

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

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Проектирование системы автоматизированного управления блока сепарации установки комплексной подготовки нефти УДК 681.586:622.767.63:622.276.8

**Студент**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т31	Хаджибаев Антон Тахирович		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Семенов Николай Михайлович			
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доц.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший Преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н., доц.		

Томск – 2018 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Воронин А.В.  
 (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
3-8Т31	Хаджибаев Антон Тахирович

Тема работы:

<b>Проектирование системы автоматизированного управления блока сепарации установки комплексной подготовки нефти</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018
--	------------

**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 сепарации, который предназначен для дегазации нефти и очистки попутного газа в установках сбора и подготовки нефти. Режим работы непрерывный.</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 проводок</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 проводок, 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	Старший преподаватель ШИП Шаповалова Наталья Владимировна
Социальная ответственность	Ассистент ИШХБМТ Невский Егор Сергеевич

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	26.02.2018 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Семенов Николай Михайлович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Хаджибаев Антон Тахирович		

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

---

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

Форма представления работы:

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2018 г.	Основная часть	60
04.05.2018 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
04.05.2018 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Семенов Николай Михайлович			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Воронин Александр Васильевич	К.Т.Н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 84 страниц машинописного текста, 28 таблиц, 15 рисунков, 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 данной ВКР 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.

**ОРС-сервер:** программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и

предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC.

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



## Содержание

Введение.....	12
1 Техническое задание.....	13
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП.....	13
1.2 Назначение системы .....	13
1.3 Цели создания системы .....	13
1.4 Требования к техническому обеспечению .....	14
1.5 Требования к метрологическому обеспечению .....	14
1.6 Требования к программному обеспечению.....	15
1.7 Требования к математическому обеспечению.....	15
1.8 Требования к информационному обеспечению.....	16
1.9 Требования к техническому обеспечению .....	16
2 Основная часть .....	18
2.1 Описание технологического процесса.....	18
2.2 Выбор архитектуры АС .....	19
2.3 Разработка структурной схемы АС .....	20
2.4 Функциональная схема автоматизации .....	21
2.5 Разработка схемы информационных потоков БС.....	22
2.6 Выбор средств реализации БС.....	25
2.6.1 Выбор датчиков .....	27
2.6.2 Выбор датчиков .....	27
2.6.3 Выбор исполнительных механизмов .....	38
2.6.4 Разработка схемы внешних проводок.....	40
2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС БС .....	41
2.6.6 Экранные формы АС БС .....	50

3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	56
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	56
3.2 Анализ конкурентных технических решений.....	56
3.3 SWOT – анализ.....	58
3.4 Планирование научно-исследовательских работ .....	60
3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	60
3.4.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	61
3.5 Бюджет научно-технического исследования .....	63
3.5.1 Расчет материальных затрат .....	63
3.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование .....	63
3.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы .....	64
3.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	64
3.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления). 64	
3.5.6 Накладные расходы .....	65
3.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	66
4. Социальная ответственность.....	69
4.1. Анализ вредных и опасных факторов.....	69
4.2. Анализ вредных факторов.....	70
4.2.1. Повышенный уровень шума .....	70
4.2.2. Повышенный уровень вибрации .....	71
4.2.3. Электромагнитное излучение.....	72
4.3. Анализ опасных факторов.....	74
4.3.1. Электробезопасность .....	74

4.4. Экологическая безопасность.....	76
4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	77
4.5.1. Пожарная безопасность.....	77
4.6. Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	80
4.6.1. Эргономические требования к рабочему месту.....	80
Заключение .....	82
Список используемых источников.....	83

## **Введение**

АСУ ТП осуществляет передачу производственных функций, функций контроля и управления от человека специальным автоматическим техническим устройствам, которые обеспечивают автоматизированный сбор, регистрацию, передачу и обработку информации.

Системы, ответственные за решение конкретной функции оборудования, технологического процесса быстро решают, как нужно отрегулировать работу механизмов, устранить отклонения в режимах технологических процессов и т.д.

По линиям связи отдаются команды для проведения необходимой корректировки и одновременно контролируется выполнение поступивших команд.

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 сепарации УКПН. Для это в выпускной квалификационной работе предлагается применение новых приборов с унифицированными сигналами и протоколом HART, а также корректное взаимодействие выбранного оборудования с современными операционными системами.

# **1 Техническое задание**

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

Блок сепарации предназначен дегазации непенистой нефти и очистки попутного газа в установках сбора и подготовки нефти.

## **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 электроприводами задвижек и клапанов (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 техническому обеспечению**

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

Все датчики должны иметь унифицированный ток на выходе из диапазона 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.

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

Для узла измерения расхода 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 которого, должна составлять не более 0,5%.

## **1.6 Требования к программному обеспечению**

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

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

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

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

Средства создания специального прикладного 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.).

## **1.7 Требования к математическому обеспечению**

Алгоритмы управления 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 управления системы должны разрабатываться на основе утвержденного технологического регламента.

### **1.8 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.

### **1.9 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, 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 измерения расхода, давления, температуры и уровня 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 диапазона 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 горизонтальный сепаратор I 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 разлива в этом отсеке.

Традиционным решением задачи управления процессом сепарации является оснащение нефтегазового сепаратора (НГС) набором датчиков, равных количеству контролируемых параметров. Для установки таких датчиков требуется не меньше четырех люков 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, при этом общий контроль за состоянием НГС лежит на модуле процессора этого 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 используется открытая и готовая к использованию SCADA-система Simplight. Профиль среды АС базируется на операционной системе Windows7. Профиль защиты информации включает в себя стандартные средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств основывается на среде OpenPCS.

## 2.3 Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является горизонтальный сепаратор. В соответствии с ТЗ разработана система 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, один датчик температуры с индикацией и регистрацией (TIR), два уровнемера, три расходомера, два датчика 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 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.

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 .

## **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 автоматике 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 следующий 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 АС БС включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы 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 1 – 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 ИО/аналоговые ИО	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
Нарращивание	До 16 модулей	До 40 модулей	До 8 модулей
Цена	164 800	117 000	138 000

Из приведенного сравнения все контроллера удовлетворяют техническому заданию, 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 блоков могут быть установлены в одном корпусе. В одном шасси общаться друг с другом через объединительную плату. Контроллер ControlLogix может связываться через Ethernet/IP, ControlNet, DeviceNet, DH+, универсальный пульт ввода-вывода, а также RS-232-C (протокол DF1/DH-485).

## 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 приборов: вихревой расходомер Rosemount 8800D, вихреакустический расходомер Метран-300ПР и Kobold TMU-R.

Таблица 2 – Сравнительный анализ расходомеров

Техническая характеристика	Rosemount 8800D	Метран-300ПР	Kobold TMU-R
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±1%	±1%	±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
Цена	15 000	137 000	

В соответствии с техническим заданием, погрешность расходомера не должна превышать  $\pm 1\%$ . Согласно ТЗ, 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.

В результате анализа был выбран Kobold TMU-R (Рисунок 2), 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. При этом важным является то, что стоимость его намного ниже, чем у второго претендента. 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 3.

Таблица 3 – Основные характеристики Kobold TMU-R

Измеряемые среды	жидкость, нефть, газ
Степень защиты	IP 66/68, искробезопасное исполнение
Измерительный принцип	Кориолисовый
Измеряемый 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.

Таблица 4 – 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... 16 МПа	0,4 кПа...20 МПа	0,2 кПа... 35 МПа
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

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, подходит для работы с агрессивными нефтяными средами в нужном диапазоне температур. При этом согласно ТЗ п.1.9 удовлетворяет по среднему времени наработки на отказ, в отличие от United Electric Ex-120.



Рисунок 3 – Датчик давления Kobold PAD-R

Датчик дифференциального давления PAD-R фирмы Koblod является высокоэффективным датчиком с микропроцессором. Датчик имеет гибкую систему калибровки давления и выхода, автоматическую систему компенсации температуры окружающей среды и переменной процесса, поддерживает коммуникацию по HART® протоколу, 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 (перепрограммируемое ПЗУ). Датчик давления модели PAD-R-F производства Koblod 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 Koblod PAD-R приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики датчика Koblod PAD-R

Изменяемые среды	газ, жидкость, нефтепродукты
Рабочая температура	- 40 ... + 120 °C
Диапазон измерения	0.75 – 413.7 бар
Основная приведенная погрешность	±0.05 % 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 1.5 и 1.9.

В качестве датчиков температуры были рассмотрены:

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

Таблица 6 – Сравнение датчиков температуры

Критерии выбора	Метран-285	ОВЕН ДТСхх5	Kobold TWL-R-Exd
Изменяемые 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 ПС Т1...Т6 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

Согласно техническому заданию, ОВЕН ДТСххх 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). 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 IEC 751, категории A или B, 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, вмонтированным в головку термометра. В этом случае заказчик может выбрать стандартный датчик (выходной сигнал 4-20 мА) 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.



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.

Дополнительно можно заказать подстройку погрешности до 0,2%.

#### 2.6.2.4 Выбор уровнемера

Выбор уровнемера проходил из следующих вариантов приборов: Nevelco Nivotrack, емкостной уровнемер МПУ100 и ИСУ100И. В таблице 7 приведен сравнительный анализ.

Таблица 7 – Сравнение технических характеристик уровнемеров

Техническая характеристика	Nevelco Nivotrack	МПУ100	ИСУ100И
Погрешность измерений	±1 мм	±5 мм	±5 мм
Выходной сигнал	4...20мА/	4...20м	4

	HART	A/ HART	...20мА
Максимальная рабочая температура	-40...300	- 40...300	- 30...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	10 000
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, а также внедрение и обслуживание обходится гораздо дешевле. При этом согласно ТЗ в отличие от МПУ время наработки на отказ входит в заданный диапазон, в отличие от МПУ100. Также выбор основан на экономических показателях.



Рисунок 5 – Уровнемер Nevelco Nivotrack

Таблица 2 – Основные характеристики Nevelco Nivotrack

Изменяемые 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: вибрационный сигнализатор уровня жидкости поплавковый (датчик-реле уровня РИЗУР ДРУ-1ПМ).



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

Датчики-реле уровня жидкости двухпозиционный РИЗУР ДРУ-1ПМ, ДРУ-1ПМ-1, ДРУ-1 предназначены для контроля верхнего или нижнего уровня пресной воды с хромпиком, 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 регулирующей седельной проходной VS2 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Клапан регулирующей седельной проходной VS2

Технические характеристики данного клапана приведены в таблице 5.

Таблица 3 – 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.

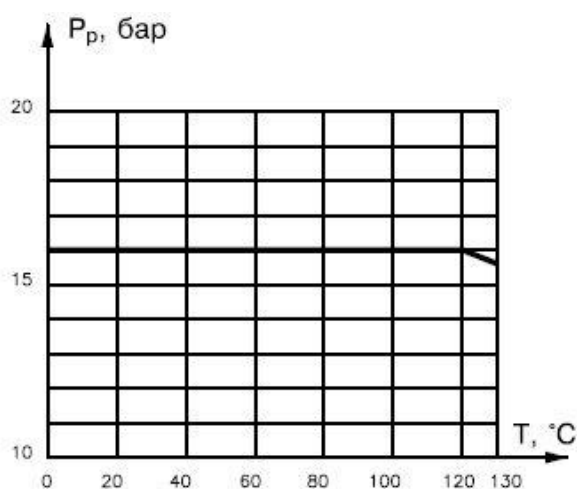


Рисунок 8 – Условия применения

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:

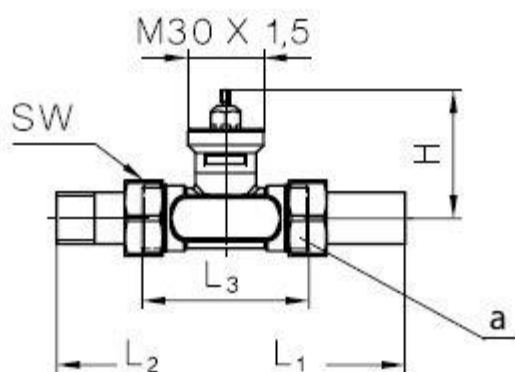


Рисунок 9 – Габаритные размеры

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



Рисунок 10 – Редукторный электропривод АМЕ 10

Технические характеристики привода приведены в таблице 6:

Таблица 4 – 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 проводов

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



В качестве кабеля выбран КВВГнг. Кабель КВВГнг- представляет собой конструкцию из медных жил, заключенных в изоляцию, а также 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 660 В частоты до 100 Гц 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) и др.

В данном 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 на УКПГ 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 (рисунок 11).

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.

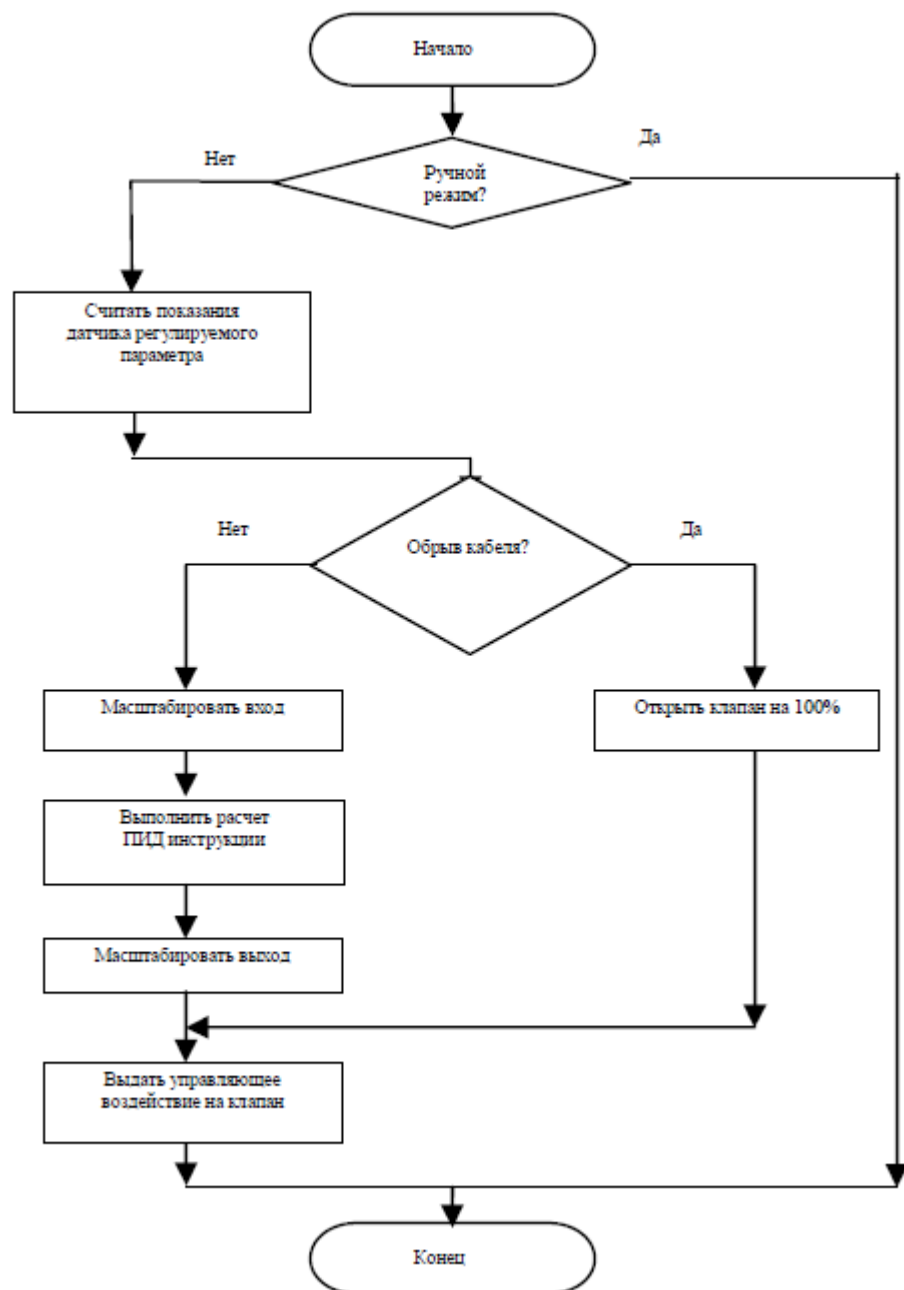


Рисунок 11 – Алгоритм подпрограммы «ПИД-регулятор»

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:

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

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

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 7.

Таблица 7 – 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:

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

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

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

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

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

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  $k_{\text{ЦАП}}$ , примерно равного 8,45.

Передаточная функция компрессора имеет вид:

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

где  $\Delta p_c$  – разность давлений на входе и выходе компрессора ( $p_2 - p_1 = 7 - 1 = 6 \text{ кгс/см}^2$ ),

$C$  – константа компрессора,

$\Delta p_0$  – перепад давления в трубопроводе до компрессора ( $0,05 \text{ кгс/см}^2$ ).

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

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

Структурная схема системы регулирования давления представлена на рисунке 12.

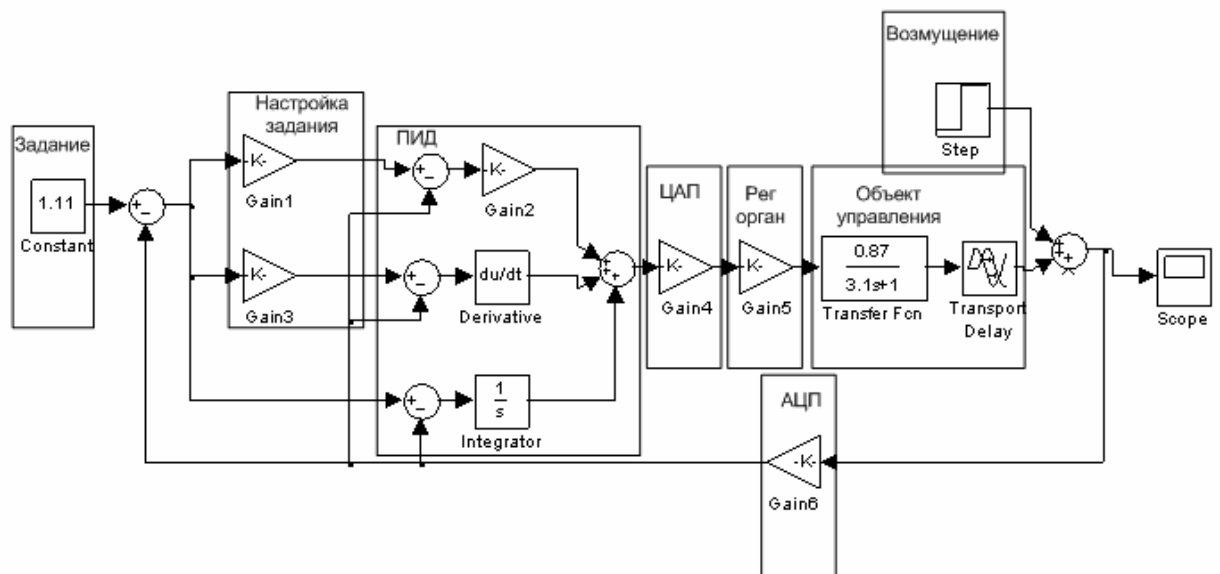


Рисунок 12 – Структурная схема

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 регулируемый орган, а регулируемый 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.

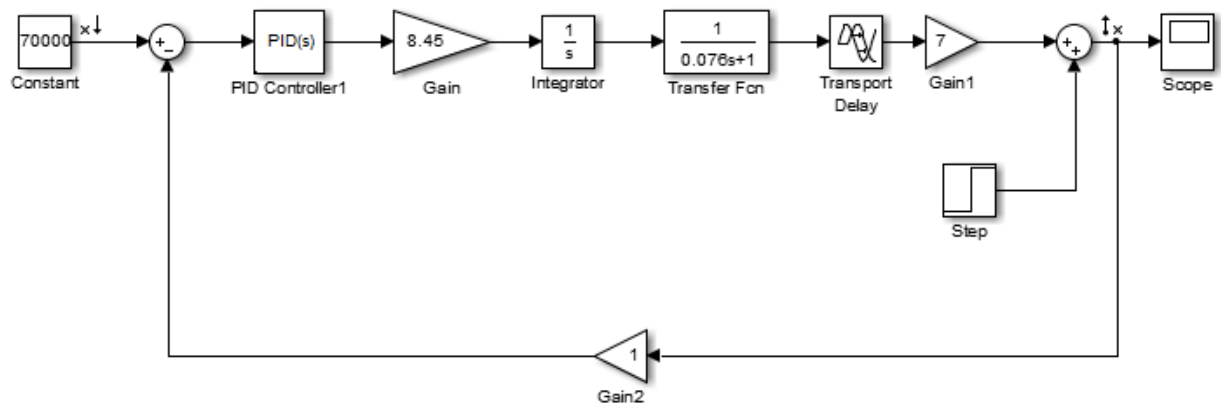


Рисунок 13 – Схема набора в пакете Simulink

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

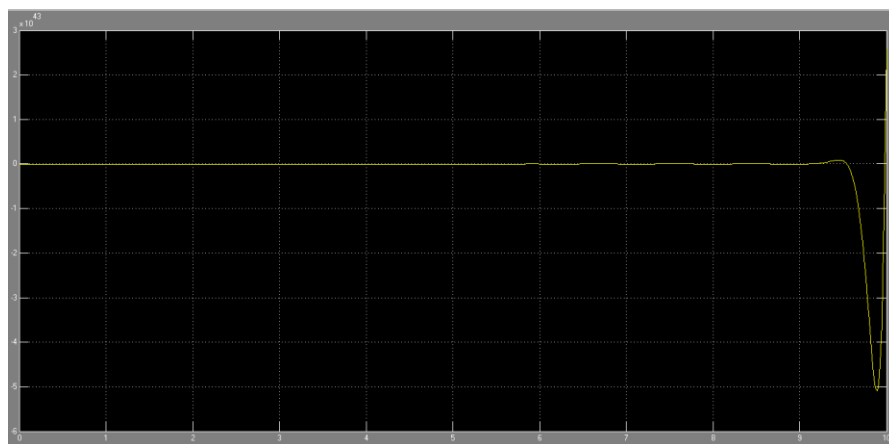


Рисунок 14 – Переходная характеристика САУ без настройки ПИД-регулятора



По оси абсцисс откладывается время, сек.

По оси ординат откладывается давление МПа.

Передаточная функция ПИД-алгоритма имеет вид:

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

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

$$K_p = 0,015;$$

$$T_i = 10000;$$

$$T_D = 0,0019.$$

Процесс настройки ПИД-регулятора показан на рисунке 15.

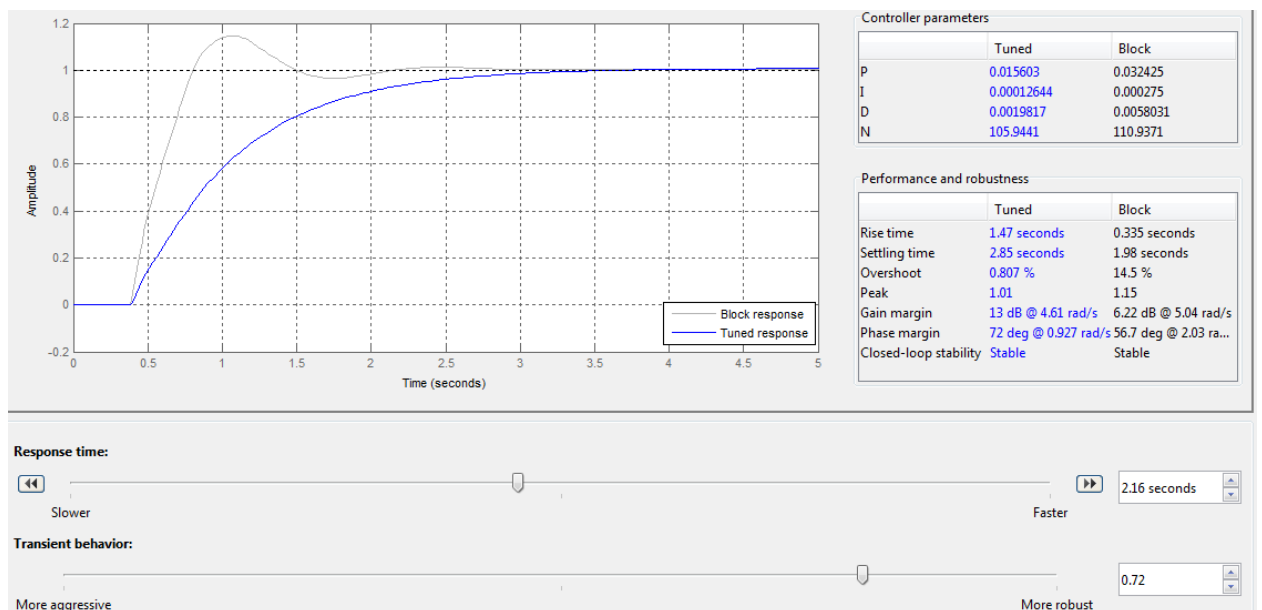


Рисунок 15 – Настройщик ПИД-регулятора в Simulink

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

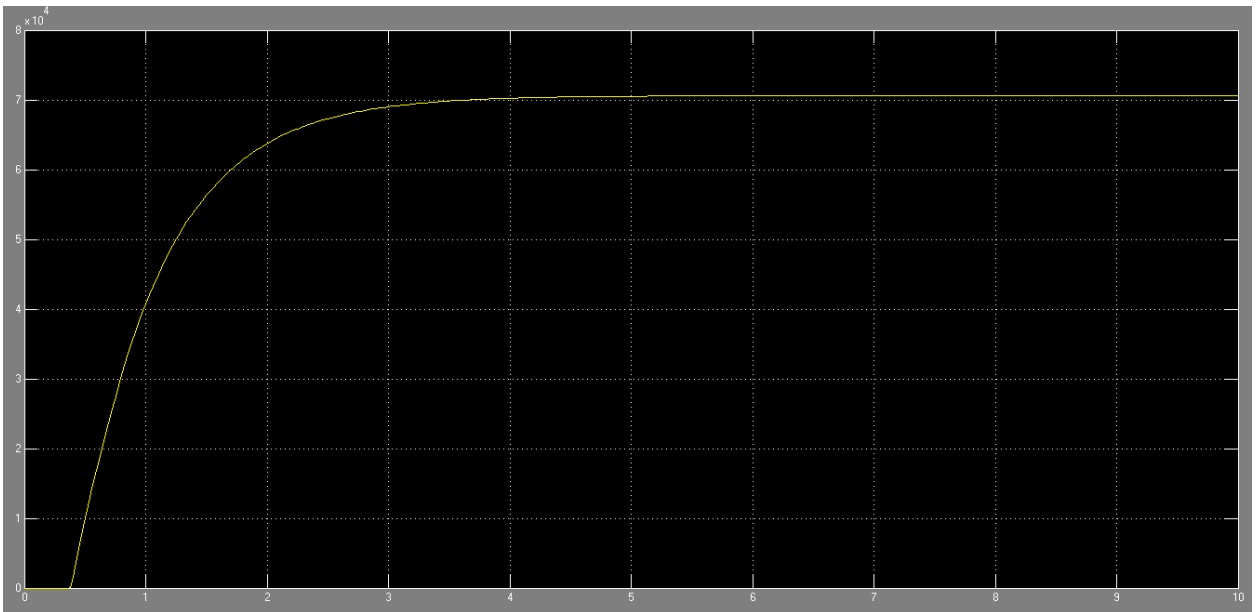


Рисунок 16 – Переходная характеристика САР после настройки ПИД-регулятора

По оси абсцисс откладывается время, сек.

По оси ординат откладывается давление МПа.

Из рисунка видно, что время переходного процесса составляет порядка 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 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  в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода, показанное ниже.

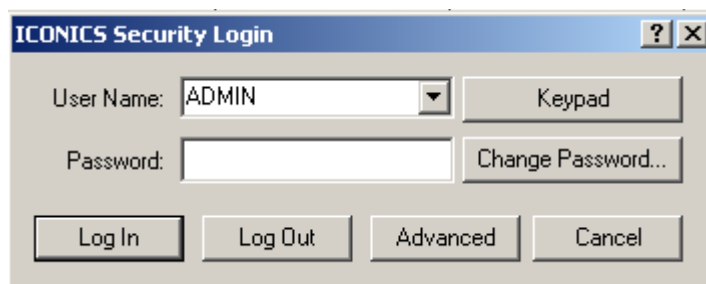


Рисунок 11 – Рабочее окно

### 2.6.6.3 Область видеокadra

Видеокадры 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 видеокadra 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.

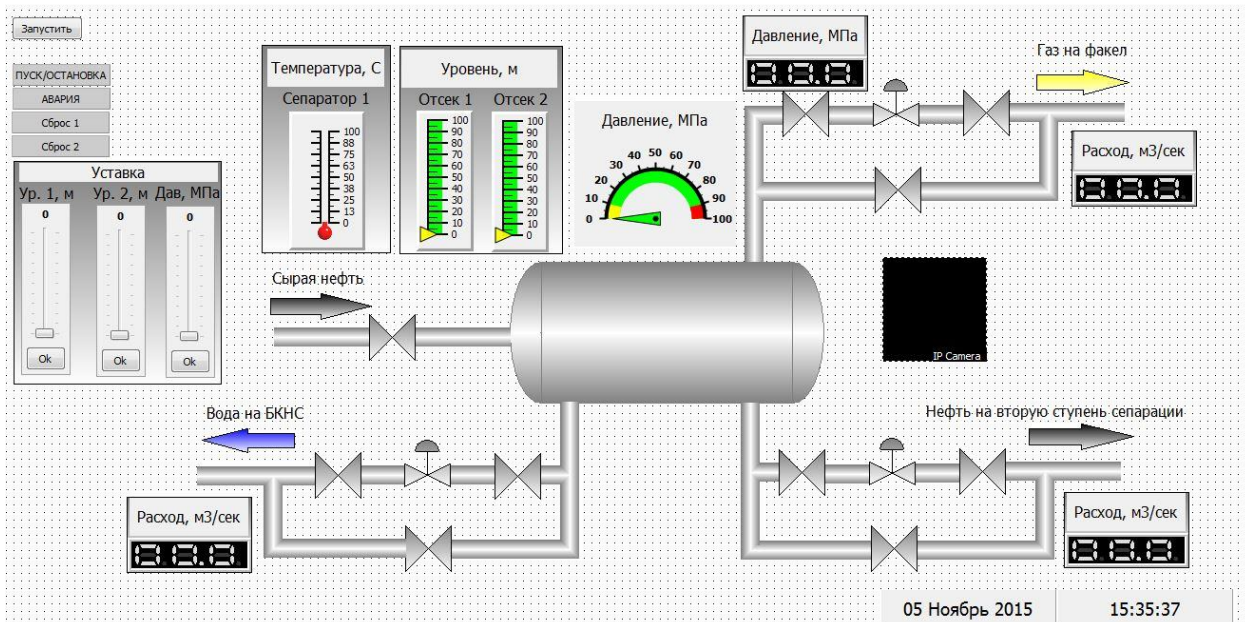


Рисунок 12 – Мнемосхема

#### 2.6.6.4 Мнемознаки

На рисунке 15 представлен мнемознак аналогового параметра:

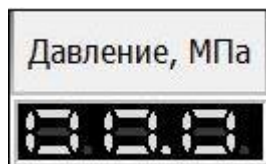


Рисунок 13 – Мнемознак аналогового параметра

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 верхней части 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:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т32	Хаджибаев Антон Тахирович

<b>Инженерная школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение</b>	Автоматизации и робототехники
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

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

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

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

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *График проведения и бюджет НИ*

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Т32	Хаджибаев Антон Тахирович		

### **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 9 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 9 – 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 10:



Таблица 10 – 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	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15

обслуживание							
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 11.

Таблица 11 – 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>Большой потенциал применения обуславливается введением системы управления, мало распространенной на территории РФ и находящейся</p>	<p>Санкции, наложенные на РФ, и высокий курс евро/доллара будут ограничивать появление новых иностранных технологий на российском</p>

В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	на уровне лучших зарубежных аналогов.  Использование существующего программного обеспечения позволяет не тратить время и деньги на создание уникального ПО.	рынке.
<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 12 – Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей.

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	-	+	+
	В2	-	-	+	+
	В3	+	-	+	+

Таблица 13 – Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей.

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	-	-	-
	В2	-	-	-
	В3	-	-	-

Таблица 14 – Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз.

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

Таблица 15 – 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 16.

Таблица 17 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исп-ля	Загрузка
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Р	Р-100%
<b>Проведение НИР</b>				
Выбор направления исследования	2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, СД	Р-50%, СД-100%

	3	Разработка и утверждение техзадания (ТЗ)	Р, СД	Р-100%, СД-100%
	4	Календарное планирование работ	Р, СД	Р-50%, СД-100%
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка структурных схем	СД	СД-100%
	6	Разработка функциональных схем	СД	СД-100%
	7	Выбор технических средств автоматизации	СД	Р-50% СД-100%
	8	Выбор алгоритмов управления	СД	Р-50% СД-100%
	9	Разработка экранной формы	СД	СД-100%
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	СД	СД-100%

### 3.4.2 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 18 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 18 – 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 19 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 19– План-график

№	Вид работы	Исп-ли	Тзд	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:

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

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

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

$\Pi_i$  – 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 20.

Таблица 20 – 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 21 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

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

### 3.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 22.

Таблица 22 – 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

### 3.5.4 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:

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

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

### 3.5.5 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:

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

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 23

Таблица 23 – 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

### 3.5.6 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%.

$$Z_{\text{накл}} = (3234850 + 22800 + 44864,99 + 6729,74 + 15478,42) \cdot 0,015 = 49870,85 \text{ руб}$$

Где 0,015 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 24:

Таблица 24 – 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	49870,85
7. Бюджет затрат НИИ	3374593,99

## «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т32	Хаджибаеву Антону Тахировичу

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение</b>	<b>АР</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавриат</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли</b>

### 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>– <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i></li> <li>– <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i></li> <li>– <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i></li> <li>– <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></li> </ul>	<p><i>Рабочей зоной является блок сепарации установки комплексной подготовки нефти. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров блока сепарации УКПН.</i></p> <p><i>Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара</i></p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ГОСТ 12.0.003-2015</li> <li>2. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96.</li> <li>3. СП 51.13330.2011.</li> <li>4. ГОСТ 31192.2-2005</li> <li>5. СанПиН 2.2.4.1191-03</li> <li>6. Гост Р 12.1.019 – 2009</li> </ol>

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

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></li> <li>– <i>действие фактора на организм человека;</i></li> <li>– <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></li> <li>– <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></li> </ul>	<p><i>В ходе анализа производственной среды на предмет вредных факторов было выявлено следующее:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Повышенный уровень шумов на рабочем месте.</i></li> <li>2. <i>Повышенный уровень вибрации.</i></li> <li>3. <i>Электромагнитные излучения.</i></li> </ol>
<p>2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>механические опасности (источники, средства защиты);</i></li> <li>– <i>термические опасности (источники, средства защиты);</i></li> <li>– <i>электробезопасность (в т.ч. статическое</i></li> </ul>	<p><i>Электрический ток (источником является датчики, исполнительные механизмы и другое электрооборудование автоматики)</i></p> <p><i>Пожар (на УКПН подготавливается нефть, которая является</i></p>

<p>электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</p> <p>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>	<p>легковоспламеняющейся жидкостью)</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <p>– защита селитебной зоны</p> <p>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</p> <p>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</p> <p>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</p> <p>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>Воздействие на селитебную зону не происходит.</p> <p>Гидросфере не значительное.</p> <p>Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом</p> <p>Воздействую на литосферу происходит в результате производства, обслуживания и утилизации оборудования</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>– перечень возможных ЧС на объекте;</p> <p>– выбор наиболее типичной ЧС;</p> <p>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</p> <p>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</p> <p>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>	<p>Возможные ЧС на объекте: разлив нефти, утечка газа, пожар, взрыв.</p> <p>Наиболее типичной ЧС является пожар(возгорание)</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <p>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>	<p>Рабочее место должно соответствовать требованиям: ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности и настоящего стандарта».</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

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

**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
3-8Т32	Хаджибаев Антон Тахирович		

## **4. Социальная ответственность**

### **Введение**

Организация и улучшение условий труда на рабочем месте является одним из важнейших резервов производительности труда и экономической эффективности производства. Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Любая производственная деятельность сопряжена с воздействием на работающих вредных и опасных производственных факторов. Под условиями труда подразумевается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и производительность труда человека в процессе труда. Отсюда обеспечение безопасных условий труда – одна из основополагающих целей, к которой должно стремиться руководство предприятия.

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти (УКПН). Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочей зоны, которой является установка комплексной подготовки нефти, непосредственно куда проектировалась автоматизированная система управления. Проанализированы опасные и вредные факторы.

#### **4.1. Анализ вредных и опасных факторов**

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и

вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Опасные и вредные фактора при работе оператора АСУ ТП

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<i>Рабочим местом является блок сепарации установки комплексной подготовки нефти. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров УКПН. УКПН расположено на территории нефтеперерабатывающего завода.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень шумов</li> <li>2. Повышенный уровень вибрации</li> <li>3. Электромагнитные излучения</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электро-безопасность</li> <li>2. Пожаро-взрывобезопасность</li> </ol>	<p><b>Шумы</b> – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [1]  <b>Вибрация</b> – ГОСТ 31192.2-2005 [3]  <b>Электромагнитное излучение</b> - СанПиН 2.2.2/2.4.1340 [5]  <b>Электробезопасность</b> – ГОСТ 12.1.038-82 [6]  <b>Пожарная безопасность</b> – СНиП 2.11.03-93 [7]  <b>Взрывобезопасность</b> – ГОСТ 12.1.010-76 СББТ [8].</p>

## 4.2. Анализ вредных факторов

### 4.2.1. Повышенный уровень шума

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

При выполнении работ на рабочих местах в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещениях предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА [2].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с СП 51.13330.2011 [3].

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 26.

Таблица 26 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

После модернизации автоматизированной системы управления увеличилось число оборудования, которое является источником шума. В состав источников шума в проектируемой системе являются электроприводы и клапана, насосные агрегаты.

До разработки системы автоматизированного управления шум на площадке составлял 65 дБ, после внедрения автоматизированной установки снизился до 60 дБ. Это связано с внедрением более новой автоматики и исполнительных механизмов. При этом дополнительных мер защиты, как наушники не требуется.

#### 4.2.2. Повышенный уровень вибрации

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными

механизмами и оборудованием, ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека [4].

Вибрация определяется следующими основными параметрами:

- частота  $f$ , Гц;
- амплитуда колебаний  $d$ , мм.

Таблица 27 – Гигиенические нормы вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц			
	2	4	8	50
Технологическая	108	99	93	92

Основными источниками вибрации на площадке установки комплексной подготовки нефти являются работающие задвижки, электроприводы, компрессора.

Методы защиты от вибрации:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения: замена динамических технологических процессов статическими, тщательный выбор режима работы оборудования, тщательная балансировка вращающихся механизмов;

уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника: вибродемпфирование, виброгашение, виброизоляция, жесткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы. Средства индивидуальной защиты не требуются, так как вибрация не значительная.

### 4.2.3. Электромагнитное излучение

Все приборы, работающие от электросети, оказывают влияние на окружающее их электромагнитное поле – физическое поле, которое взаимодействует со всеми телами, обладающими хотя бы минимальным электрическим зарядом. К таким телам принадлежит и человеческий организм. Наше тело вырабатывает немало электрических импульсов.



Сигналы нервной системы, сокращения сердечной мышцы и ряд других функций осуществляются при помощи тока электрических импульсов по живым волокнам. Электромагнитное излучение от приборов создает возмущения в физическом поле. В настоящий момент общая «масса» таких возмущений уже стала критической и превратилась в своеобразный вид экологического загрязнения, который невозможно увидеть невооруженным глазом.

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

На производстве имеется множество источников электромагнитных полей (высоко- и низковольтные кабели, шины, трансформаторы тока и напряжения, распределительные шкафы, шкафы управления, а также насосные агрегаты, работающие от сети переменного тока).

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания работающих без средств защиты в электрическом поле приведены в таблице 28 [5].

Таблица 28 – Допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания

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

После внедрения автоматизированного комплекса, уровень магнитного поля не превышает 400 А/м, а время пребывания обслуживающего персонала не более 2 часов в смену. Трансформаторы (активная часть) – помещены в металлических маслонаполненный бак, вся коммутационная аппаратура устанавливается в металлических шкафах.

Уровень влияния магнитного поля незначителен, следовательно, дополнительных средств защиты от магнитного излучения не требуется.

### **4.3. Анализ опасных факторов**

#### **4.3.1. Электробезопасность**

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

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токо- и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05 А – безопасен (до 1000 В).

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

Во время монтажа и эксплуатации линий электросети необходимо полностью сделать невозможным возникновения электрического источника возгорания в следствии короткого замыкания и перегрузки проводов, ограничивать применение проводов с легковоспламеняющейся изоляцией и, за возможности, перейти на негорючую изоляцию.

Линия электросети для питания шкафов автоматики, периферийных устройств и оборудования для обслуживания, ремонта и наладки шкафов автоматики выполняется как отдельная групповая трехпроводная сеть, путем прокладки фазового, нулевого рабочего и нулевого защитного проводников. Нулевой защитный проводник используется для заземления (зануление) электроприемников и прокладывается от стойки группового распределительного щита, распределительного пункта к розеткам питания.

Использование нулевого рабочего проводника как нулевого защитного проводника запрещается, а также не допускается подключение этих проводников на щите до одного контактного зажима.

Площадь перерезу нулевого рабочего и нулевого защитного проводника в групповой трехпроводной сети должна быть не меньше площади перерезу фазового проводника. Все проводники должны отвечать номинальным параметрам сети и нагрузки, условиям окружающей среды, условиям деления проводников, температурному режиму и типам аппаратуры защиты, требованиям ПУЭ.

При проектировании автоматизированной системы добавилось большое количество электроприборов, таких как датчики, исполнительные механизмы с электроприводами.

Данное оборудование работает от постоянного тока, с напряжением 24 В, относительная влажность воздуха 50%, средняя температура около 24°C.

Для указанных 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. Эти виды

оборудования являются 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».

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходима изоляция токоведущих частей, установлено защитное отключение, защитное заземление и зануление [6].

#### **4.4. Экологическая безопасность**

В процессе эксплуатации блока сепарации 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 «Методика 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.

На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению удельных показателей выбросов, в частности установка фильтров на дыхательные клапаны резервуаров, сепараторов, отстойниках.

Воздействие на селитебные зоны не распространяется, в связи удаленностью данного предприятия от жилой зоны.

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.

#### **4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

##### **4.5.1. Пожарная безопасность**

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага [8]. Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами: работа с открытой электроаппаратурой; короткое замыкание в блоке питания или высоковольтном блоке дисплейной развертки; нарушенная изоляция электрических проводов; несоблюдение правил пожарной безопасности; наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.; наличие кислорода, как окислителя процессов горения.

Источниками зажигания в диспетчерской могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания,

устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Для диспетчерской установлена категория пожарной опасности В - пожароопасные.

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

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; наличие гидрантов с пожарными рукавами; телефонная связь с пожарной охраной; огнетушители: химический пенный ОХП-10 и углекислотный ОУ-2.

После внедрения автоматизированной системы управления 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.

## **4.6. Организационные мероприятия обеспечения безопасности**

### **4.6.1. Эргономические требования к рабочему месту**

1. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Настоящий стандарт распространяется на опасные и вредные производственные факторы, устанавливает их классификацию и содержит особенности разработки стандартов ССБТ на требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов.

2. 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.

3. 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.

4. ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Настоящий стандарт устанавливает требования к проведению измерений и оценке воздействия локальной вибрации на рабочем месте

5. СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарные правила устанавливают санитарно-



эпидемиологические требования к условиям производственных воздействий ЭМП, которые должны соблюдаться при проектировании, реконструкции, строительстве производственных объектов, при проектировании, изготовлении и эксплуатации отечественных и импортных технических средств, являющихся источниками ЭМП.

6. 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.

7. 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.

8. ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность. Настоящий стандарт распространяется на производственные процессы (включая транспортирование и хранение), в которых участвуют вещества, способные образовать взрывоопасную среду, и устанавливает общие требования по обеспечению их взрывобезопасности.

## 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 ВКР 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 ВКР модернизирована система автоматического управления блока сепарации установки комплексной подготовки нефти, которая полностью удовлетворяет поставленной задаче.

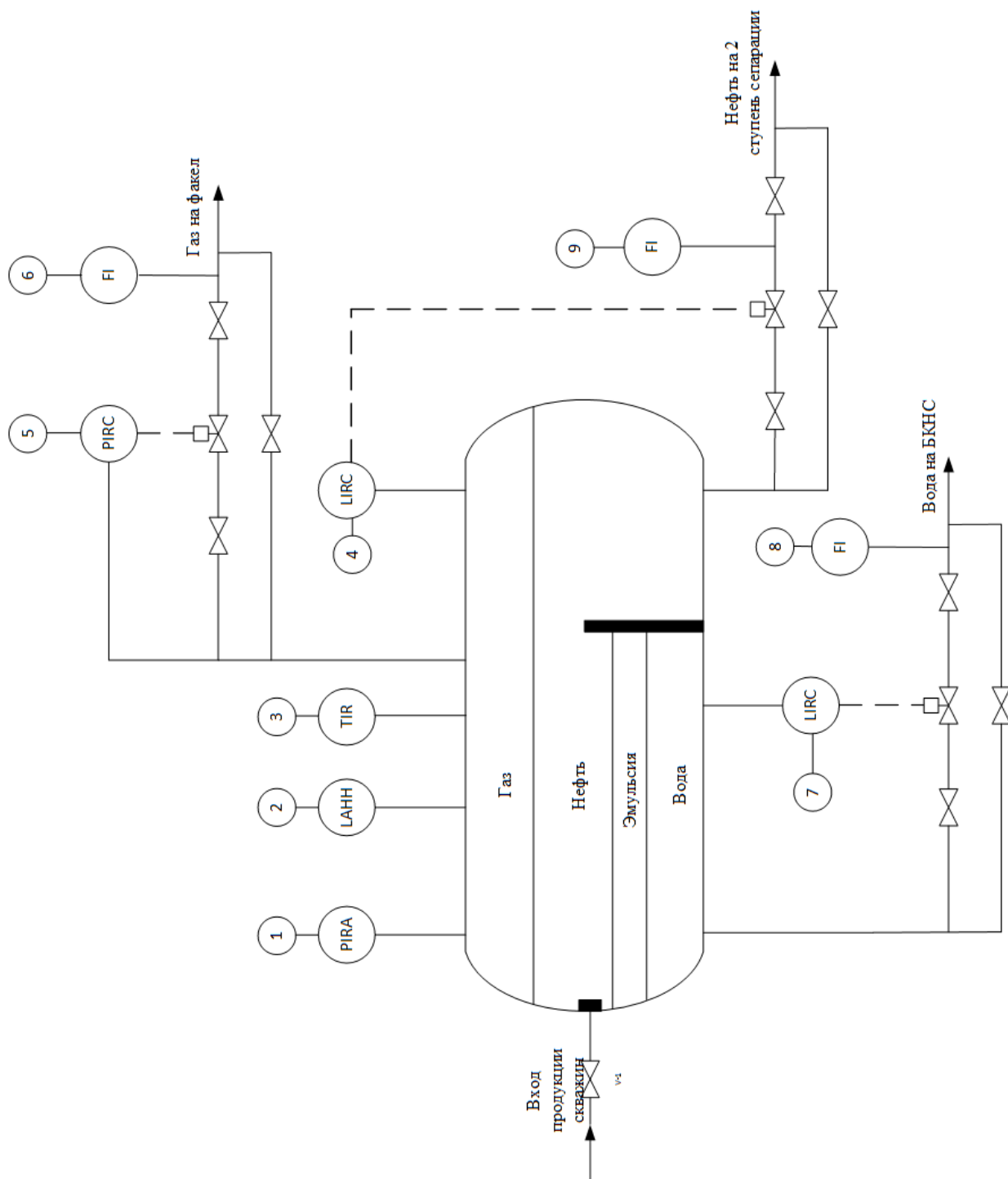
## Список используемых источников

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.

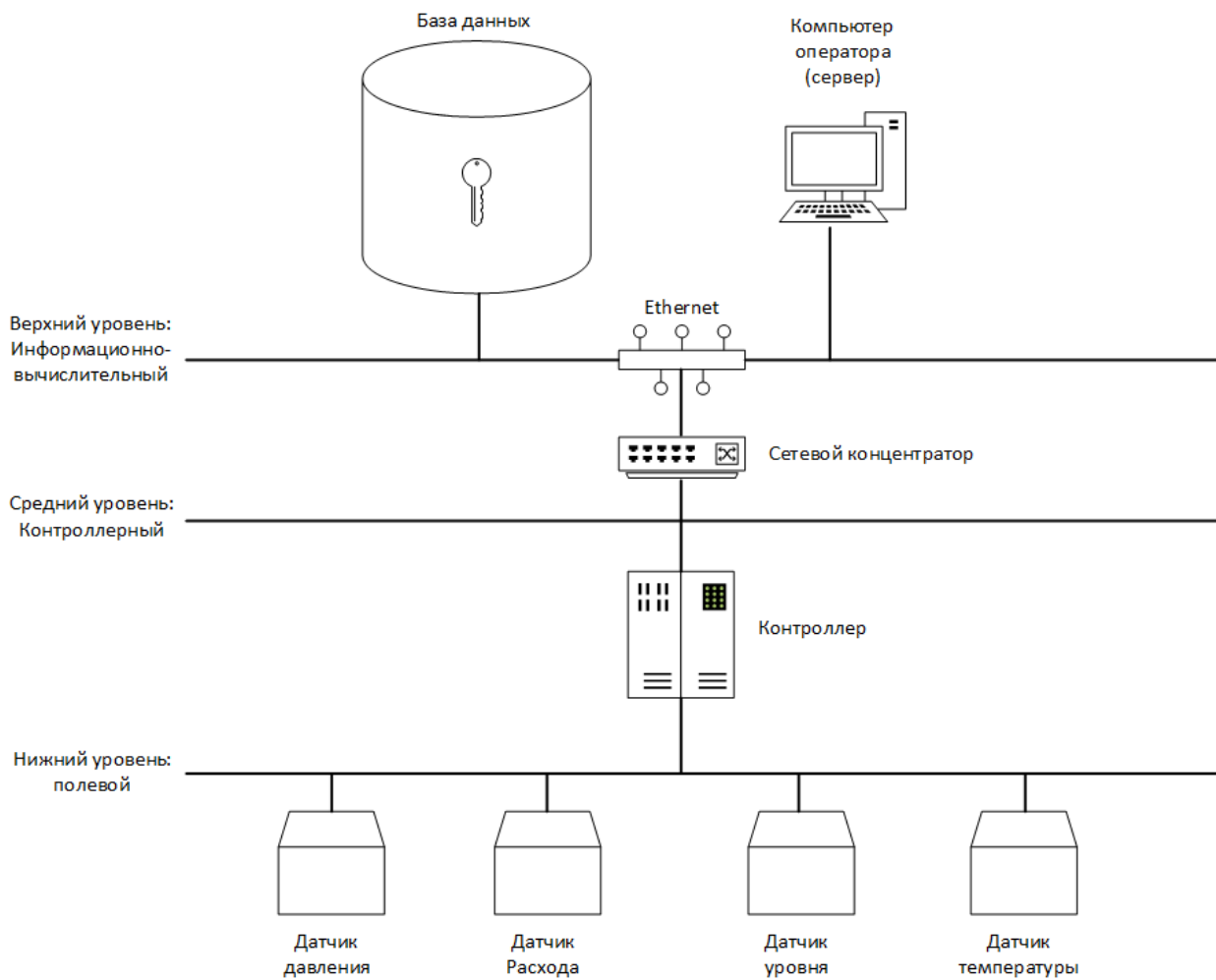
# Приложение А

## Функциональный Блок Сепарации



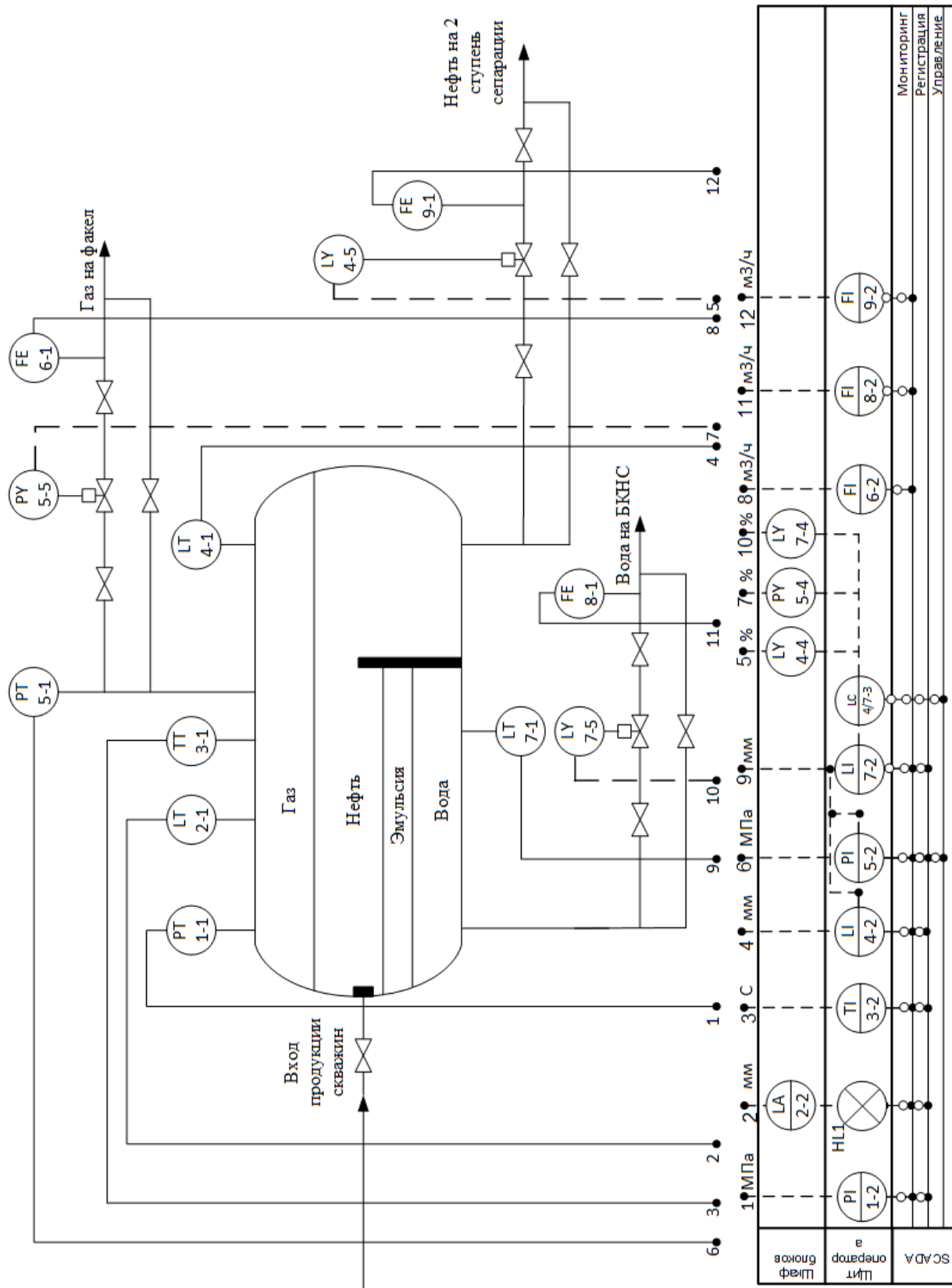
# Приложение Б

## Структурная схема БС



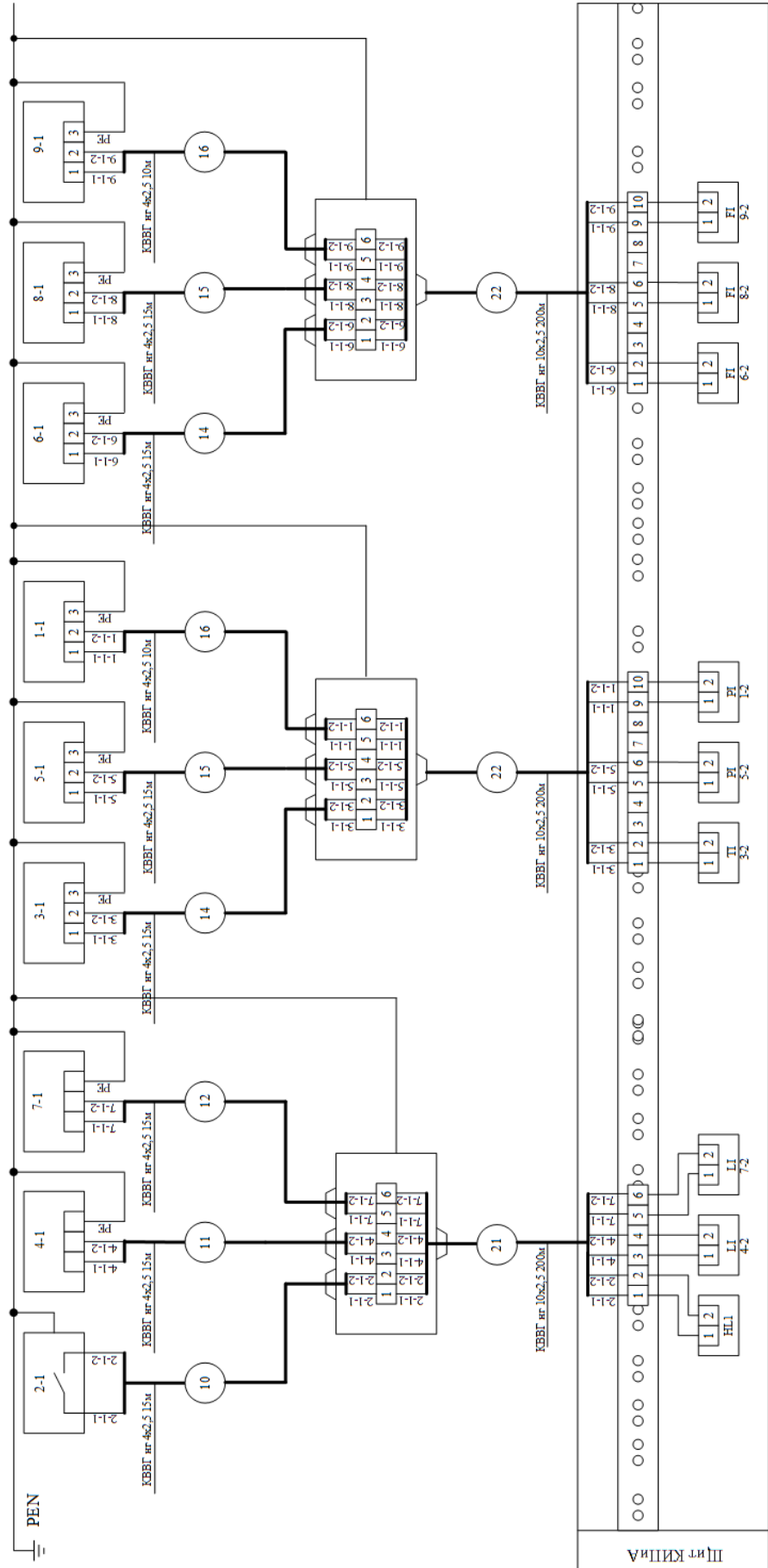
# Приложение В

## Функциональная схема БС



# Схема внешних проводок БС Приложение Г

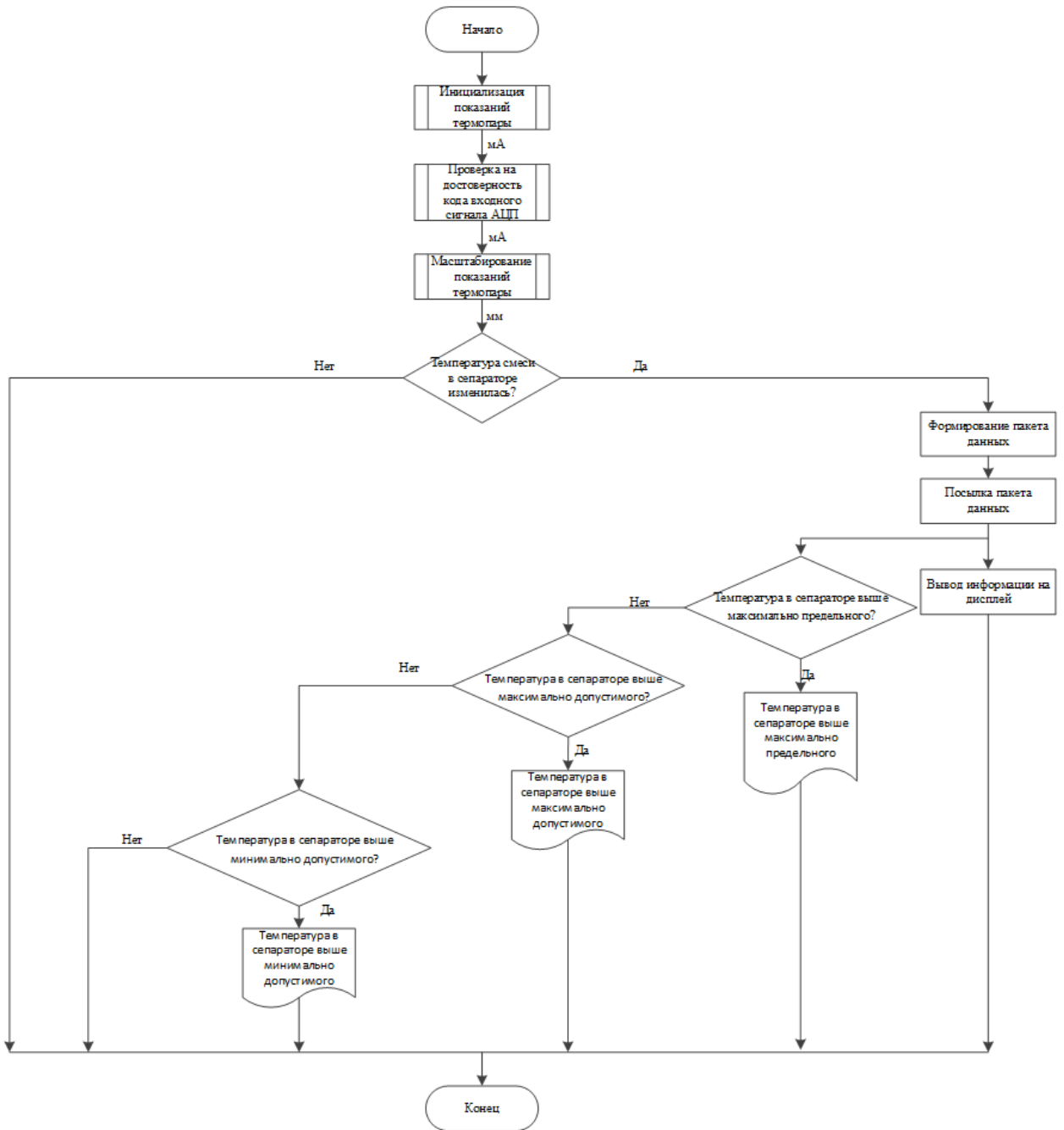
Наименование параметра	Уровень		Температура		Давление		Расход	
	Сепаратор	Сепаратор	Сепаратор	Выход на факел	Сепаратор	Вола в БКНС	Нефть на 2 ступень	
Место отбора импульса	РИЗУР ДРУ 1-ПМ	Novelco Nevotrack5600	Novelco Nevotrack	Kobold TVL-R	Kobold PAD-R	Kobold TMU-R	Kobold TMU-R	
Тип датчика								
Позиция	2-1	4-1	7-1	3-1	5-1	1-1	6-1	8-1
								9-1





## Приложение Д

### Алгоритм сбора данных измерений БС



# Приложение Е

## Мнемосхема БС

