000	97200
Прямоходный привод АМЕ 10	шт.	3	205 500	770625
Итого:				3234850

### 3.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы VersaMax. В таблице 24 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 24 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
Simplight	1	22 800	22800
итого:			22800

### 3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премимальный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Заработная 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 плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

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

#### 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:

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

где  $k_{\text{внеб}}$  – 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 26

Таблица 26 – 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:

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

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

$$Z_{\text{накл}} = (3234850 + 22800 + 44864,99 + 6729,74 + 15478,42) \cdot 0,15 = 498708,47 \text{ руб}$$

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 27:

Таблица 27 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	3234850
2. Затраты на специальное оборудование	22800
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	15478,416
6. Накладные расходы	498708,47
7. Бюджет затрат НИИ	3374593,99

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т22	Краснов Виталий Олегович

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>СУМ</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	АТПП

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

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></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 установки комплексной подготовки нефти. 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: 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. СП 52.13330.2011</li> <li>2. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96</li> <li>3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340</li> <li>4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197</li> <li>5. ГОСТ 12.1.038-82</li> <li>6. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ</li> <li>7. СНиП 2.11.03–93</li> <li>8. ГОСТ 12.2.032-78</li> </ol>
<p><b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b></p>	
<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень шумов.</li> <li>2. Электромагнитные излучения.</li> </ol>

<p>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 производённой 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 селитённой 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>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

<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	Краснов Виталий Олегович		

## **4 Социальная ответственность**

### **Введение**

Безопасность жизнедеятельности на производстве – это совокупность многих правил и норм, созданных для обеспечения защиты жизни и сохранения здоровья человека. Безопасный микроклимат на производстве обеспечивает оптимальная температура, влажность и скорость движения воздуха. На некоторых предприятиях контролируют также атмосферное давление, уровень шума, освещение, вентиляцию, вибрацию, уровень загрязнения воздуха.

Строгое выполнение норм техники безопасности обеспечивает защиту сотрудника от опасностей и рисков, которые могут возникнуть на работе. Безопасность жизнедеятельности на производстве была создана, чтобы обеспечить правильную среду обитания на рабочем месте, и не навредить деятельности и здоровью человека.

В ВКР рассматривается установка блока сепарации на площадке установки комплексной подготовки нефти (УКПН). Ролью обслуживающего персонала становится наблюдение за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

В данном разделе представлены и рассмотрены основные факторы, оказывающие влияние на работников предприятия. Основная часть работы оператора осуществляется с использованием персонального компьютера, поэтому основной целью данного раздела является обнаружение и анализ вредных и опасных факторов, влияющих на работу оператор АСУ, а также методов защиты от них. Основными факторами являются шум, освещение, микроклимат помещения, электромагнитное излучение. Поэтому требуется изучение и создание оптимальных условий труда, а также следует учесть организацию пожарной безопасности на предприятии.

## 4.1 Профессиональная социальная безопасность

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 28.

Таблица 28 – 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 диспетчерская, оборудованная рабочим местом с персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров блока сепарации УКПН.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Повышенный уровень шумов</li><li>2. Электромагнитные излучения</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Электро-безопасность</li><li>2. Пожаро-взрывобезопасность</li></ol>	<b>Шумы</b> – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [12] <b>Электромагнитное излучение</b> - СанПиН 2.2.2/2.4.1340 [13] <b>Электробезопасность</b> – ГОСТ 12.1.038-82 [14] <b>Пожарная безопасность</b> – ГОСТ 12.1.004-91 [15]

## 4.2 Анализ вредных и опасных факторов

### 4.2.1 Повышенный уровень шума

Повышенный уровень шума на рабочих местах отнесен к группе физических опасных и вредных производственных факторов. Шум неблагоприятно действуют на организм человека, вызывают головную боль, под его влиянием развивается раздражительность, снижается внимание, замедляются сенсомоторные реакции, повышаются, а при чрезвычайно интенсивном действии понижаются возбудительные процессы в коре головного мозга. Воздействие шума повышает пороги слышимости звуковых сигналов, снижает остроту зрения и нарушает нормальное цветоощущение. Работа в условиях шума может привести к появлению гипертонической или гипотонической болезни, развитию профессиональных заболеваний – тугоухости и глухоте.

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 [1].

Для уменьшения негативного действия шума могут быть предприняты следующие меры:

- рациональная планировка производственного помещения, снижающая уровень шума (экранирование рабочего места);
- применение звукоизоляционных материалов;
- применение техники, производящей минимальный шум.

До модернизации на рабочем месте установки блока сепарации уровень шума достигал не более 60 дБ. Основными источниками шума являлись электроклапана, задвижки с электроприводом, работа очистительных установок. После модернизации блока сепарации уровень шума снизился до 50 дБ, это связано с более современным оборудованием, в которых задвижки и клапана с электроприводами имеют пониженный уровень шума.

Для защиты от шума на рабочем месте в цехе установки стабилизации нефти не требуются специальных защитных средств.

#### **4.2.2 Электромагнитное излучение**

На рабочем месте где находится блок сепарации установлен шкаф автоматики с ПЭВМ. В следствие чего на него оказывается воздействие электромагнитного излучения, источниками которого являются системный блок и кабели, соединяющие электрические цепи. Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к раковым заболеваниям.

Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [13]. Требования к уровням

электромагнитных полей на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ представлены в таблице 29.

Таблица 29 – 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.

Для защиты от воздействия электромагнитного излучения на рабочем месте в цехе установки стабилизации нефти не требуются специальных защитных средств.

## **4.2.3 Анализ опасных факторов**

### **4.2.3.1 Электробезопасность**

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока и электромагнитного поля на организм человека;
- условий внешней среды [3. Гост Р 12.1.019 – 2009].

После модернизации блока сепарации добавился, также ряд электрических приборов. Большую часть из них составляют измерительные приборы, исполнительные механизмы такие как реле, задвижки с электроприводами.

Все вышеописанные приборы работают от постоянного тока, с напряжением 24 В, относительная влажность воздуха 50%, средняя температура около 24°C.

Для данных электроприборов никаких дополнительных средств электрозащиты не требуется, т. к. при низковольтном напряжении 24 В, вероятность поражения током маловероятна. Для гашения дуги исполнительных реле, были подобраны реле со встроенным дугогасительным устройством.

Контроллерное оборудование, исполнительные нагревательные элементы работают от сети переменного напряжения 220 В и частотой 50 Гц. Данное оборудование подключено через распределительный шкаф. Данное оборудование является потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При осмотре, работе, наладке этого

оборудования возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Для обеспечения безопасности в данном случае необходимо установить защитные барьеры или ограждения вблизи от распределительного шкафа. Поставить табличку «Опасно. Высокое напряжение».

Согласно с [14] рабочие места с электрическими шкафами 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.

### **4.3 Экологическая безопасность**

В процессе эксплуатации УКПН, а именно хранения осушки, очистки, хранения нефти и газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются по методике по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу. Испарение нефти и нефтепродуктов с поверхностей происходит достаточно легко при любой температуре. При этом выделяются низкомолекулярные углеводороды с примесями, например, алканы и циклоалканы. Алканы сравнительно малоядовиты и поддаются биологическому разложению, в отличие от циклоалканов, которые плохо поддаются биологическому разложению.

По охране окружающей среды проведены мероприятия:

- Максимальная герметизация производственного процесса;
- Сокращено прямоточное водоснабжение за счет использования аппаратов воздушного охлаждения для продуктов стабилизации нефти;

- Направление не сконденсировавшихся газов стабилизации в систему газосбора или в дренажные емкости;
- Осадки, после зачистки резервуаров и грунт с нефтепродуктами вывозятся в места, согласованные с санитарной инспекцией, для нейтрализации и дальнейшего закапывания;
- Замазученная ветошь, тряпки собираются и сжигаются за территорией установки, в местах, согласованных с пожарным надзором

Максимальный выброс загрязняющих веществ в атмосферу возможен на площадке при отключении электроэнергии. При этом вся нефть направляется в резервуары, и отсепарированная газовая фракция сжигается на факеле. Основными источниками вредных газовыделений на УДПХ являются емкости, сепараторы. Основными загрязнителями атмосферы при транспортировке нефти являются углеводороды, оксиды азота, оксид углерода, химреагенты и т.д. Вредные вещества, выделяющиеся в атмосферу, отличаются по своим свойствам и оказывают различное воздействие на окружающую среду. Электрическая часть данного проекта не влияет на окружающую среду, то есть является экологически чистой, однако при возникновении пожара в целях предотвращения вредных последствий принимаются следующие меры: 1) производится механическая очистка загрязненного участка; 2) засыпается рекультивируемый участок адсорбирующими материалами, а при попадании фракций в водоем - используют крошку мелкопористого пенопласта, устанавливаются заградительные боны; 3) собирается адсорбирующий материал и вывозится на свалку; Для ликвидации водяных и порошковых разливов применяется, прежде всего, сбор и откачка жидкости с водой с поверхности. На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению удельных показателей выбросов, в частности установка фильтров на дыхательные клапаны сепараторов, отстойниках. Воздействие на селитебные зоны не распространяется, в связи удаленностью данного предприятия от жилой зоны. 67 Воздействия на атмосферу незначительное, т. к. системы

противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки, аварии и другие опасные ситуации. При этом все технологические аппараты оснащены защитными фильтрами. Воздействие на гидросферу. С целью охраны водоемов от попадания загрязненных стоков, все промышленные стоки направляются по системе трубопроводов на очистные сооружения с последующей подачей их в систему поддержки пластового давления. Воздействие на литосферу. В связи с тем, что для производства и обслуживания оборудования средств автоматизации необходимы ресурсы, оказывается влияние на литосферу, а именно на недра земли, добыча ископаемых. В этом случае мы не можем повлиять на защиту литосферы, однако после использования оборудования необходимо его утилизировать в соответствующих местах утилизации.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

##### **4.4.1 Пожарная безопасность**

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

К основным причинам пожаров на нефтебазах можно отнести следующие:

- 
- переполнение при наливке резервуара, что приводит к предельной концентрации взрывоопасной смеси под верхней крышей резервуара;
- короткие замыкания в цепях систем автоматики;
- нагрев резервуаров в летний период, особенно в районах с жарким климатом;
- несоблюдение правил пожарной безопасности на территории нефтебаз (курение и т. п.).

Пожарная безопасность установки комплексной подготовки нефти (УКПН) в соответствии с требованиями [16] должна обеспечиваться за счет:

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

Как известно, горение нефти и нефтепродуктов происходит на поверхности самой жидкости. Основными огнетушащими веществами являются пенные составы, имеющие меньшую с нефтепродуктами плотность, покрывающие поверхность горячей жидкости и блокирующие поступление кислорода в среду горения.

Все производственные помещения УКПН относятся к категории А, степень огнестойкости здания I. Стены изготовлены из железобетона, кирпича, предел огнестойкости зданий и несущих конструкций 2 часа.

На случай возникновения пожара предусмотрено по два эвакуационных выхода из каждого здания, шириной не менее 1 метра и высотой не менее 2 метров. Для тушения пожара применяются первичные средства тушения пожара: ящики с песком, кошма, пенные огнетушители ОХП – 10, ОХП – 15, ОВГ – 100 и ОУ – 2, ОУ – 8, которые находятся на каждой установке и в зданиях у выхода.

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

Мероприятия по предупреждению пожара [15]:

- электрооборудование взрывозащищенного исполнения;

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

После модернизации блока сепарации добавилось электрооборудование, которое потенциально повышает вероятность воспламенения. В связи с этим все датчики были подобраны со взрывобезопасным исполнением, дополнительно были заказаны искробезопасные цепи. Дополнительных первичных средств пожаротушения не требуется.

#### **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.

Список нормативных документов:

1. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. Санитарные нормы устанавливают классификацию шумов; нормируемые параметры и предельно допустимые уровни шума на рабочих местах, допустимые уровни шума в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

2. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Настоящий свод правил устанавливает нормы допустимого шума на территориях и в помещениях зданий различного назначения, порядок проведения акустических расчетов по оценке шумового режима на этих территориях и в помещениях зданий, порядок выбора и применения различных методов и средств для снижения расчетных или фактических уровней шума до требований санитарных норм, а также содержит указания по обеспечению в помещениях специального

назначения оптимального акустического качества с точки зрения их функционального назначения.

3. ГОСТ Р 12.1.019 – 2009. Электробезопасность. Настоящий стандарт относится к группе стандартов, регламентирующих требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации.

4. СНиП 2.11.03–93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы». Настоящие нормы распространяются на склады нефти и нефтепродуктов и устанавливают противопожарные требования к ним.

5. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Настоящий стандарт устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения на всех стадиях их жизненного цикла.

6. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ. Регулирует все отношения, возникающие в процессе трудовой деятельности между ее участниками.

7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. Описаны требования к нормированию электромагнитных полей на рабочих местах.

## Заключение

Как видно из описания технических решений, для модернизации автоматизированной системы управления блока сепаратора установки комплексной подготовки нефти, а именно сепаратор первой ступени были предложены современные аппаратные средства, характеризующиеся высокой надёжностью. Сочетание мирового уровня качества устройств фирмы Rosemount, промышленных контроллеров Allen-Bradley и программного SCADA-пакета Simplight с конкурентоспособными ценами на эту технику способствует успешной модернизации вышеописанной системы.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы рассмотрен технологический процесс установки комплексной подготовки нефти, построены функциональная и структурная схемы автоматизации блока сепарации нефти, которые позволили подобрать правильное оборудование.

В ходе выполнения проекта построена схема внешних проводок, которая позволяет четко разобраться в системе передачи сигналов оператору АСУ на щит КИПиА, и в случае обнаружения неисправностей оператор АСУ может легко их устранить.

Разработанный ПИД-регулятор для автоматического поддержания уровня позволяет регулировать уровень в отсеке второго сепаратора. Также в выпускной квалификационной работе разработана мнемосхема сепаратора первой ступени и дерево экранных форм.

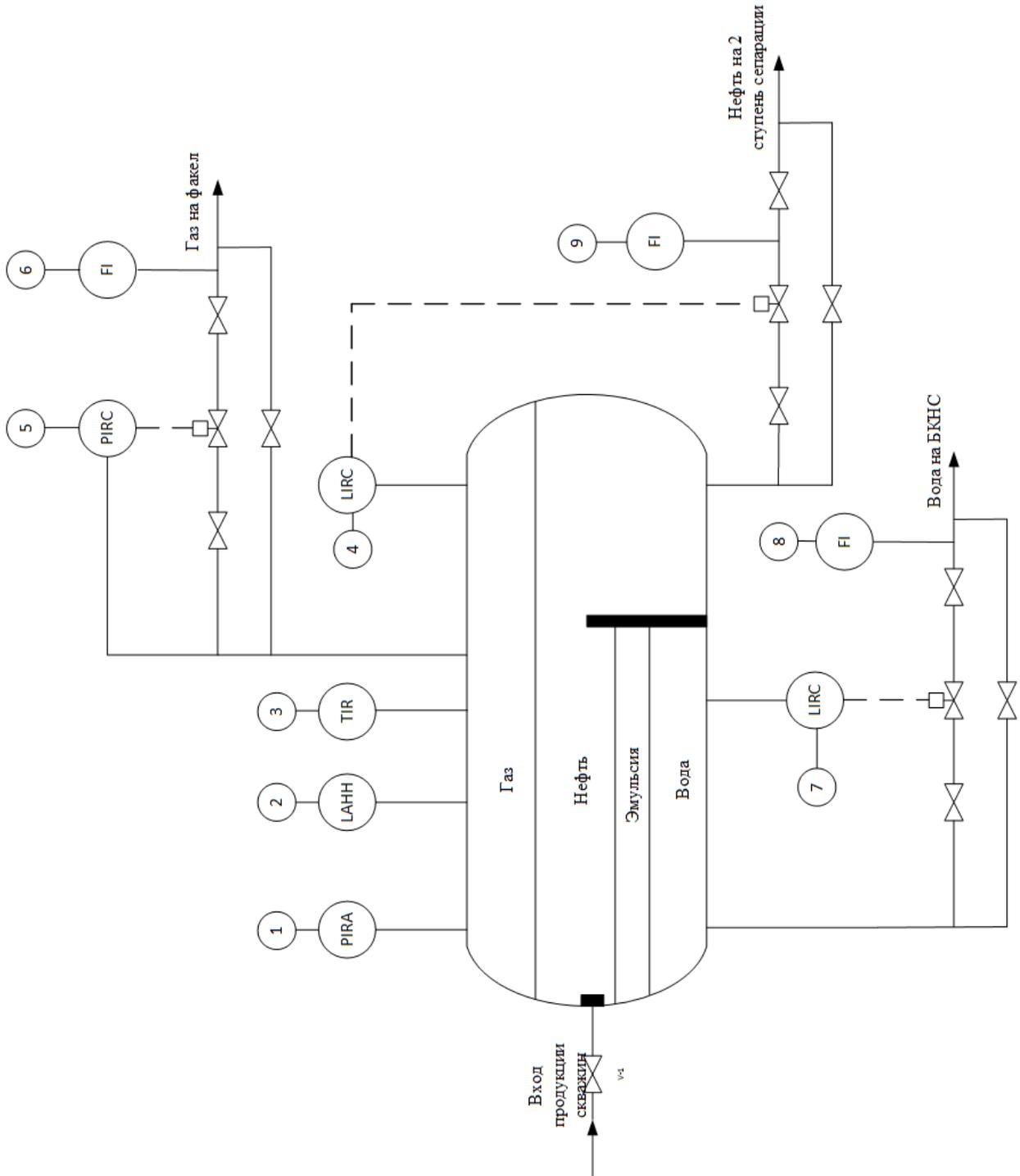
В результате выполнения проекта модернизирована система автоматического управления блока сепарации установки комплексной подготовки нефти, которая полностью удовлетворяет поставленной задаче.

## Список используемых источников

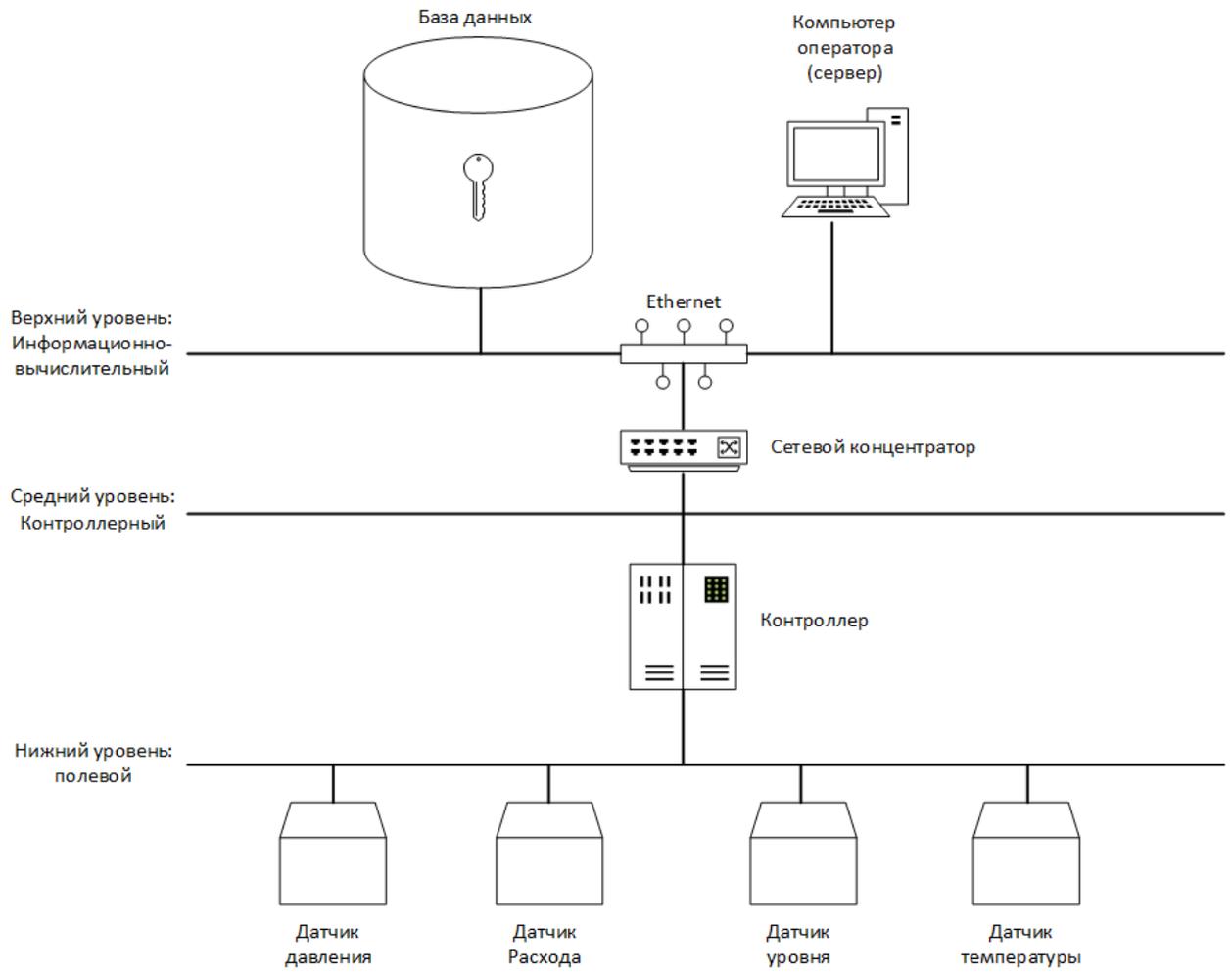
1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
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.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
9. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
10. 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.

11. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
12. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
13. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
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. СНиП 2.11.03–93 “Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы”.
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.

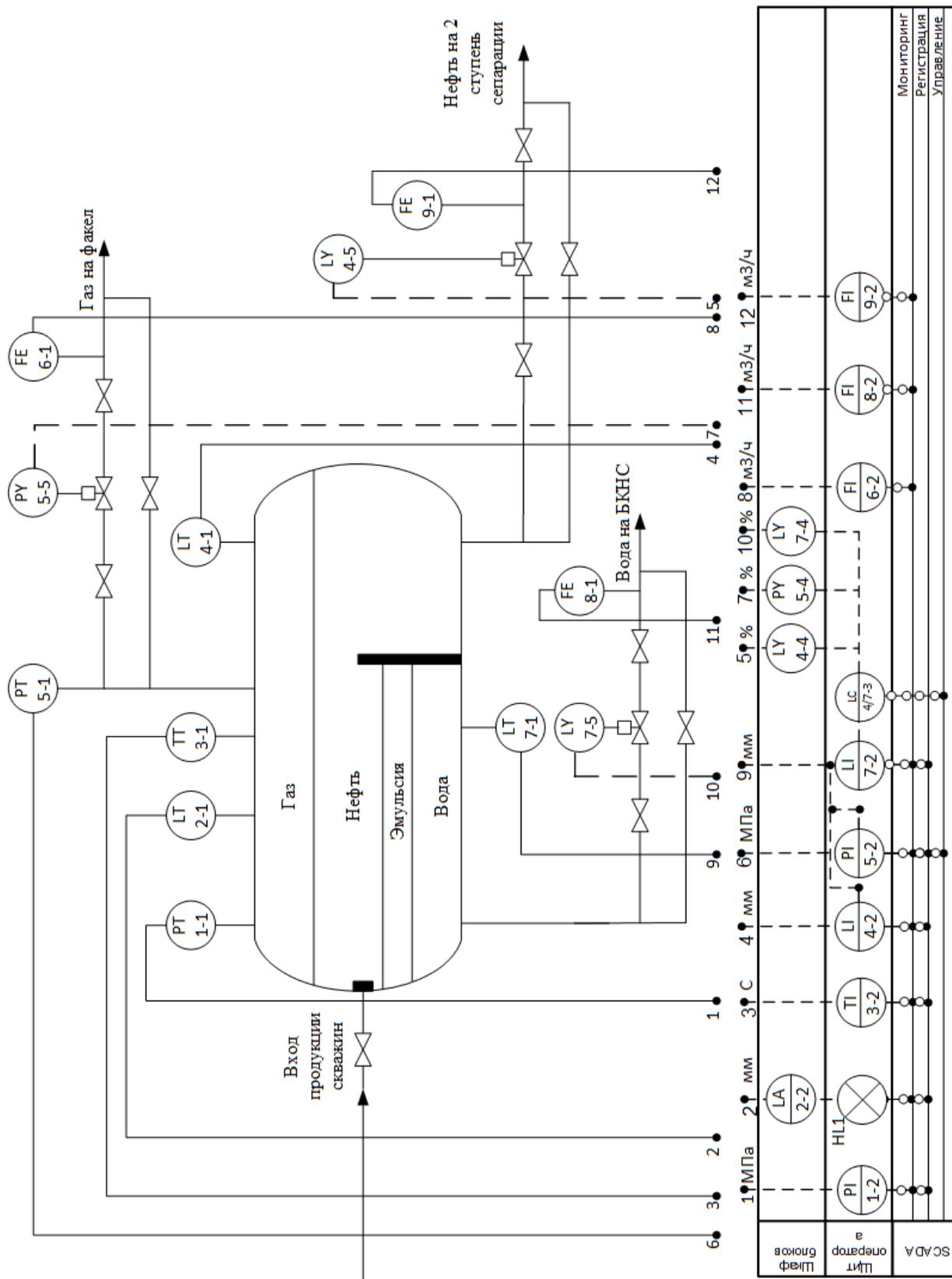
# Приложение А



## Приложение Б



## Приложение В





## Приложение Д



# Приложение Е

