

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



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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка системы автоматизации установки термической доподготовки тяжелой нефти</b>

УДК 665.62-52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т21	Репин Алексей Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры, к.т.н.	Громаков Е. И.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин В. Е.	доцент		

Томск – 2017 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

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

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т21	Репин Алексей

Тема работы:

Разработка системы автоматизации установки термической доподготовки тяжелой нефти

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Объектом исследования является установка термической доподготовки тяжелой нефти. Режим работы непрерывный.

<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>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

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

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры, к.т.н.	Громаков Е. И.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т21	Репин Алексей		

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

---

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

Уровень образования – бакалавр

Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры, к.т.н.	Громаков Е. И.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин В. Е.	доцент		

## Реферат

Пояснительная записка содержит 90 страниц машинописного текста, 32 таблиц, 15 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований, 8 приложений.

Объектом исследования является установка термической доподготовки нефти.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления установки термической доподготовки нефти с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров ПЛК Allen-Bradley Micro 850, с применением SCADA-системы Master Scada

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.

Ключевые слова: автоматизация, ПЛК, SCADA, АСУ ТП, КИПиА, установка термической доподготовки нефти.

## Содержание

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки .....	9
Введение .....	11
1 Техническое задание .....	12
1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП .....	12
1.2 Назначение системы .....	13
1.3 Требования к системе .....	14
1.4 Требования к техническому обеспечению .....	15
1.5 Требования к метрологическому обеспечению .....	16
1.6 Требования к программному обеспечению .....	16
1.7 Требования к информационному обеспечению .....	18
1.8 Требования к математическому обеспечению .....	19
2. Основная часть .....	20
2.1. Описание технологического процесса .....	20
2.2. Разработка структурной схемы АС .....	21
2.3 Функциональная схема автоматизации .....	23
2.4 Разработка схемы информационных потоков .....	24
2.5 Выбор средств реализации АСУ .....	27
2.6 Разработка схемы внешних проводок .....	42
2.7 Выбор алгоритмов управления АС .....	43
2.8 Экранные формы АС .....	46
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности .....	50
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	50
3.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	55
3.3 Бюджет научно-технического исследования .....	59
4. Социальная ответственность .....	65
4.1.    Профессиональная социальная безопасность .....	66
4.1.1.    Анализ вредных и опасных факторов .....	66
4.1.2.    Анализ вредных факторов .....	66

4.1.2.1. Отклонения показателей микроклимата .....	66
4.1.2.2. Недостаточная освещённость рабочей зоны .....	68
4.1.2.3. Повышенный уровень шума.....	69
4.1.2.4. Электромагнитное излучение.....	71
4.1.3. Анализ опасных факторов.....	72
4.1.3.1. Электробезопасность .....	72
4.2. Экологическая безопасность.....	73
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	73
4.3.1. Пожарная безопасность .....	73
4.4. Организационные мероприятия обеспечения безопасности .....	75
4.4.1. Эргономические требования к рабочему месту.....	75
4.4.2. Окраска и коэффициенты отражения.....	75
4.5. Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	76
Заключение .....	78
Список используемых источников .....	79

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Определения

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Обозначения и сокращения**

OSI (Open Systems Interconnection) – Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

PLC (Programmable Logic Controllers) – Программируемые логические контроллеры (ПЛК);

HMI (Human Machine Interface) –Человеко-машинный интерфейс;

OPC (Object Protocol Control) – протокол для управления процессами;

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КИПиА– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

## Введение

Зачастую установка комплексной подготовки нефти не может обеспечить достаточного качества нефти для ее транспортировки, связанное с тяжелыми парафинами и быстротой остывания. В этом случае используют дополнительную установку входящую в основной состав установки комплексной подготовки нефти – установка термической доподготовки нефти (УТДН). Данная установка предназначена для доведения характеристик высоковязкой тяжелой парафинистой или смолистой нефти до требований ГОСТ Р 51858-2002 по содержанию парафинов, для снижения вязкости и температуры застывания нефти для обеспечения возможности дальнейшей транспортировки по трубопроводу.

В этой связи необходимо рассмотреть автоматизированный комплекс для управления данной установки, чтобы повысить производительность, время реагирования на аварийный и предаварийные ситуации, снизить количество трудозатрат, повысить экономические показатели.

В данной работе рассматривается подбор оборудования КИП, составляется техническая документация, такие как схема автоматизации, схемы внешних проводок, также рассмотрены алгоритмы управления и разработка экранных форм SCADA системы.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка автоматизированной системы управления установки термической доподготовки нефти.

# 1 Техническое задание

## 1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП

Основной целью создания АСУ ТП является повышения эффективности производственной деятельности, в данном случае деятельности установки термической доподготовки нефти, за счет автоматизации и улучшения использования имеющихся ресурсов.

Целью создания системы является формирование высокого качественного уровня для решения следующих основных технологических, организационных и экономических задач:

- получение достоверной информации с технологических объектов;
- оптимизация режимов работы технологических объектов;
- повышение точности и оперативности измерения параметров технологических процессов;
- внедрение автоматизированных и математических методов контроля и управления технологическими процессами и объектами;
- снижение трудоемкости управления технологическими процессами;
- повышение безопасности производства, улучшение экологической обстановки в районе производства.
- минимизация технологических издержек (экономия электроэнергии, продление ресурса электродвигателей).

АСУ ТП должна обеспечивать:

- автоматизированный сбор и обработку информации с широким использованием методов оптимизации по основным задачам и подсистемам управления общезаводского и внутрицехового уровня, в том числе в реальном масштабе времени, в режиме телеобработки и диалога;

- хранение в памяти и комплексное использование нормативно-справочной, промежуточной и выходной информации в процессе решения задач управления;
- оперативное получение информации о параметрах технологического процесса;
- хранение в памяти и комплексное использование нормативно-справочной, промежуточной и выходной информации в процессе решения задач управления;
- диагностику состояния технологического оборудования и исполнительных механизмов;
- автоматическое (по запрограммированным алгоритмам) и дистанционное (по командам с панели оператора) управление работой оборудования и технологическими группами оборудования с сохранением контроля за безопасностью процесса.

## **1.2 Назначение системы**

Установка УТДН предназначена для доукомплектования действующих или проектируемых установок подготовки нефти (УПН) с целью доведения характеристик высоковязкой тяжелой парафинистой или смолистой нефти до требований ГОСТ Р 51858-2002 по содержанию парафинов, для снижения вязкости и температуры застывания нефти для обеспечения возможности дальнейшей транспортировки по трубопроводу.

Предлагаемая АСУ ТП установки термической доподготовки нефти предназначена для выполнения следующих функций:

- дистанционного сбора и отображения технологической информации на мнемосхемах;
- контроля технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- управление технологическим оборудованием;

- оперативное выявление аварийных и предаварийных ситуаций, отклонений технологического процесса от заданных режимов;
- формирование сигнализаций (звуковой, световой и на экране компьютера) для оповещения персонала о выходе параметров техпроцесса за границы допуска и в аварийных ситуациях;
- технологические блокировки и автоматическая защита технологического оборудования при возникновении аварийных ситуаций;
- диагностика состояния системы;
- диагностика состояния каналов связи;
- связь с другими системами;
- хранение в базе данных и воспроизведение истории технологического процесса за заданный период времени;
- регистрация действий оператора;
- автоматическое заполнение журналов событий, происходящих в системе;
- автоматическое включение резервного оборудования;
- учет наработки технологического оборудования;
- Контроль тока электродвигателей, мощности, загазованности помещений и других параметров).

Режимы работы: автоматический, диспетчерский, ручной

### **1.3 Требования к системе**

Автоматизированная система управления установки термической доподготовки нефти должна проектироваться по иерархическому принципу с использованием стандартных протоколов межуровневого обмена.

Выбор структуры информационно-управляющей системы, ПЛК, датчиков и исполнительных механизмов осуществляется на альтернативной основе и имеет экономическое и техническое обоснование.

В системе должна быть возможность аварийной остановки технологического процесса по физ. каналам. Также система должна предусматривать возможность автономной работы. Отключения каналов контроля параметров, определяющих взрывоопасность объекта должен фиксироваться системой.

Система должна быть защищена от несанкционированного доступа к управлению, функциям и информации с помощью прав доступа, паролей и других способов.

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

Предлагаемая система соответствует открытым международным стандартам, что обеспечивает ее совместимость с аппаратурой и программным обеспечением других производителей. Предусмотрены специальные меры для обеспечения промышленной безопасности, перечисленные ниже. Основные характеристики модулей системы:

- температурный диапазон от -40 до +70 С;
- спроектированы с учетом ГОСТов, РД, ПУЭ, Постановлений Ростехнадзора, отраслевых требований;
- возможность горячей замены модулей (без отключения питания);
- аппаратные средства диагностики обрыва и к.з. датчиков;
- возможность предустановки значений "безопасных состояний" на выходах в первый момент после включения и в случае "зависания" управляющего компьютера (контроллера);
- относительная влажность до 95% в корпусе IP20 или до 100% в корпусе IP66;
- срок службы изделия - 10 лет;
- наработка на отказ - не менее 100 тыс. часов.

Программно-технический комплекс АС должен допускать возможность наращивания, модернизации и развития системы, а также иметь резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

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

Измерительные каналы должны обеспечивать получение результатов с нормируемой точностью. Аппаратура, входящая в состав измерительного канала (чувствительные элементы, датчики, усилители, блоки преобразования), должны иметь сертификаты утверждения типа средств измерений Госстандарта России.

Нормированными метрологическими характеристиками (ГОСТ 23222) являются основная погрешность и дополнительная погрешность.

Основная погрешность измерительных каналов не должна превышать значений, в процентах:

- давления нефти - 0,6;
- давления вспомогательных систем - 1,0;
- температуры нефти - 0,5;
- расхода нефти - 0,6 (для оперативного учета);

Дополнительная погрешность не должна превышать половины основной погрешности при изменении температуры окружающей среды во всем диапазоне рабочих температур и отклонении напряжения питания в допустимых пределах.

### **1.6 Требования к программному обеспечению**

Реализация задачи автоматизации контроля и управления конкретной технологической системой блока подготовки метанола УКПГ, осуществляется с помощью специального программного обеспечения, исполняемого в реальном времени технологического процесса.

Программное обеспечение АСУ должно обладать следующими свойствами:

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

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

- управление вводом/выводом данных полевого уровня, поступающих из локальной сети:
- работа системы контроля и управления в реальном времени;
- преобразование сигналов полевого уровня в события точек контроля системы;
- сигнализация неисправности локальной сети и фиксация недостоверности данных;
- динамическое управление (включение/выключение) обработкой данных;
- трансляция аппаратных значений, поступающих от контроллера, в физические значения точек контроля;
- контроль достоверности значений точек контроля;
- динамическое управление (включение/выключение) регистрацией;
- непрерывная регистрация последовательности событий точек контроля;
- регистрация непредвиденных или планируемых ситуаций для последующего анализа с использованием неравномерной шкалы времени;
- регистрация истории течения технологического процесса и долговременное сохранение ее в архиве;
- графический интерфейс с пользователем:

- оперативное представление процесса на детализированных рисунках, позволяющих наблюдать и вмешиваться в протекающие процессы в реальном времени. Рисунки размещаются на экранах и окнах. Управление экранами и окнами (открытие, закрытие, работа с меню, ввод текстов, перемещение и т.д.) осуществляется с использованием сенсорной клавиатуры;

- сигнализация об отклонениях от нормального течения процесса.

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

## **1.7 Требования к информационному обеспечению**

Информационное обеспечение должно включать:

- информационные массивы баз данных, содержащие нормативно-справочную информацию;
- информационные массивы переменной информации, используемой для решения прикладных задач и отображения информации;
- массивы обменных сообщений между системой автоматизации НПС и другими системами.

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.

## **1.8 Требования к математическому обеспечению**

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



и паровой фазы, при охлаждении которой выделяют тяжелую газойлевую фракцию, содержащую высокомолекулярные парафины. Несконденсированные пары отсасывают эжектором (на схеме не показан). Тяжелую газойлевую фракцию насосом Н-2 подают в каталитический нагреватель НК-1 и далее в реактор термолиза Р-1, где в результате деструктивных превращений образуются пары термолиза, содержащие в основном фракцию н.к.-350°С, направляемые далее на смешение с отбензиненной нефтью, и тяжелый остаток термолиза, который частично рециркулируют, а частично смешивают с тяжелым остатком из ХК-1, суммарными парами из С-1, С-2 и ХК-1, охлаждают в Т-1, стабилизируют в циклонном дегазаторе с предварительным сепарационным устройством ДГ-1 и выводят с установки в качестве доподготовленной нефти (Б) на установку КСУ УПН. Отдув стабилизации (В) из ДГ-1 направляют на УПН для утилизации в смеси с газом сепарации 2-й ступени. Оптимальные рабочие параметры установки устанавливаются в зависимости от характеристик нефти, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству товарной нефти по плотности, вязкости, температуре застывания и содержанию парафинов, таким образом, чтобы обеспечить минимальный расход энергоресурсов. При необходимости состав установки может быть дополнен оборудованием для отбора углеводородного растворителя и/или компонента дизельного топлива для собственных нужд.

## **2.2. Разработка структурной схемы АС**

Структурная схема комплекса аппаратно-технических средств установки термической доподготовки нефти построенная по трёхуровневому иерархическому принципу, в соответствии с требованиями ТЗ, приведена в приложении Б.

Нижний (полевой) уровень системы, состоит из распределённых первичных устройств автоматизации:

- датчики давления;
- датчики температуры;

- датчики расхода;
- датчики уровня;
- исполнительные механизмы.

На данном уровне должны выполняться следующие функции АС:

- сбор и передача сигналов аварийной сигнализации, состояния и положения запорной арматуры, а также насосных агрегатов;
- измерение параметров технологического процесса (температуры, давления, уровня жидкости);
- выполнение команд с пункта управления.

Средний (контроллерный) уровень представлен коммуникационными интерфейсами и локальным контроллером (ПЛК).

ПЛК должен выполнять следующие функции:

- сбор, первичная обработка и хранение информации о параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование, а также обмен информацией с пунктами управления АРМ;

Верхний (информационно–вычислительный) уровень представляет из себя локальную сеть, которая объединяет между собой персональные компьютеры и сервер базы данных. Компьютеры диспетчера и операторов оснащены операционными системами (ОС) Windows 8 и программным обеспечением SCADA Simplight.

На верхнем уровне выполняются следующие задачи:

- сбор и обработка (в том числе масштабирование) данных с локальных контроллеров;
- синхронизация всех подсистем за счёт поддержания единого времени в системе;
- формирование технологической базы данных (БД);
- формирование отчётной документации, протоколов событий;
- предоставление интерфейса непосредственного взаимодействия с оператором АСУ.

Обобщенная структура управления АС приведена в приложении В.

### 2.3 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации является одним из основных проектных документов, определяющих функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок и отдельных агрегатов промышленного объекта. Она представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены: технологическое оборудование; коммуникации; органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматики

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

Согласно ГОСТ 21.408–13 при разработке функциональной схемы были использованы следующие величины:

- Р – давление;
- Т – температура;
- F – расход;
- L – уровень.

Таблица 1 – Условное обозначение схемы автоматизации

Обозначение	Описание
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту.
	Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту
	Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту.
	Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите.
	Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите.

	Прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту.
	Прибор для измерения уровня показывающий и сигнализирующий, установленный на щите. Сигнализация предаварийного уровня.

## 2.4 Разработка схемы информационных потоков.

Схема информационных потоков (приложение Д), это способ наглядно представить маршруты, потоков управленческой информации, которые включают в себя три уровня:

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

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

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

Ниже представлены параметры, которые передаются в локальную вычислительную сеть:

- температура в реакторе термолиза, °С;
- давление в реакторе термолиза, МПа;
- температура в теплообменнике 1, °С;
- давление в теплообменнике 1, МПа;

- давление в сепараторе 1, МПа;
- давление в сепараторе 2, МПа;
- уровень в сепараторе 1, мм;
- уровень в сепараторе 2, мм;
- температура в холодильнике-конденсаторе, °С;
- давление в холодильнике-конденсаторе, МПа;
- давление в дегазаторе ДГ-1, МПа;
- расход на входе в установку, м<sup>3</sup>/ч;
- расход на выходе из установки, м<sup>3</sup>/ч;
- состояние работы насоса 1;
- состояние работы насоса 2.

При разработке были использованы кодировки тегов

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

AA\_BBV\_CC,

где

AA – параметр, измеряемой среды:

- PT – давление;
- TT – температура;
- LT – уровень;
- FT – расход;
- VLV – управляющий сигнал

BBV – параметры, определяющий место отбора:

- NA1 – насосный агрегат 1;
- NA2 – насосный агрегат 2;
- TO1 – теплообменник 1;
- XK1 – холодильник-конденсатор 1;
- DG1 – циклонный дегазатор 1;
- SP1 – сепаратор 1;

- SP2 – сепаратор 2;
- RK1 – реактор термолиза 1;
- PPI – входной трубопровод;
- PPO – выходной трубопровод;
- CC – параметр уточнения:
- LL – нижний аварийный сигнал;
- L – нижний предупредительный сигнал;
- H – верхний предупредительный сигнал;
- HH – верхний аварийный сигнал;
- WK – рабочий диапазон;
- SO – состояние включено/отключено.

В таблице 2 приведен перечень тегов.

Таблица 2 – Перечень тегов

Тег	Наименование	Тип данных
VLV_PPI_SO	Задвижка на входе установки включена/отключена	BOOL
VLV_PPO_SO	Задвижка на выходе установки включена/отключена	BOOL
VLV_NA1_WK	Рабочее состояние насосного агрегата 1	REAL
VLV_NA2_WK	Рабочее состояние насосного агрегата 2	REAL
PT_DG1_WK	Измерение давления в циклонном дегазаторе	REAL
PT_SP1_WK	Измерение давления в сепараторе 1	REAL
PT_SP2_WK	Измерение давления в сепараторе 2	REAL
PT_RK1_WK	Измерение давления в реакторе 1	REAL
TT_DG1_WK	Измерение температуры в циклонном дегазаторе	REAL
TT_XK1_WK	Измерение температуры в холодильнике-конденсаторе	REAL
TT_SP1_WK	Измерение температуры в сепараторе 1	REAL
TT_SP2_WK	Измерение температуры в сепараторе 2	REAL
FT_PPI_WK	Измерение расхода на входе	REAL
FT_PPO_WK	Измерение расхода на выходе	REAL

LT_SP1_WK	Измерение уровня в сепараторе 1	REAL
LT_SP2_WK	Измерение уровня в сепараторе 2	REAL
LT_SP1_LL	Нижний аварийный уровень в сепараторе 1	BOOL
LT_SP1_L	Нижний предупредительный уровень в сепараторе 1	BOOL
LT_SP1_H	Верхний предупредительный уровень в сепараторе 1	BOOL
LT_SP1_HH	Верхний аварийный уровень в сепараторе 1	BOOL
LT_SP2_LL	Нижний аварийный уровень в сепараторе 2	BOOL
LT_SP2_L	Нижний предупредительный уровень в сепараторе 2	BOOL
LT_SP2_H	Верхний предупредительный уровень в сепараторе 2	BOOL
LT_SP2_HH	Верхний аварийный уровень в сепараторе 2	BOOL

## 2.5 Выбор средств реализации АСУ

Для реализации проекта АС необходимо выбрать программно-технические средства, также проанализировать их совместимость.

Программно-технические средства АС установки термической доподготовки нефти включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Сбором информации о технологическом процессе занимаются измерительные устройства, а 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.

## 2.5.1 Выбор контроллерного оборудования

В результате подбора программируемого контроллера рассмотрены 3 различных контроллера, а именно: UNO-2160CE фирмы Advantech, Allen-bradley Micro 850 и БАЗИС-100.

Для построения АС установки термической доподготовки нефти контроллер Allen-bradley (рисунок 2). В соответствии с техническим заданием данный контроллер имеет возможность наращивания вход/выходных каналов, путем подключения дополнительных модулей ввода/вывода до 256 точек, также в соответствии ТЗ пункта 1.4 средний срок службы данного контроллера составляет более 10 лет. Стоимость по сравнению с аналогами ниже, функциональные возможности достаточны для реализации, проектируемой АСУ ТП.



Рисунок 2 – Allen-bradley Micro 850

Серия Micro850 представляет собой расширяемые ПЛК семейства Micro с коммуникационным портом EtherNet/IP и дополнительными модулями ввода-вывода 2085.

- спроектирован для вариантов применения, требующих дополнительные цифровые и аналоговые вводы-выводы, или аналоговые вводы-выводы повышенной производительности;

- идеально пригоден для применения в условиях, где в максимальной степени будут использованы преимущества обмена данными через встроенные коммуникационные порты EtherNet/IP (только

для передачи сообщений), которые применяются в сопряжении с ПК, компонентными человеко-машинными интерфейсами PanelView, а также приводами Kinetix и PowerFlex;

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

Технические характеристики Allen-Bradley приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики

Количество входов	28
Входное напряжение	24 В
Выходы	20
Встроенные связи	USB, Ethernet, RS-232/485
Математические операции с плавающей точкой	32 бит и 64 бит
Загрузка при выполнении программы	Да
Встроенные протоколы параллельных портов	Modbus, ASCII, DSI, бинарный
Средний срок службы	12 лет
Языки программирование	FBD, STL, SFC

## 2.5.2 Выбор устройств измерения

В ходе технологического процесса и в соответствии с ТЗ предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА и обменом данными в соответствии со спецификацией HART, при этом подбор необходимо вести для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями.

### 2.5.2.1 Датчик температуры

Для измерения температуры рассмотрены следующие датчики температуры:

- KOBOLD;
- Метран-285;
- Danfoss MBT5116.

Результаты сравнения занесены в таблицу 4.

Таблица 4 – Сравнительный анализ датчиков температуры

Критерии выбора	Kobold	Метран-285	Danfoss MBT5116
Изменяемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измерения температуры:	-50...+900°C	-50... +800°C	-50 +600 °C
Предел допускаемой погрешности	1%	0,25%	0,25%
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА
Взрывозащищенность	Ex (ExiaCT6 X)	0Ex ia IIC T1...T6 Ga X	ExiaCT6
Степень защиты от пыли и воды	IP65	I IP54, IP65	IP68
Межповерочный интервал	2 год	4 года	4 года
Средний срок службы	5 лет	12 лет	10 лет
Время наработки на отказ	40 000 часов	200 000 часов	120 000 часов
Цена	43500	87 000	64 000

Исходя из таблицы 4 был выбран датчик температуры Danfoss MBT5116 (рисунок 3) т.к. в соответствии с ТЗ он имеет унифицированный выходной сигнал 4-20 мА, среднее время наработки на отказ удовлетворяет ТЗ, как и его средний срок службы. При этом по метрологическим показателям, не уступает датчику Метран-285, но по экономическим показателям целесообразней выбрать Danfoss MBT5116.

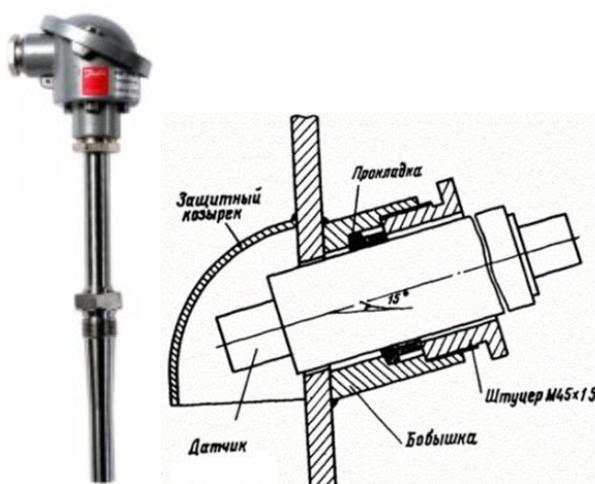


Рисунок 3 – Датчик температуры Danfoss MBT5116

МВТ 5116 – датчик температуры, предназначенный для тяжелых условий эксплуатации, может быть использован для измерения и регулирования температуры выхлопных газов дизельных двигателей, турбин и компрессоров на стационарных установках и морских судах.

В этом датчике используется стандартный термометр сопротивления Pt100, обеспечивающий надежное и точное измерение. Pt100 – это тонкопленочный резистор, специально предназначенный для работы в тяжелых условиях при температурах до 600 °С.

Чувствительный элемент можно заменять без демонтажа датчика и остановки системы. Все детали, контактирующие с рабочими средами, изготовлены из нержавеющей стали AISI 316 Ti. Конструкция датчика приспособлена к использованию в ограниченном пространстве.

- Температура рабочих сред до 600°С
- Возможно использование с 2- или 3-проводными соединениями
- Прочная и компактная конструкция, обладающая чрезвычайно высокой стойкостью к удару и вибрации, в соответствии с ИЕС 68-2-6
- Легкость замены чувствительного элемента
- Тонкопленочная технология Pt 100 специально разработана для эксплуатации в тяжелых условиях
- Возможна установка в любых положениях
- Цельносверленная защитная гильза

Технические характеристики Danfoss MBT5116 приведены в таблице 5.

Таблица 5 – технические характеристики Danfoss MBT5116

Параметр	Значение
Диапазоны температур:	-50... +600°C;
Предел допускаемой погрешности	±0,25%
Напряжение питания:	12...36 В
Взрывозащита:	ExiaCT6
Выходной сигнал:	4-20 мА
Степень защиты:	IP65

### 2.5.2.2 Датчики давления

Для выбора датчиков давления был проведен сравнительный анализ следующих датчиков:

- Метран-150;
- АИР-10SH;
- Yokogawa EJX-A;

Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнение датчиков давления

Критерии выбора	Метран-150	АИР-10SH	Yokogawa-EJX
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Верхние пределы измерений	0,125 кПа... 20 МПа	0,4 кПа...60 МПа	0,4 кПа... 40 МПа
Предел допускаемой погрешности	0,05%	0,1%	0,05%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex / Exd	Ex/ Exd	Ex
Температура окружающей среды	-50 +120 °С	-40 +90	-50 +120
Степень защиты от пыли и воды	IP 68	IP65 / IP67	IP68
Межповерочный интервал	4 года	3 года	3 года
Средний срок службы	12 лет	10 лет	12 лет
Среднее время наработка на отказ	200 000 часов	150 000 часов	150 000 часов
Цена	144 000	78 000	120 000

Исходя из таблицы сравнения 6 был выбран датчик давления АИР-10SH. Он удовлетворяет техническому заданию, а именно выходной сигнал 4-20 мА с

протоколом HART, среднее время наработки на отказ выше 100 000 часов, срок службы 10 лет, предел допускаемой погрешности входит в рамки допустимого, при этом цена его ниже, чем рассмотренные аналоги.

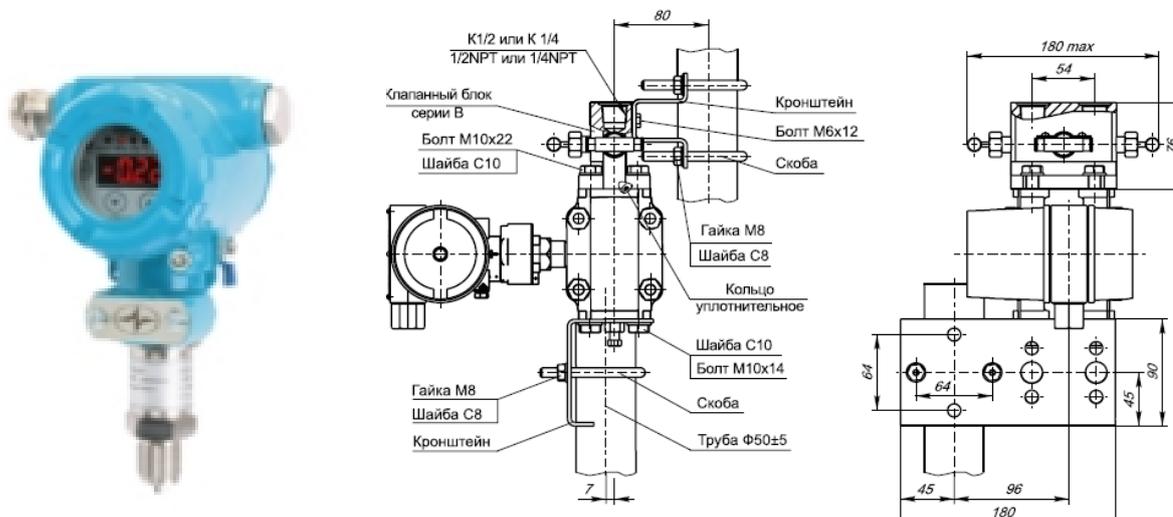


Рисунок 4 – Датчик давления АИР-10SH

Малогабаритный микропроцессорный 8-диапазонный датчик давления для суровых условий эксплуатации, полевого исполнения. Имеет высокую степень пылевлагозащиты (до IP67) и коррозионностойкое исполнение корпуса; предназначен для непрерывного преобразования абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления разрежения, дифференциального давления в унифицированный выходной токовый сигнал 4...20 мА.

В таблице 7 приведены технические характеристики преобразователя давления.

Таблица 7 – технические характеристики

Параметр	Значение
Диапазон измерения:	0,4 кПа – 60 МПа
Выходной сигнал:	4-20 мА + HART
Погрешность:	± 0,1%
Температура среды:	-40-120 °С
Степень защиты:	IP67
Сертификаты:	ExiaПСТ6 X, Exd

### 2.5.2.3 Выбор расходомера

В качестве расходомеров были выбраны расходомеры Micro Motion R, Yokogawa DY, Rosemount 8800D предназначенные для измерения расхода жидкости, газа, пара в системах автоматического, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.

В таблице 8 приведены сравнительные характеристики расходомеров.

Таблица 8 – Сравнение технических характеристик расходомеров

Техническая характеристика	Micro Motion R	Yokogawa DY	Rosemount 8800D
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0,5%	±0,5%	±0,5 %
Выходной сигнал	4...20мА/HART	4...20мА/HART	4...20мА/HART
Межповерочный интервал	3 года	3 года	3 года
Средний срок службы	10 лет	10 лет	10 лет
Среднее время наработки на отказ	150 000 часов	125 000 часов	150 000 часов
Цена	275 000	232 000	250 000

Для решения поставленных задач был выбран датчик расхода Yokogawa DY, так как он полностью удовлетворяет ТЗ, выходной сигнал 4-20 мА, метрологические характеристики входят в требуемый диапазон, экономически стоимость ниже чем у рассмотренных аналогов. (рисунок 5).

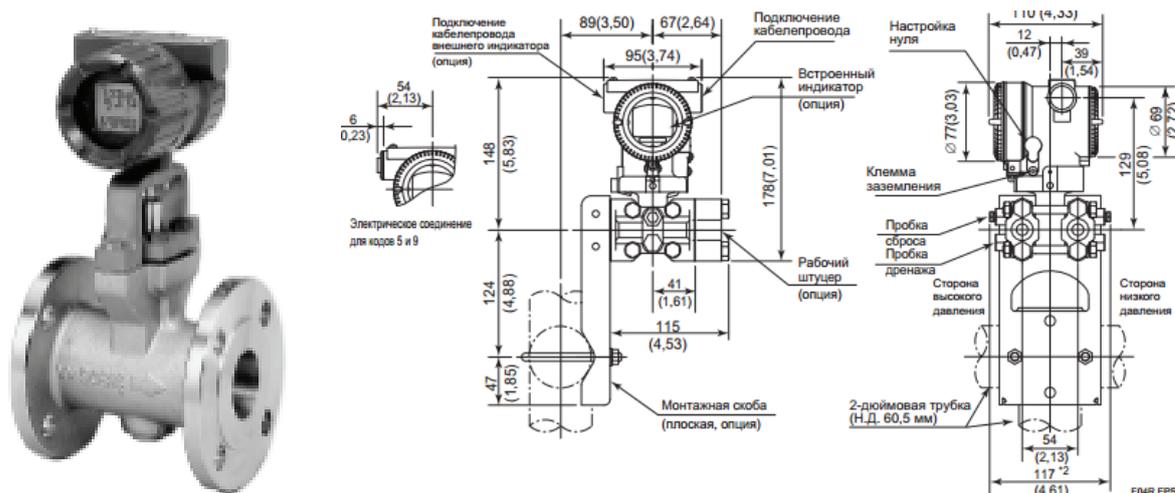


Рисунок 5 – Расходомер Yokogawa DY

Вихревые счетчики-расходомеры серии digitalYEWFLOW — это интеллектуальные датчики расхода, предназначенные для измерения объемного расхода жидкости, пара или газа.

Встроенное программное обеспечение digitalYEWFL0 позволяет по введенным в память параметрам процесса пересчитать объемный расход в массовый или нормированный, а также вводить коррекцию по числу Рейнольдса в области малых расходов и поправку на сжимаемость газов.

В серии расходомеров digitalYEWFL0 применена уникальная цифровая электроника, использующая разработанную компанией YOKOGAWA технологию спектральной обработки сигнала SSP. Благодаря этому расходомер постоянно анализирует вибрацию, состояние рабочей среды и, используя эти данные, автоматически подстраивает режимы обработки сигнала и своевременно информирует о нештатных режимах потока и вибрации, если таковые возникают.

DigitalYEWFL0 по заказу поставляются в многопараметрическом варианте со встроенным в тело обтекания температурным датчиком Pt1000. Измеренная температура может быть использована как для коррекции расчета расхода, так и независимо выведена на дисплей и на верхний уровень.

#### Принцип действия вихревого расходомера

В основе принципа действия любого вихревого расходомера лежит широко известное природное явление — образование вихрей за препятствием, стоящим на пути потока. При скоростях среды выше определенного предела вихри образуют регулярную дорожку, называемую дорожкой Кармана. Частота образования вихрей при этом прямо пропорциональна скорости потока.

В диапазоне чисел Рейнольдса от  $2 \times 10^4$  до  $7 \times 10^6$  коэффициент пропорциональности между частотой образования вихрей и скоростью потока практически не зависит от числа Рейнольдса. Это позволяет вихревым расходомерам с хорошей точностью измерять скорость потока независимо от типа среды.

Основные преимущества вихревых расходомеров: линейный выходной сигнал, широкий динамический диапазон измерений, малая потеря давления, простота и надежность в эксплуатации.

### Опросный лист для расходомеров

\* - поля, обязательные для заполнения

Общая информация				
Предприятие*: <b>ТПУ</b>			Дата заполнения:	
Контактное лицо*:			Тел/факс*:	
Адрес*:			E-mail:	
Опросный лист №:	Позиция по проекту:		Количество*:	
Информация об измеряемой среде				
Измеряемая среда*:		Фазовое состояние*: <input type="checkbox"/> газ <input checked="" type="checkbox"/> жидкость <input type="checkbox"/> пар		
Полный состав в молярных долях (для природного, попутного газа или смеси)*	Метан CH4	___%	n-Пентан C5H12	___%
	Азот N2	___%	n-Гексан C6H14	___%
	Диоксид Углерода CO2	___%	n-Гептан C7H18	___%
	Этан C2H6	___%	n-Октан C8H18	___%
	Пропан C3H8	___%	n-Нонан C9H20	___%
	i-Бутан C4H10	___%	n-Декан C10H22	___%
	n-Бутан C4H10	___%		
Гелий He	___%	Аргон Ar	___%	Вода H2O
		Сероводород H2S	___%	Водород H2
		Оксид Углерода CO	___%	Кислород O2
Для природного, попутного газа или смеси плотность при стандарт. усл. (20° С и 101,325 кПа-абс)*: <b>кг/м3</b>				
Информация о процессе				
Измеряемый расход*	Мин <b>200</b>	Ном <b>500</b>	Макс <b>1000</b>	<input type="checkbox"/> м3/ч (в рабочих условиях)
				<input type="checkbox"/> м3/ч (приведенный к стандартным условиям)
				<input checked="" type="checkbox"/> кг/ч, <input type="checkbox"/> т/ч
				прочие единицы
Давление избыточное*	Мин ___	Ном ___	Макс ___	<input type="checkbox"/> кгс/см2 <input type="checkbox"/> МПа <input type="checkbox"/> кПа
Температура среды*	Мин <b>+10</b>	Ном <b>+30</b>	Макс <b>+55</b>	° С
Плотность*	Мин ___	Ном ___	Макс ___	кг/м3
Вязкость*	Мин ___	Ном ___	Макс ___	<input type="checkbox"/> сП <input type="checkbox"/> сСт
Информация о трубопроводе в месте установки расходомера				
Внутренний диаметр трубопровода (указать точно)*: <b>190</b> мм Толщина стенки: <b>10</b> мм Материал (марка стали):				
Ориентация трубопровода*: <input checked="" type="checkbox"/> горизонтальный; <input type="checkbox"/> вертикальный (направление потока: <input type="checkbox"/> вверх <input type="checkbox"/> вниз)				
Длины прямых участков трубопровода в месте установки: до расходомера <b>5</b> м; после расходомера ___ м				
Местные сопротивления до расходомера (одиночное колено, группа колен в одной плоскости /разных плоскостях, задвижка полнопроходная/неполнопроходная, сужение/расширение трубопровода)				<b>35</b>
Требования к исполнению расходомера				
На выходе расходомера требуется получать расход в*:		<input type="checkbox"/> м3/ч (в рабочих условиях)		
		<input type="checkbox"/> м3/ч (приведенный к стандартным условиям)		
		<input checked="" type="checkbox"/> кг/ч, <input type="checkbox"/> т/ч		
		прочие единицы		
Основная относительная погрешность измерения расхода не более <b>0,5</b> %				
Температура окружающей среды: от <b>-40</b> до <b>+50</b> °С				
Исполнение по взрывозащите: <input type="checkbox"/> без взрывозащиты <input checked="" type="checkbox"/> взрывонепр. оболочка <input checked="" type="checkbox"/> искробезопасная цепь				
Эксплуатация расходомера: <input type="checkbox"/> отдельно <input type="checkbox"/> в составе узла учета (тип: <input type="checkbox"/> коммерческий <input type="checkbox"/> технологический)				
Желаемый монтаж преобразователя и первичного сенсора: <input type="checkbox"/> интегральный <input type="checkbox"/> удаленный (импульсные линии)				
Дополнительное оборудование, аксессуары, услуги				
<input checked="" type="checkbox"/> ЖК-индикатор		<input checked="" type="checkbox"/> встроенный <input type="checkbox"/> автономный цифровой индикатор		
<input type="checkbox"/> Вентильный блок		<input type="checkbox"/> трехвентильный <input type="checkbox"/> пятивентильный		
<input type="checkbox"/> Возможность монтажа/демонтажа без сброса давления в трубопроводе (при невозможности остановки тех. процесса)				
<input type="checkbox"/> Клеммный блок с защитой от переходных процессов				
<input type="checkbox"/> Импульсные линии длина ___ мм		<input type="checkbox"/> под сварку <input type="checkbox"/> резьбовые		
<input checked="" type="checkbox"/> Коммуникационные средства		<input checked="" type="checkbox"/> HART-коммуникатор <input type="checkbox"/> ПО «Помощник инженера»		
<input checked="" type="checkbox"/> HART-конвертор 333 (3 дополнительных сигнала 4-20 мА)		<input type="checkbox"/> Wireless HART (беспровод.)		
<input type="checkbox"/> Другое (указать) ___		<input type="checkbox"/> шеф-надзор		

Технические характеристики Yokogawa DY приведены в таблице 9.

Таблица 9 – технические характеристики Yokogawa DY

Параметр	Значение
Измеряемые среды	Жидкость, газ, пар
Точность	$\pm 0,75\%$ текущего расхода (жидкость), $\pm 1\%$ текущего расхода (газ, пар)
Воспроизводилось	$\pm 0,2\%$ текущего расхода
Степень защиты	IP66/IP67 (IEC 60529), Type 4X (NEMA 250)
Выходной сигнал	4-20 мА, HART

### 2.5.2.4 Выбор уровнемера

В качестве уровнемеров были выбраны байковые уровнемеры KOBOLD BA, Rosemount 5300, MicroTREK, в таблице 10 приведены их сравнительные характеристики.

Таблица 10 – Сравнение технических характеристик уровнемеров

Техническая характеристика	KOBOLD BA	Rosemount 5300	MicroTREK
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	$\pm 0.2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 5$ мм
Выходной сигнал	4...20мА/ HART	4...20мА/ HART	4...20мА
Максимальная рабочая температура	-40...300	-40...300	-30...200
Рабочее давление	До 25 бар	До 25 бар	До 40 бар
Взрывозащита	Ex, Exd	Ex, Exd	Ex, Exd

Для решения данной задачи был выбран MicroTREK (рисунок 7).

Преимущества волноводных микроволновых уровнемеров MicroTrek перед своими конкурентами:

- Цена существенно ниже, нежели у радарных уровнемеров;
- Стабильная работа в условиях постоянно и быстро изменяющегося уровня;
- Надежная работа в емкостях с высоким избыточным давлением;
- Давление, температура и диэлектрическая постоянная не влияют на точность;
- Возможность использования для работы с сыпучими материалами и материалами, обладающими низкой диэлектрической проницаемостью ( $\epsilon_r > 1,4$ );
- Измерения уровня двух и более продуктов;

- Точность измерения выше по сравнению с приборами, построенными на другом принципе работы.

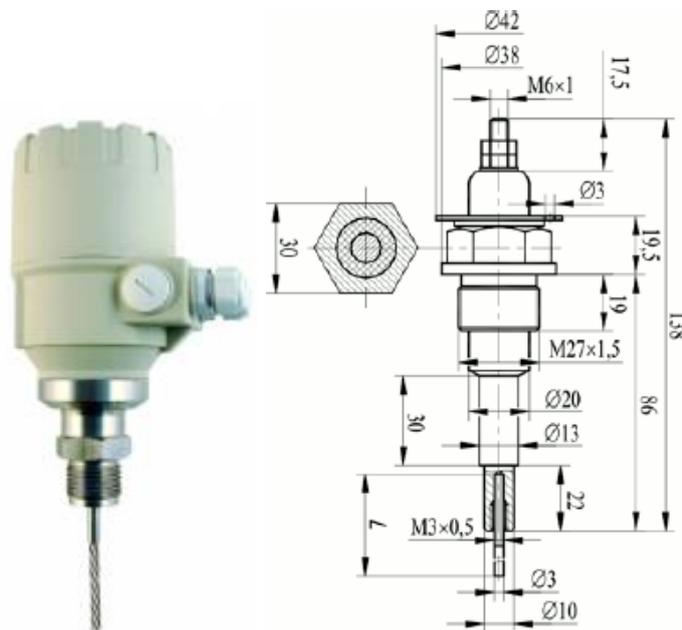


Рисунок 7 – уровнемера ОВЕН ПДУ-И

Надежный, адаптированный для работы в тяжелых условиях измеритель уровня жидкостей и сыпучих материалов. Волноводный преобразователь уровня MicroTrek выигрывает в цене у радарных уровнемеров, принципиально не уступая им по своим свойствам. Для применения же в тяжелых условиях измерения MicroTrek будет предпочтительнее устройств, работающих по другому принципу.

Основные принципы измерения уровня с использованием  
микроволнового волноводного преобразователя уровня MicroTREK



Рисунок 8 – Принцип действия MicroTREK

Технические характеристики уровнемера MicroTREK представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики MicroTREK

Принцип измерения	принцип вытеснения
Диапазон преобразования уровня в токовый сигнал:	До 24 м
Дискретность преобразования:	±10 мм
Температура изм. среды	-30 °C ... +200 °C
Предельное давление	До 40 бар
Материал исполнения	Высокотемпературное исполнение; Взрывозащищенное исполнение.
Выходной сигнал	4-20 мА + HART
Срок службы	10 лет

### 2.5.2.5 Выбор сигнализатора уровня

В качестве сигнализатора горючих газов был выбран Papperl + Fuchs F65 (Рисунок 9). Датчики уровня серии F65 работают по бесконтактному принципу

и не подвержены прямому износу в сравнении с контактными устройствами. Датчики серии F65 адаптированы к использованию в емкостях глубиной до 2500 мм в химической промышленности.

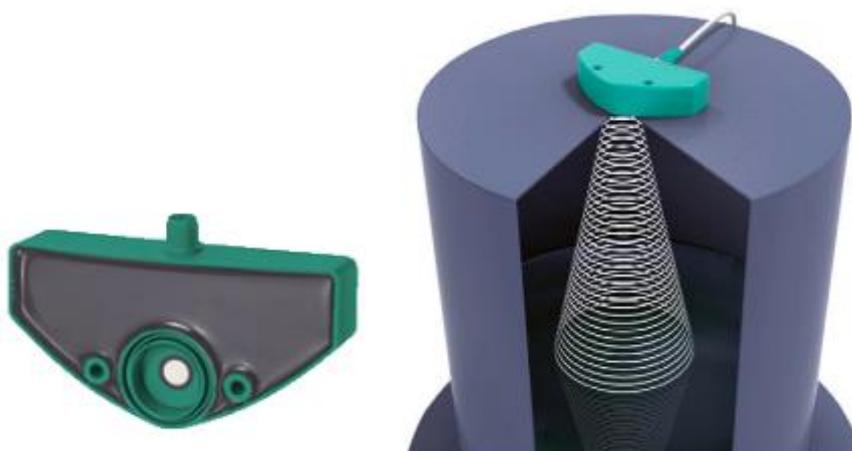


Рисунок 9 – Papperl + Fuchs F65

Серия F65 представляет собой ультразвуковые датчики уровня. За счет своего принципа работы, такие приборы обладают преимуществами в размерах и нетребовательности к среде измерения. Данные же приборы выпускаются в 5 основных версиях под 3 разных рабочих диапазона и оптимизированы для работы с жидкостями.

Внешняя связь и сигнализация осуществляются посредством транзисторных дискретных выходов (с защитой по КЗ и перегрузке по напряжению), аналоговых выходов по току/напряжению или частотного (ШИМ) выхода. Программируются датчики через специальные интерфейсы или ПО. Доступны опции синхронизации.

Достоинства и преимущества:

- Компактность (общая масса 0,5 кг) и бесконтактные измерения
- Температурная компенсация
- Подбор входных и выходных сигналов (частотные, аналоговые, дискретные, функциональные)
- Невысокая цена.

Применяемость:

Приборы предназначены для работы с такими приложениями:

- Жидкие, агрессивные и вязкие продукты в любых сферах промышленности (нефтяная, химическая и т.п.)
- Малые и средние емкости (500, 1500 и 2500 мм глубиной)
- Определение и передача значений уровня веществ, сигнализация по контрольным значениям
- Регулирование уровня

## 2.6.3 Выбор исполнительных механизмов

### 2.6.3.1 Выбор регулирующего клапана

В данном разделе необходимо выбрать устройство реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа. В качестве электроприводы серии Нефтегазсервис 30с901р, Danfoss и Auma Matic.

В качестве регулирующего клапана будет использоваться регулирующие клапаны с электроприводом производства (рисунок 10), т.к они удовлетворяют поставленным технологическим задачам, а по цене в разы дешевле, чем другие рассмотренные.

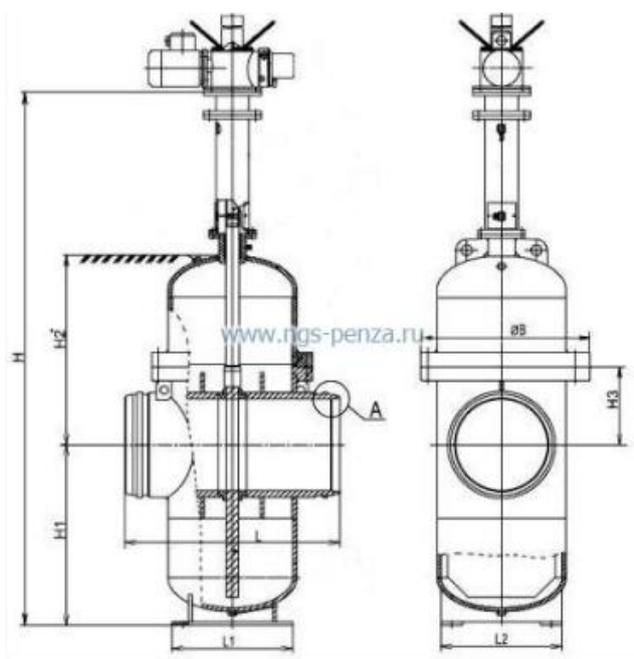


Рисунок 10 – регулирующий клапан 30с901р

Клапан устанавливается в горизонтальном положении и может управляться как автоматически и дистанционно в соответствии с командными сигналами управляющих устройств, регулирующих расход газообразного топлива, так и вручную - непосредственно с исполнительного механизма.

Таблица 12 – Технические характеристики

Рабочая среда	нефть и нефтепродукты
Температура рабочей среды, °С	от -15 до +80
Наработка на отказ за период до капитального ремонта	не менее 500 циклов
Сейсмостойкость	до 10 баллов включительно по шкале MSK-64
Управление	электроприводом
Тип присоединения к трубопроводу	под приварку
Условный проход DN, мм	300 – 1050
Номинальное давление PN, МПа (кг/см <sup>2</sup> )	8,0 (80)
Рабочий перепад давления среды на затворе при открытии, МПа (кг/см <sup>2</sup> )	5,0(50) для DN300-400, 3,0(30) для DN500-1050
Температура окружающей среды, °С	от -45 до +40 для У1, от -60 до +40 для ХЛ1, УХЛ1

## 2.6 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении Е. Все полевые датчики передают выходной сигнал в унифицированном токовом сигнале 4-20 мА.

Для передачи сигналов от датчиков давления, температуры, расходомеров, уровнемеров и системы мониторинга на щит КИПиА используются по три провода, а для сигнализаторов – два провода. В качестве кабеля выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным

напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

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.

## **2.7 Выбор алгоритмов управления АС**

В АС на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

В ходе данной выпускной квалификационной работы были разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений;

- алгоритм автоматического регулирования технологического параметра.

### **2.7.1 Алгоритм сбора данных измерений**

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры в теплообменнике. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных.

Алгоритм сбора данных с канала измерения температуры в теплообменнике представлен в приложении Ж.

После запуска начинается инициализация показаний, идет проверка на достоверность данных, а именно на обрыв линии и на кз. Если показания менее 4 мА, то выдается сигнал об ошибке и выводится сообщение обрыва линии, если ток более 20 мА. Далее идет проверка уставок на предупредительные и аварийные сигналы. После этого идет сравнение текущего значения с каждой уставкой, в случае выхода значений текущего измерения допустимые границы уставки, выводится соответствующее сообщение и сигнализация. Если измеренное значение находится в границах допустимых, то идет перевод в единицы измерения градусы Цельсия. Затем вывод значения на экран.

## 2.7.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

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. ПИД-регулятор используется в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

Функциональная схема системы поддержания давления в трубопроводе приведена на рисунке 11.

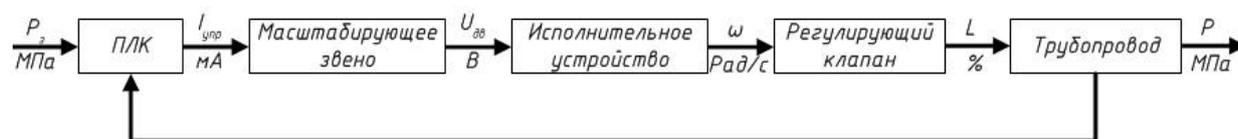


Рисунок 11 – Функциональная схема

Объектом управления является участок трубопровода узла регулирования. С панели оператора задается давление, которое необходимо поддерживать в трубопроводе. Далее в ПЛК подается значение с датчика

давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на преобразователь, на выходе которого имеет напряжение питания электропривода задвижки. Исполнительное устройство преобразует электрическую энергию в поступательное движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение давления в трубопроводе.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать давление на выходе равное 6 МПа, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает ступенчатое воздействие, которое в момент запуска программы меняет свое значение с 0 до 6.

Модель с выделенными блоками показана на рисунке 12.

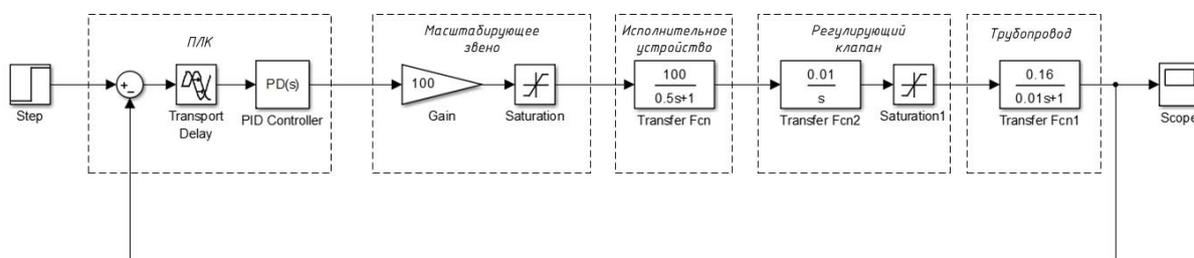


Рисунок 12 – Модель в Simulink

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на рисунке 13.

Из данного графика видно, что перерегулирование отсутствует. Время переходного процесса 1,7с. Ошибка перерегулирования равна нулю.

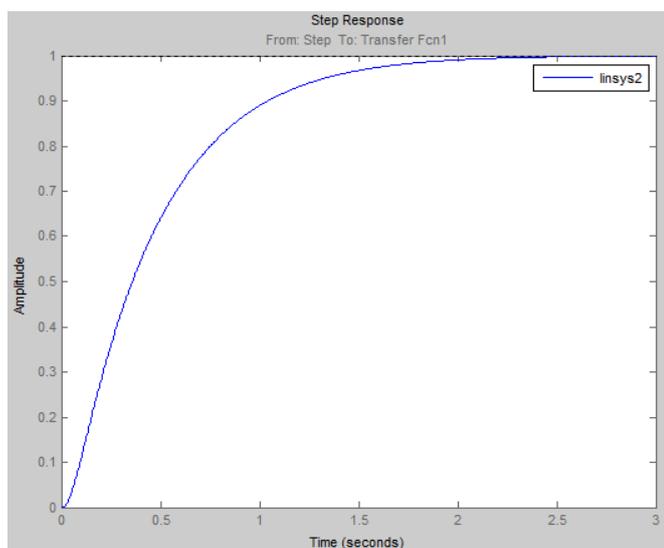


Рисунок 13 – График переходного процесса

## **2.8 Экранные формы АС**

Управление в АС блока сепарации реализовано с использованием SCADA-система Master SCADA. Именно такие системы предлагают наиболее полные и легконаращиваемые человеко-машинные интерфейсные средства. Одна из основных особенностей современных систем автоматизации - высокая степень интеграции этих систем. В любой из них могут быть задействованы объекты управления, исполнительные механизмы, аппаратура, регистрирующая и обрабатывающая информацию, рабочие места операторов, серверы баз данных и т.д.

### **2.8.1 Разработка дерева экранных форм**

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

Все экраны выполнены в единообразном исполнении со стандартными органами управления. Верхняя строчка представляет собой навигационное меню, позволяющее переключаться между функциональными экранами. Вторая строка отображает текущее время и дату.

На мониторе отображаются следующие формы:

- Стартовый экран технологической схемы УТДН;
- Экран насосных агрегатов;
- Экран сепараторов;
- Экран холодильника-конденсатора;
- Журнал аварий.

Большое удобство наблюдения за технологическим процессом придает цветная индикация состояния объектов. Открытые задвижки отображаются зеленым цветом. Все неисправности отображаются красным цветом.

## 2.8.2 Разработка экранных форм АС

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из следующих областей:

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

### 2.8.3 Главное меню

Вид главного меню представлен на рисунке 14.



Рисунок 14 – Главное меню

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

- кнопка «Пуск» – Пуск работы;
- кнопка «Аварийный СТОП» – Аварийное отключение работы блока подготовки метанола;
- кнопка-индикатор «Высокая температура» – сигнализирует о превышении температуры;

- кнопка-индикатор «Высокое давление» – сигнализирует о превышении давления;
- кнопки-индикаторы «Низкий уровень», «Высокий уровень» – отображение состояния уровня.

### **2.8.3 Область видеокадра**

При помощи видеокадра осуществляется контроль состояния технологического оборудования и управление этим оборудованием. В состав видеокадра входят:

- мнемосхема блока подготовки метанола, которая приведена в приложении 3.
- дополнительные мнемосхемы установки параметров технологического и контрольно-измерительного оборудования.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т21	Репин Алексей

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

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

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

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

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

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

<ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</i></li> <li><i>2. Матрица SWOT</i></li> <li><i>3. Альтернативы проведения НИ</i></li> <li><i>4. График проведения и бюджет НИ</i></li> <li><i>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i></li> </ol>	
--	--

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т21	Репин Алексей		

### **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 в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система установки термической доподготовки нефти (УТДН).

В таблице 13 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» - ОАО «ТомскНИПИнефть», «Б» - ОАО «Роснефть», «В» - ООО «Элком+»

Таблица 13 – Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	А, Б, В	А, Б	Б, В	В
	Средняя	Б, В	А, Б	Б, В	В
	Крупная	Б, В	А	В	В

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

#### **3.1.1 Анализ конкурентных технических решений**

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 14). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП установки термической доподготовки нефти, существующая система управления УТДН, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Таблица 14 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Повышение производительности	0,03	4	1	3	0,12	0,03	0,09
Удобство в эксплуатации	0,04	4	1	4	0,16	0,04	0,16
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,07	3	4	2	0,21	0,28	0,14
Надежность	0,1	5	2	5	0,5	0,2	0,5
Уровень шума	0,06	2	3	2	0,12	0,18	0,12
Безопасность	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
Потребность в ресурсах памяти	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	2	3	1	0,06	0,09	0,03
Простота эксплуатации	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
Качество интеллектуального интерфейса	0,06	3	1	4	0,18	0,06	0,24

Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	5	1	5	0,25	0,05	0,25
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность продукта	0,03	3	1	3	0,09	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	2	4	3	0,06	0,12	0,09
Цена	0,04	3	5	2	0,12	0,2	0,08
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	3	5	0,2	0,15	0,25
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,03	2	1	2	0,06	0,03	0,06
Срок выхода на рынок	0,04	2	4	5	0,08	0,16	0,2
Наличие сертификации разработки	0,03	2	3	5	0,06	0,09	0,15
Итого:	1	67	54	68	3,62	2,74	3,59

Согласно оценочной карте можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: послепродажное обслуживание, повышение надежности и безопасности, простота эксплуатации.

### **3.1.2 Технология QuaD**

Для упрощения процедуры проведения QuaD проведем в табличной форме (таблица 15).

Таблица 15 – Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
Повышение производительности	0,03	80	100	0,8	2,4
Удобство в эксплуатации	0,04	80	100	0,8	3,2
Помехоустойчивость	0,05	50	100	0,5	2,5
Энергоэкономичность	0,07	30	100	0,3	2,1
Надежность	0,1	90	100	0,9	9,0
Уровень шума	0,06	45	100	0,45	2,7

Безопасность	0,1	90	100	0,9	9,0
Потребность в ресурсах памяти	0,05	65	100	0,65	3,25
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	40	100	0,4	1,2
Простота эксплуатации	0,06	75	100	0,75	4,5
Качество интеллектуального интерфейса	0,06	85	100	0,85	5,1
Ремонтопригодность	0,05	75	100	0,75	3,75
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
Конкурентоспособность продукта	0,03	60	100	0,6	1,8
Уровень проникновения на рынок	0,03	30	100	0,3	0,9
Цена	0,04	85	100	0,85	3,4
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	80	100	0,8	4,0
Послепродажное обслуживание	0,05	75	100	0,75	3,75
Финансирование научной разработки	0,03	65	100	0,65	1,95
Срок выхода на рынок	0,04	45	100	0,45	1,8
Наличие сертификации разработки	0,03	20	100	0,2	0,6
Итого:	1				66,9

Средневзвешенное значение позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Средневзвешенное значение получилось равным 66,9, что говорит о том, что перспективность разработки выше среднего.

### **3.1.3 SWOT – анализ**

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно–исследовательского проекта. SWOT–анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Сильные стороны:

C1. Конкурентоспособность проекта;

C2. Экологичность технологии;

С3. Более низкая стоимость;

С4. Наличие бюджетного финансирования;

С5. Квалифицированный персонал;

Слабые стороны:

Сл1. Слабый уровень проникновения на рынке;

Сл2. Отсутствие квалифицированных кадров для поддержки системы у потребителя;

Сл3. Мало инжиниринговых компаний, способных построить производство под ключ;

Сл4. Отсутствие необходимого оборудования;

Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования.

Возможности:

В1. Использование финансирования научной деятельности ТПУ;

В2. Использование существующего программного обеспечения;

В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт;

В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях;

В5. Повышение стоимости конкурентных разработок;

Угрозы:

У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства;

У2. Появление более качественных аналогов;

У3. Ограничения на экспорт технологии;

У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции;

У5. Увеличение цены на используемые ресурсы;

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 16.

Таблица 16 – SWOT анализ

		Сильные стороны					Слабые стороны				
		C1	C2	C3	C4	C5	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
<b>Возможности</b>	B1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	B2	+	0	-	0	+	-	-	-	-	-
	B3	+	+	0	0	-	-	-	-	-	-
	B4	0	-	+	0	-	-	-	-	-	-
	B5	+	0	+	0	-	-	-	-	-	-
<b>Угрозы</b>	У1	-	-	-	-	-	+	+	0	0	+
	У2	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0
	У3	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0
	У4	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	У5	-	-	-	-	-	+	-	-	0	+

### 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	Формирование и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследования	Обзор и изучение научной литературы	Инженер
	Обзор и изучение существующих исследований. Сбор данных	Инженер
	Формирование календарного плана работ	Руководитель, инженер

Теоретическое и экспериментальное исследование	Теоретические расчеты и их обоснование	Инженер
	Построение моделей и проведение экспериментов	Инженер
	Анализ и сопоставление теоретических и экспериментальных данных	Инженер
Обобщение и оценка результатов	Оценка эффективности результатов	Руководитель, инженер
	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер
Разработка технической документации и проектирование	Разработка функциональной схемы автоматизации	Инженер
	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
	Составление схемы информационных потоков	Инженер
	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	Разработка алгоритмов управления АС	Инженер
	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер
	Проектирование SCADA–системы	Инженер
Оформление отчета	Оформление расчетно-пояснительной записки	Инженер

### 3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

$$T_{\text{к}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48.$$

В таблице 16 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 18 – Временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t min	t max	t ож			
Формирование и утверждение технического задания	1,0	2,0	1,4	1	1,4	2
Обзор и изучение научной литературы	1,5	4,0	2,5	1	2,5	4
Обзор и изучение существующих исследований. Сбор данных	1,5	4,0	2,5	1	2,5	4
Формирование календарного плана работ	0,5	1,0	0,7	2	0,35	1
Теоретические расчеты и их обоснование	1,5	3,0	2,1	1	2,1	3
Построение моделей и проведение экспериментов	2,0	4,0	2,8	1	2,8	4
Анализ и сопоставление теоретических и экспериментальных данных	1,0	2,0	1,4	1	1,4	2
Оценка эффективности результатов	1,0	1,5	1,2	2	0,6	1
Определение целесообразности проведения ОКР	1,0	1,0	1	2	0,5	1
Разработка функциональной схемы автоматизации	1,0	2,0	1,4	1	1,4	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1,0	0,7	1	0,7	1
Составление схемы информационных потоков	0,5	1,0	0,7	1	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	0,5	2,0	1,1	1	1,1	2
Разработка алгоритмов сбора данных	1,0	3,0	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов управления АС	0,5	1,0	0,7	1	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	1,5	3,0	2,1	1	2,1	3
Проектирование SCADA–системы	3,0	5,0	3,8	1	3,8	6
Оформление расчетно-пояснительной записки	2,0	3,0	2,4	1	2,4	4

На основе таблицы 18 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 19 приведен календарный план-график за период времени дипломирования.

Таблица 19 – Календарный план график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ													
			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь	
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Формирование и утверждение технического задания	НР	■													
2	Обзор и изучение научной литературы	И	■													
3	Обзор и изучение существующих исследований. Сбор данных	И		■												
4	Календарное планирование работ. Теоретические расчеты и их обоснование	НР		■												
		И		■												
5	Построение моделей и проведение экспериментов	И			■											
6	Анализ и сопоставление теоретических и экспериментальных данных	И			■											
7	Оценка эффективности результатов	И				■										
8	Определение целесообразности проведения ОКР Разработка функциональной схемы автоматизации	НР					■									
		И					■									
9	Составление перечня вход/выходных сигналов Составление схемы информационных потоков	НР					■									
		И					■									
10	Разработка схемы внешних проводок	И						■								
11	Разработка алгоритмов сбора данных	И							■							
12	Разработка алгоритмов управления АС	И								■						
13	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	И								■						
14	Проектирование SCADA–системы	И								■						
15	Оформление расчетно-пояснительной записки	И									■					
16	Формирование и утверждение технического задания	И									■					
17	Обзор и изучение научной литературы	И										■				
18	Обзор и изучение существующих исследований. Сбор данных	И											■			



- научный руководитель



- инженер

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 20 приведены материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы
Контроллер Allen Bradley Micro 850	шт.	1	132 700	165875
Датчики давления АИР-10SH	шт.	6	78 000	538200
Расходомер Yokogawa DY	шт.	2	232 000	533600
Сигнализатор уровня Papperl + Fuchs F65	шт.	4	29 000	133400
Уровнемер MicroTREK	шт.	3	46 000	158700
Датчик температуры Danfoss MBT5116	шт.	6	64 000	441600
Клапан с задвижкой 30с901р	шт.	4	217 000	1085000
Итого:				3056375

#### 3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Allen-Bradley. 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
MasterSCADA	1	22 500	22500
итого:			22500

#### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Основная заработная плата

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

### 3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

$$Z_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 35751 = 5362,6$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 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

### 3.3.6 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}$$

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

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (3056375 + 22500 + 44864,99 + 6729,74 + 15478,42) \cdot 0,015 = \\ &= 47189,22 \text{ руб} \end{aligned}$$

где 0,015 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.3.7 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	3056375
2. Затраты на специальное оборудование	22500
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44864,99
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6729,74
5. Отчисления во внебюджетные фонды	15478,42
6. Накладные расходы	47189,22
7. Бюджет затрат НИИ	3193137,37

## «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т21	Репин Алексей

<b>Институт</b>	<b>Электронного обучения</b>	<b>Кафедра</b>	<b>СУМ</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>Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров УТДН. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории УКПН.</i></p> <p><i>Вредными факторами производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: недостаточная освещённость рабочей зоны, отсутствие или недостаток естественного света, повышенный уровень шума, повышенная или пониженная влажность воздуха.</i></p> <p><i>Опасными проявлениями факторов производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: электрический ток.</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. СанПиН 2.2.4.548 – 96.</li> <li>2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03</li> <li>3. СП 52.13330.2011,</li> <li>4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03</li> <li>5. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ</li> <li>6. СНиП 2.11.03-93</li> <li>7. ППБ 01-93</li> <li>8. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. №123-ФЗ, 2013.</li> </ol>

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

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Повышенная или пониженная влажность воздуха;</i></li> <li>2. <i>Отсутствие или недостаток естественного света;</i></li> </ol>
--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>3. Недостаточная освещённость рабочей зоны.</p> <p>4. Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>5. Электромагнитные излучения</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Электрический ток (Источником является ПК, пульт управления)</p> <p>Пожар (на УТДН подготавливается нефть, которая является легковоспламеняющейся жидкостью)</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> </ul>	<p>Возможные ЧС на объекте: разлив нефти, утечка газа, пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является пожар(возгорание)</p>

– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З–8Т21	Репин Алексей		

## **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 установки термической доподготовки нефти, прилегающей к установке 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. Задачей оператора АСУ является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная влажность воздуха, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны. Работа с компьютером характеризуется значительным умственным

напряжением, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на кисти рук при работе с периферийными устройствами ЭВМ.

#### 4.1. Профессиональная социальная безопасность

##### 4.1.1. Анализ вредных и опасных факторов

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 25.

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

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<i>Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров УТДН. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории УКПН.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонения температуры и влажности воздуха от нормы.</li> <li>2. Недостаточная освещенность.</li> <li>3. Повышенный уровень шумов</li> <li>4. Электромагнитные излучения</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электро-безопасность</li> <li>2. Пожаро-взрывобезопасность</li> </ol>	<p><b>Микроклимат</b> – СанПиН 2.2.4.548 – 96 [1]</p> <p><b>Освещение</b> – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 [2]</p> <p><b>Шумы</b> – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [4]</p> <p><b>Электромагнитное излучение</b> - СанПиН 2.2.2/2.4.1340 [5]</p> <p><b>Электробезопасность</b> – ГОСТ 12.1.038-82 [7]</p> <p><b>Пожарная безопасность</b> – ГОСТ 12.1.004-91 [9]</p>

##### 4.1.2. Анализ вредных факторов

###### 4.1.2.1. Отклонения показателей микроклимата

Высокая производительность и комфортность труда на рабочем месте оператора АСУ зависит от микроклимата в производственном помещении. Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Санитарные правила и нормы предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

По степени физической тяжести работа оператора АСУ относится к категории лёгких работ. Основные нагрузки на организм – нервно-психологические, а также зрительные. Так как основным видом работы оператора АСУ является работа с прикладным программным обеспечением и технической документацией, то потенциальными источниками опасных и вредных факторов являются персональные компьютеры и мониторы.

Поэтому в помещении должны быть обеспечены оптимальные параметры микроклимата, которые установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека.

В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены оптимальные величины показателей микроклимата согласно требованиям [8] и приведены в таблице 26, а допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведены в таблице 27.

Таблица 26 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория 1а	23-25	40-60	0,1
Теплый	Категория 1а	20-22	40-60	0,1

Таблица 27 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ	Температура воздуха		Относительная влажность воздуха	Скорость движения воздуха	
		Ниже оптимальных не более	Выше оптимальных не более		Ниже оптимальных не более	Выше оптимальных не более
Холодный	Категория 1а	20,0-21,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	Категория 1а	21,0-22,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,2

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно [8] и приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Расход свежего воздуха

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м <sup>3</sup> /на одного человека в час
Объем до 20 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 30
20...40 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 20
Более 40 м <sup>3</sup> на человека	Естественная вентиляция

#### 4.1.2.2. Недостаточная освещённость рабочей зоны

Недостаточное освещение рабочего места и помещения является вредным фактором для здоровья человека, вызывающим ухудшение зрения. Неудовлетворительное освещение может, кроме того, являться причиной травматизма. Неправильная эксплуатация, также, как и ошибки, допущенные при проектировании и устройстве осветительных установок, могут привести к пожару, несчастным случаям. При таком освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых ошибок.

Рациональное освещение рабочего места позволяет предупредить травматизм и многие профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность, действует на человека тонизирующее, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности и увеличивает производительность труда. Из-за постоянной занятости перед монитором возникает перенапряжение зрительное.

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

Кроме того, уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет

0.5 - 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. По нормам освещенности [9] и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Нормирование освещенности для работы за ПК приведено в таблице 29.

Таблица 29 – Нормирование освещенности для работы за ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КЕО ен, %, при верхнем или комбинированном	бок овом
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100*	21 18**	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	24 18**	20 15***	2,5	0,7

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 30. [10]

Таблица 30 – Требования к освещению на рабочих местах

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

#### 4.1.2.3. Повышенный уровень шума

Одним из важных факторов, влияющих на качество выполняемой работы, является шум. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на

организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБ(А)) на слух человека приводит к его частичной или полной потере. При выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА[11].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83[15]. Согласно данному документу при выполнении основной работы на персональной электронно-вычислительной машине(ПЭВМ) уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

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 31.

Таблица 31 – 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	1000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

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

#### 4.1.2.4. Электромагнитное излучение

Работа оператора АСУ ТП в основном связана с работой за персональным компьютером. В следствие чего на него оказывается воздействие электромагнитного излучения, источниками которого являются системный блок и кабели, соединяющие электрические цепи. Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к раковым заболеваниям.

Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12]. Требования к уровням электромагнитных полей на рабочих места, оборудованных ПЭВМ представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

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

Для снижения воздействия электромагнитного излучения применяют следующие меры:

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

### **4.1.3. Анализ опасных факторов**

#### **4.1.3.1. Электробезопасность**

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

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).

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

Согласно с [13] рабочие места с ПЭВМ должны быть оборудованы защитным занулением; подача электрического тока в помещение должна осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

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

- напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц;
- относительная влажность воздуха 50%;

- средняя температура около 24°C;
- наличие непроводящего полового покрытия.

## **4.2. Экологическая безопасность**

В процессе эксплуатации УТДН, 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.

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

### **4.3.1. Пожарная безопасность**

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага [15]. 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.

## 4.4. Организационные мероприятия обеспечения безопасности

### 4.4.1. Эргономические требования к рабочему месту

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости согласно [16]:

- дисплей размещается в зоне а (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура – в зоне г/д;
- «МЫШЬ» – в зоне в справа;
- документация, необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – в, а в выдвижных ящиках стола – литература, неиспользуемая постоянно.

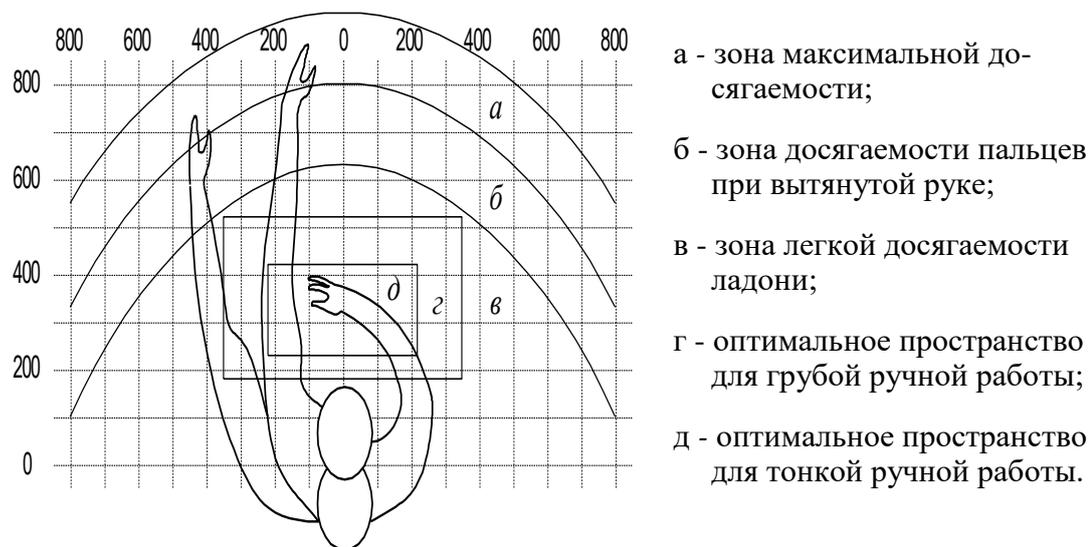


Рисунок 15 – Эргономические требования

### 4.4.2. Окраска и коэффициенты отражения

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

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

– окна ориентированы на запад – стены желто-зеленого или голубовато-зеленого цвета, пол зеленый или красновато-оранжевый.

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

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

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

Согласно [17] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти- или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК[17] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

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

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по

экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).

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

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

## Заключение

В результате выполненной работы была модернизирована автоматизированная система установки термической доподготовки нефти (УТДН).

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были изучены особенности технологического процесса работы УТДН, которая входит в состав установки комплексной подготовки нефти. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации установки термической доподготовки нефти, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Был произведён выбор комплекса аппаратно-технических средств реализации АС, а именно были подобраны ПЛК (Allen-Bradley Micro 850), расходомеры (Yokogawa DY), датчики давления (AIP-10SH), датчик температуры (Danfoss MBT5116), уровнемер (MicroTREK), сигнализатор метана (Papperl+Fuchs F65), регулирующие клапаны с электроприводом 30с901р.

В рамках данного проекта была разработана автоматизированная система установки термической доподготовки нефти. Разработали структурную схему и функциональную схему автоматизации, определили состав необходимого для реализации АС оборудования. Так же была разработана схема внешних проводок, были разработаны дерево экранных форм, мнемосхемы.

Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/остановка технологического оборудования и управления сбором данных.

Таким образом, модернизированная САУ блока установки термической доподготовки нефти не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую улучшать данную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями.

## 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.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
10. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

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