

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



Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)»

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Разработка автоматизированной системы управления печью подогрева нефти

УДК 681.518.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8202	Гусев Евгений Леонидович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Мастер КИПиА	Бадичев Николай Васильевич	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Петухов Олег Николаевич	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков Владимир Николаевич	к.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	к.т.н		

Томск – 2016 г.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 106 страниц машинописного текста, 25 таблиц, 13 рисунков, 1 список использованных источников из 33 наименований, 1 альбом графической документации.

АНУ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ УГЛЕВОДОРОДОВ, ПЕЧЬ ПОДОГРЕВА НЕФТИ, SCADA, PLC, ПЛК, МНЕМОСХЕМА, МНЕМОЗНАК.

Объектом исследования является печь подогрева нефти.

Цель работы заключается в разработке автоматизированной системы управления печью подогрева нефти, включающей выбор структуры и архитектуры системы, выбор конкретных средств реализации: датчиков, контроллера и исполнительных механизмов и представление в виде экранных форм в SCADA-системе.

В данном проекте была разработана автоматизированная система УПСВ, выполненная на базе промышленного контроллера Simatic. Визуализация происходящих процессов стала возможной благодаря SCADA системы WinCC.

В ходе выполнения работы был разработан графический материал, включающий функциональные схемы автоматизации, перечень входных и выходных сигналов, схему соединения внешних проводок, дерево экранных форм со SCADA экраном управления АНУ.

ОГЛАВЛЕНИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	7
2.1 Объект исследования.....	7
2.2 Габаритные размеры установки	9
2.3 Блочная схема переработки нефти на установке СК-800-2КН	10
2.4 Основные цели и задачи создания АСУ ТП.....	11
2.5 Назначение и технические характеристики печи подогрева нефти	12
2.6 Требования к автоматике	13
2.7 Требования к техническому обеспечению	14
2.8 Требования к метрологическому обеспечению	15
2.9 Требования к программному обеспечению.....	15
2.10 Требования к математическому обеспечению	16
2.11 Требования к информационному обеспечению.....	17
3 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	17
3.1 Описание технологического процесса.....	17
3.2 Выбор архитектуры АС.....	19
3.3 Разработка структурной схемы АС.....	25
3.4 Функциональная схема автоматизации	27
3.5 Выбор средств реализации.....	27
3.5.1 Выбор контроллерного оборудования	27
3.5.2 Выбор датчика давления	29
3.5.3 Выбор датчика температуры.....	31
3.5.4 Выбор датчика расходомера	33
3.5.5 Выбор газоанализатора.....	34
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	35
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	35
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	35
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	36
4.1.3 Технология QuaD	39
4.1.4 SWOT-анализ.....	42
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	46

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	46
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	47
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	48
4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	53
4.2.5 Расчет материальных затрат НТИ	54
4.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	55
4.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы.....	57
4.2.8 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	63
4.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	63
4.2.10 Расчет затрат на научные и производственные командировки	65
4.2.11 Накладные расходы.....	66
4.2.12 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	66
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	71
5.1 Введение	72
5.2 Производственная безопасность	72
5.3 Производственная санитария.....	75
5.3.1 Микроклимат производственных помещений	75
5.3.2 Шум	76
5.3.3 Электромагнитные излучение и ионизирующее излучение	78
5.3.4 Освещенность	80
1.4 Техника безопасности.....	84
1.4.1 Электробезопасность	84
5.4.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	86
5.4.3 Экологическая безопасность.....	89
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	90
5.5.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	90
5.5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	91

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация, основанная на ИКТ, является очень важной составляющей жизни современного общества. В процессе развития технологий, появилась возможность применения технических средств способных осуществлять саморегуляцию, экономических и математических методов и систем управления, которые способны освободить человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоемкость выполняемых операций. Этого можно достичь, используя различные средства автоматизации: датчики, контроллеры, исполнительные механизмы, которые могли бы имитировать поведение человека и его реакцию на протекающий технологический процесс.

Автоматизация технологических процессов позволяет увеличить производительность и улучшить условия труда. Все строящиеся и уже существующие промышленные объекты в той или иной степени оснащаются средствами автоматизации.

Сегодня сбережение энергоресурсов – одна из важнейших задач. Не менее важной задачей считается обеспечение безопасности персонала и окружающей среды.

Целью ВКР является разработка автоматизированной системы управления печью подогрева нефти.

Объектом исследования является печь подогрева нефти.

Предмет исследования: технологический процесс переработки нефти и изучение различных устройств для автоматизации процесса нагрева углеводородов.

Практическая значимость данного проекта, возможность применения материалов работы на практике в нефтедобывающей отрасли.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В данном дипломном проекте, основной целью было выполнение задания поставленного дипломным руководителем. Для этого необходимо было ознакомиться с процессом переработки углеводородов. Источниками для получения этой информации являлись печатные издания зарубежных и отечественных авторов, а также интернет сайты. Поподробнее хотелось бы остановиться на книгах: Уильям Л. Леффлер «Переработка нефти» [1], данное издание представляет собой научно-популярное описание процессов переработки нефти на современном нефтеперерабатывающем заводе. В ней содержатся в концентрированном виде важнейшие сведения о функционировании такого завода в целом и его отдельных блоков и установок, а также о выпускаемых нефтепродуктах — автомобильном бензине, дизельном, реактивном, котельном топливе, коксе, битуме и др. Описаны процессы первичной переработки нефти, процессы, улучшающие качество продукции и максимально повышающие глубину переработки нефти. Второй источник, который интересует нас это книга А. И. Скобло «Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии» [2], в данной книге изложены теоретические основы нефтепереработки на различных установках.

При разработке ФСА и схем внешних проводок удобно опираться на ГОСТЫ, СНипы и на методическое пособие Громаков Е.И. Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: Учебно-методическое пособие. ТПУ – 2009. [4]

2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объект исследования

Нефтеперерабатывающий завод «Бондарка», АО «Энерготранс» был запущен в 2003 году.

Территориально, завод расположен в Каргасокском районе Томской области, в 10 км на север от административного центра, с.Каргасок, в 460 км на северо - запад от г. Томска.

На территории района большое количество болот, также значительная территория покрыта лесом. Лес преимущественно смешанный с преобладанием хвойного. Небольшое количество лугов.

Климат континентальный, с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. В зимний период температура может достигать – 40 – 55 °С. Глубина промерзания почвы 1,5 – 2 м. Снежный покров достигает величины 1,5 м.

Наиболее жаркий месяц лета – июль, воздух прогревается до +30 – +35 °С. Среднегодовое количество осадков на уровне 400 – 500 мм в год.

Навигационный период на крупных реках продолжается в среднем 180 дней, на мелких намного меньше. Ледостав начинается в ноябре, а освобождаются ото льда в начале мая.

Транспортная доступность района обуславливается отсутствием шоссейных дорог, а также железнодорожных путей. Основной грузопоток проходит по Северной широтной дороге, а также реке Васюган.

Нефть для переработки на НПЗ доставляется с Мыльджинского месторождения.

Завод оснащен тремя установками первичной переработки нефти СК-800-2КН, общей производительностью 195 тыс. тонн в год. Установка СК-800-2КН предназначена для разделения нефти или газового конденсата на ректификационных колоннах насадочного типа с предварительным нагревом

в трубчатой печи с целью получения бензиновой фракции, керосиновой фракции, дизельной фракции и мазута. Дальнейшее доведение получаемых продуктов до ГОСТовских параметров осуществляется на блоке компаундирования, входящего в инфраструктуру МиниНПЗ.

Установка состоит из 2-х ректификационной колонн насадочного типа с выносной стриппинг-секцией (Рисунок 1), что позволяет улучшить качество продуктов.

Оборудование (теплообменные аппараты, рефлюксные емкости, насосы) размещается под и на технологической этажерке, состоящей из 2-х уровней. Технологическая этажерка может быть спроектирована как железобетонная конструкция.

В колоннах применяется острое орошение бензиновой фракцией и промежуточное орошение дизельной фракцией, управляемые АСУ ТП, что позволяет точно контролировать и регулировать температурный режим работы колонн и качество продукции.

Нагрев сырья и промежуточных фракций осуществляется рекуперативным теплообменом в теплообменниках и печью подогрева нефти.

Нагреватель, представляет собой горизонтальную трубчатую печь, работающую на жидком топливе.

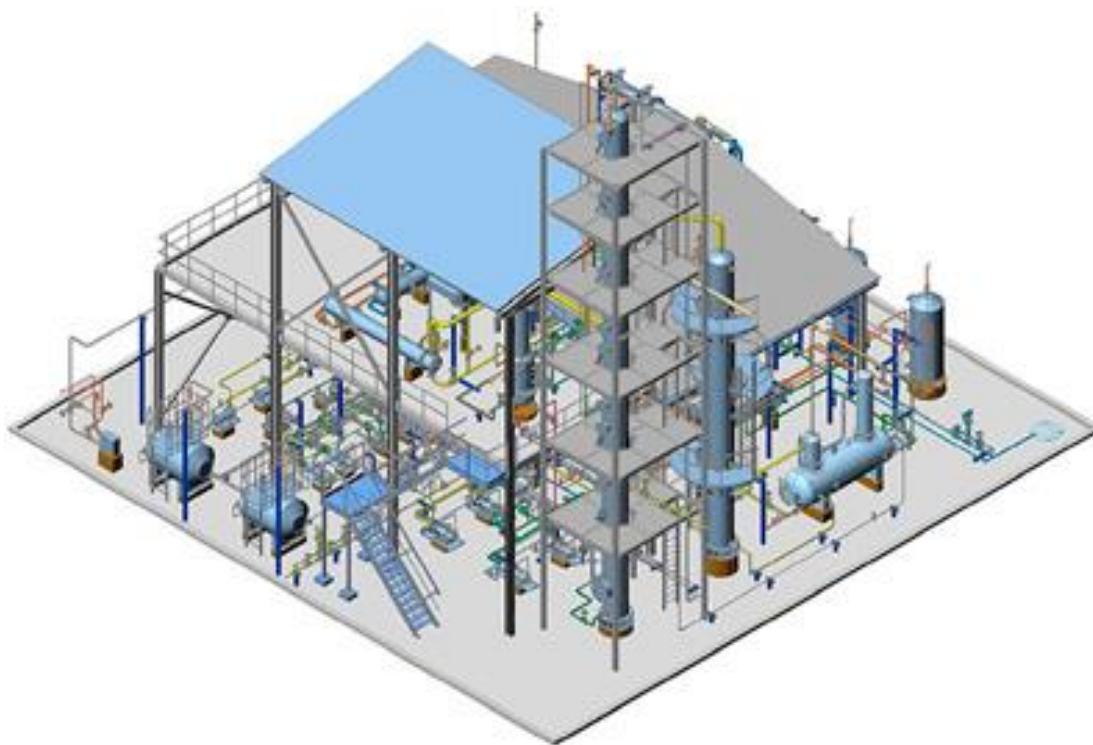


Рисунок 1 – Общий вид установки СК-800-2КН

2.2 Габаритные размеры установки

Установка состоит из 2-х основных блоков: блок рекуперации-ректификации и блок нагрева сырья и промежуточных фракций. Разделение блоков обуславливается противопожарными требованиями. Расстояние между блоками должно быть не менее 10м.

Блок рекуперации и ректификации, представляющий собой технологическую этажерку, ректификационные колонны, аппараты воздушного охлаждения, занимает площадку с габаритными размерами:

- Ширина — 14 м,
- Длина — 16 м,
- Высота колон с фундаментом — до 20 м

Блок нагрева сырья и промежуточных фракций состоит из печи АНУ-2.5 ВОР. Габаритные размеры площадки под печами:

- Ширина — 4 м
- Длина — 8 м
- Высота дымовой трубы с фундаментом — до 20 м

2.3 Блочная схема переработки нефти на установке СК-800-2КН

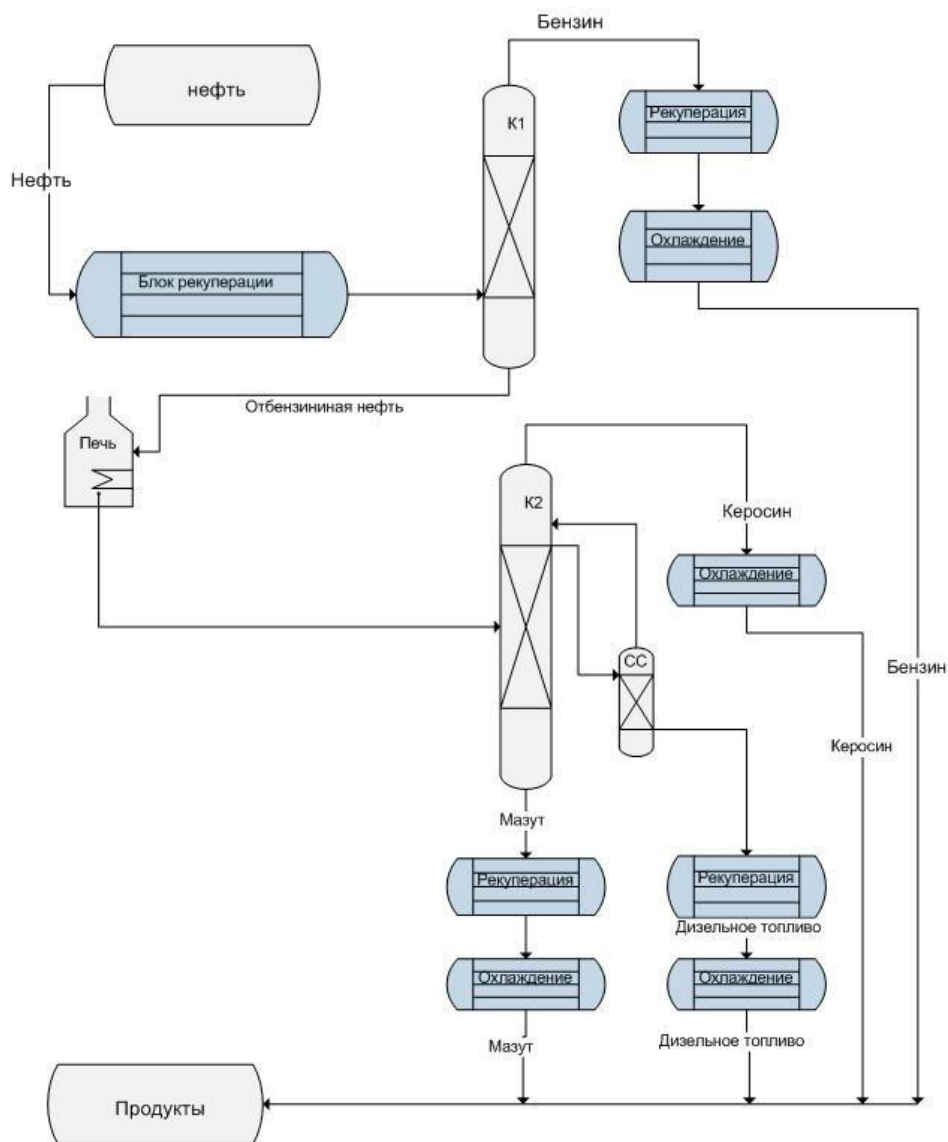


Рисунок 2 – блочная схема переработки нефти

Сырьё (нефть) подаётся насосом из сырьевых емкостей в блок рекуперации где нагревается в теплообменных аппаратах за счёт тепла выходящей с установки продукции (дизельного топлива, мазута). После блока рекуперации, сырьё попадает в бензиновый блок, где из него в ректификационной колонне извлекаются бензиновая фракция. Затем отбензиненная нефть проходя печь трубчатую АНУ-2.5 ВОМ и нагреваясь в ней, попадает в дизельный блок, где разделяется в ректификационной колонне на дизельную фракцию, керосин и мазут. Часть продуктов из блоков фракционирования поступают в блок рекуперации тепла, в котором охлаждаются, передавая своё тепло сырью, проходят блок охлаждения и затем направляются в продуктовые ёмкости.

При необходимости использования второй печи АНУ-1.0, она внедряется в технологическую линию после блока рекуперации перед колонной К1. Данное решение позволяет перерабатывать нефть с содержанием бензино-дизельных фракций более 55 %.

2.4 Основные цели и задачи создания АСУ ТП

Цель разработки системы АСУ ТП:

- повышение производительности оборудования;
- сокращение обслуживающего персонала;
- уменьшение затрат всех видов ресурсов;
- повышение безопасности использования оборудования.

Основные задачи создания АСУ ТП:

- контроль технологического процесса;

- точное соблюдение требований технологического регламента, исключение ошибки персонала при ведении технологического процесса, а также пуске и останове оборудования.
- улучшение условий труда персонала, за счет централизации рабочих мест, а также удобного предоставления оперативной информации;
- реализация дистанционного контроля и управления системой с АРМ оператора;
- повышение безопасности технологических процессов за счет надежных средств сигнализации, блокировок и защит с минимальным периодом реагирования.

2.5 Назначение и технические характеристики печи подогрева нефти

Печь подогрева используется для нагрева отбензиненной нефти, поступающей на ректификационную колонну, для дальнейшего отделения дизельной фракции и мазута.

Печь подогрева (Рисунок 3), используемая на предприятии – это горизонтальная трубчатая печь номинальной мощностью 2,3 МВт используемая для подогрева нефтепродуктов. Площадь змеевика радиантной камеры 61 м², а конвективной 19 м², диаметр 76 мм, с допустимым давлением при максимальной температуре 1,5 Мпа. Температура на входе в печь 160°С, на выходе 360°С.

Производительность печи составляет 8500 кг/час. Топливо, используемое для горелки это мазут, получаемый при ректификации нефти на предприятии.

Максимальная температура дымовых газов составляет 350°С.

Данная печь может использоваться при температуре окружающей среды от – 40°С до +60°С.

Общая масса печи составляет – 16835 кг, длина – 9000 мм, высота – 1950 мм. Высота дымовой трубы 20000 мм.

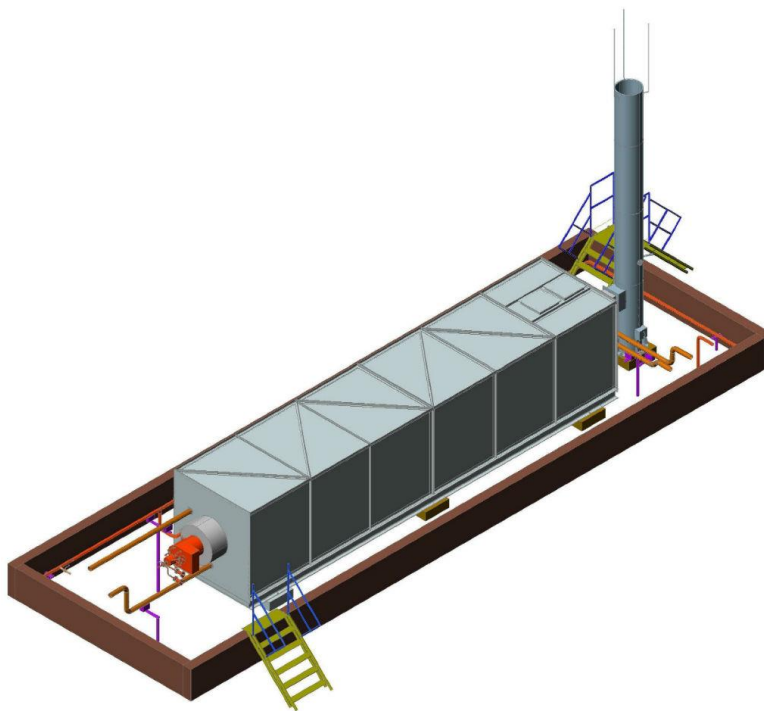


Рисунок 3 – Общий вид печи подогрева нефти

2.6 Требования к автоматике

Функции, которые необходимо обеспечивать средствами автоматизации:

- регулирование технологического процесса в автоматическом режиме;
- защиту оборудования;
- дистанционный контроль и регистрацию текущих значений основных технологических параметров.

АС должна обеспечивать следующее:

- мониторинг всех измеряемых параметров;

- сигнализацию превышения границ параметров необходимых для безаварийной эксплуатации оборудования;
- поддержание заданного давления на входном и выходном трубопроводах;
- управление подачей инертного газа в топку и змеевик;
- управление температурой в газоходе печи;
- контроль наличия пламени запальника и основного пламени.

На АРМ оператора должна выдаваться вся информация о технологическом процессе

2.7 Требования к техническому обеспечению

Оборудование, используемое для установки на открытых площадках, исходя из расположения предприятия должно быть устойчиво к температурам от -40 до +60 °С и влажности около 80% при температуре окружающего воздуха 35 °С.

Должна быть возможность расширения, модернизации и масштабирования системы программно-аппаратного комплекса АС. Также необходим резерв каналов ввода/вывода в размере 20%.

Сенсорное оборудование, должно быть взрывобезопасным. При выборе датчиков необходимо осуществлять подбор аппаратуры с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков должны быть выполнены из коррозионностойких материалов, либо иметь разделитель среды, так как они будут использоваться в агрессивных средах.

Технические средства должны иметь пыле-влагозащиту не менее IP56.

Показатели надежности датчиков рекомендуется выбирать исходя из показателей лучших отечественных изделий, а также изделий мирового уровня:

1. Нарботка на отказ не ниже 100 тыс. часов.

2. Срок эксплуатации не менее 10 лет.

Контроллерное оборудование должно обеспечивать возможность подбора необходимых каналов ввода/вывода и иметь модульную архитектуру. Для датчиков, которые находятся во взрывоопасной среде, допустимо использовать модули, оснащенные искробезопасными входными цепями либо внешние барьеры искробезопасности, размещаемые отдельно.

2.8 Требования к метрологическому обеспечению

Для измерительных каналов системы должно обеспечиваться получение результатов измерения с необходимой точностью. Предел допускаемой погрешности информационного канала в нормальных условиях, принимается в качестве нормируемой характеристики. Форма представления метрологической характеристики в свою очередь это приведенная погрешность, которая выражена в процентах относительно диапазона измерений.

Метрологическое обеспечение ведется в целях создания основы обеспечения надлежащего качества эксплуатации печи подогрева и получения результатов измерений:

- эффективное ведение технологического процесса с соблюдением условий безопасности;
- исключение или сведение к минимуму риска принятия ошибочных решений и действий при управлении оборудованием;
- достоверный контроль безопасности обслуживающего персонала и окружающей среды.

2.9 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;

- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

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

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

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

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

2.10 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение АС должно позволять реализовывать компоненты автоматизированной системы и представлять из себя различные математические методы, модели и алгоритмы обработки информации.

Алгоритмы и методы должны представляться в форме, которая допускает их реализацию в ПО. При создании математического обеспечения нижнего

уровня следует пользоваться стандартным набором функций, которые реализуются с использованием программных и технических средств.

2.11 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение можно рассматривать как совокупность решений по форме, организации, объемам, хранению, распределению и содержанию информации которая используется в системе при ее работе. Правила действий с информацией, а также БД и СУБД.

Структура и способ организации данных должны позволять расширение и изменение функционала системы.

Для обеспечения совместимости систем необходимо использовать стандартные протоколы обмена, а также систему кодирования и декодирования сигналов.

Информационная функция в АСУ ТП реализуется за счет сбора и первичной обработки информации о текущих параметрах ТП.

АСУ ТП должна обеспечивать прием сигналов от датчиков с выходным аналоговым сигналом 4 – 20 мА и с дискретным сигналом 0 – 24 В.

3 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание технологического процесса

Перед запуском печи по датчику кислорода производится продувка инертным газом топочной камеры печи, для снижения содержания кислорода, контроль данного параметра ведется с помощью кислородного датчика. Когда концентрация достигает установленного уровня, начинается подача топлива на запальную линию, затем происходит розжиг запала, после этого включается форсунка большого горения, начинается нагрев камеры горения печи. В подогревателе происходит теплообмен между нагретыми продуктами сгорания

топлива, омывающими наружные поверхности труб змеевиков, и нагреваемым сырьем, перемещающимся внутри труб змеевиков.

Контроль горения осуществляется с помощью оптического датчика наличия пламени, постоянно ведется контроль давления в камере горения, таким образом отслеживается ситуация взрыва. При угасании пламени или его отрыве, происходит остановка подачи топлива на горелку и полный останов печи.

Ведется контроль уровня разряжения в камере горения с помощью датчика давления и дымососа. Данный параметр должен находиться в пределах 10 – 20 Па, при его уменьшении до 25 Па вызывает срабатывание аварийной сигнализации и блокировки работы горелки печи – остановка печи.

Постоянный контроль температуры осуществляется при помощи датчиков на линии отвода продукции из змеевика. При повышении температуры в данной линии происходит размыкание клапана большого горения и включается цепь малого горения, что позволяет уменьшить температуру на выходе и тем самым регулировать производительность.

Контроль давления на входе и выходе из печи необходим для отслеживания ситуации прогара на змеевике, при резком понижении давления перекрывается линия подачи нефти, включается линия подачи инертного газа в змеевик, производится полный останов оборудования, для последующего ремонта.

Температура выходных газов находится в пределах 350 – 400°C. При повышении до 450°C срабатывает предупредительная сигнализация, при достижении 500°C, срабатывает аварийная сигнализация, что говорит о нарушении герметичности змеевика печи. Далее происходит остановка горелки печи и подача инертного газа в змеевик печи.

3.2 Выбор архитектуры АС

Архитектура информационной системы характеризует ее общую логическую организацию, программно-аппаратное обеспечение, описывает методы кодирования и определяет интерфейс пользователя с системой. Профиль – это набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи (АС). [4]

Основные функциональные профили АС:

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

Основными целями применения профилей при создании и применении АС являются:

- улучшение технико-экономических показателей проектов АС (снижение трудоемкости, длительности, стоимости и др.);
- повышение качества компонентов и АС в целом;
- обеспечение расширяемости (изменяемости) по набору прикладных функций и масштабируемости;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач в АС;
- обеспечение переносимости прикладного ПО между разными аппаратно-программными платформами (интероперабельности).

Эти цели достигаются при использовании открытых систем, что неразрывно связано с применением соответствующих стандартов. В качестве функционального профиля программного обеспечения АС будем использовать SCADA Infinity, которая является открытой распределенной системой с архитектурой клиент-сервер.

Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная (эталонная) модель. Такая модель называется OSE/RM (Open System Environment / Reference Model), согласно [5]. На рисунке 3 показана схема эталонной модели OSE/RM, закрепленная основополагающим документом ISO/IEC 14252 (ИСО/МЭК 14252). Эта базовая модель среды открытых систем предусматривает разбиение АС на прикладное ПО (Application Software Entities), реализующие заданные функции информационной системы, платформу (Application Software Entities), обеспечивающую подготовку и выполнение приложений, а также внешнюю среду (External Environment Entities). Все выделенные уровни модели связаны интерфейсами: API (application program interface) – интерфейсы прикладного программирования и EEI (external environment interface) – интерфейсы внешнего окружения.

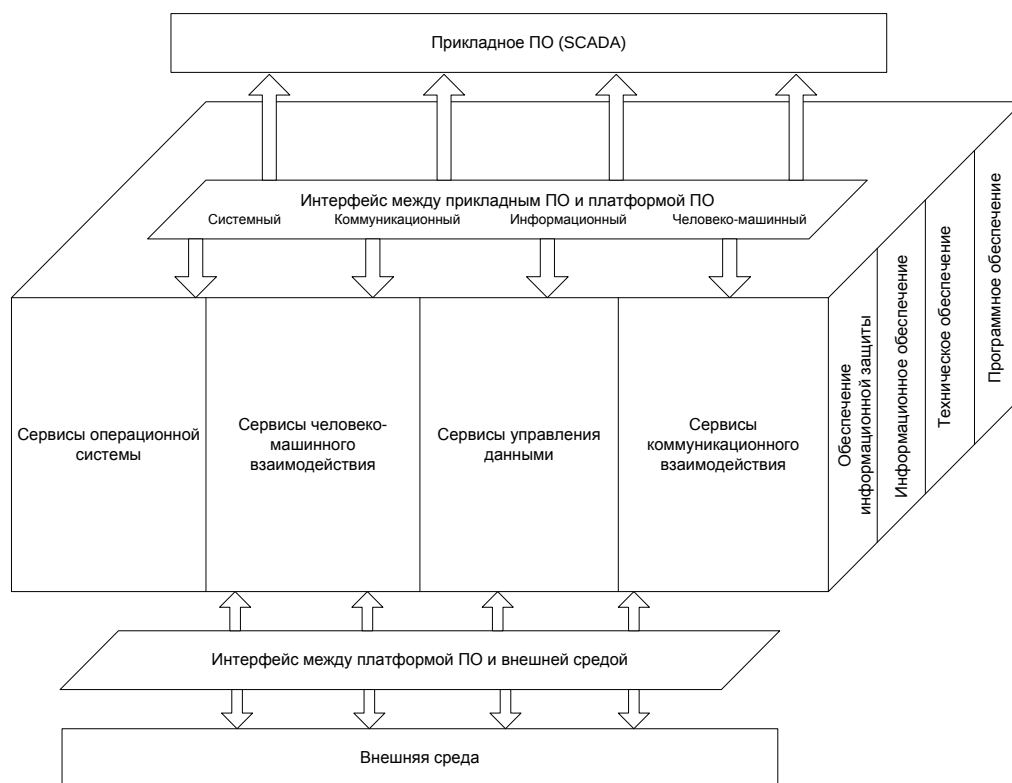


Рисунок 4 – Концептуальная модель архитектуры OSE/RM

Открытость и масштабируемость SCADA достигается за счет совместимости со стандартными протоколами: ModBus, ProfiBus, OPC, SQL и другие. Стандарты OPC – это стандарты подключаемости компонентов АС. Они разработаны с целью сокращения затрат на создание и сопровождение приложений промышленной автоматизации. Их применение при проектировании архитектуры АС решает вопросы обмена данными с устройствами разных производителей или по разным протоколам обмена данными. [4]

Стандарты OPC позволяют обеспечить возможность совместной работы (интероперабельности) средств автоматизации, функционирующих на разных аппаратных платформах, в разных промышленных сетях и производимых разными фирмами. Благодаря появлению стандартизации интерфейса стало возможным подключение любого физического устройства к любой SCADA, если они оба соответствовали стандарту OPC. Разработчики получили возможность проектировать только один драйвер для всех SCADA-пакетов, а пользователи получили возможность выбора оборудования и программ без прежних ограничений на их совместимость.

Стандарт OPC состоит из нескольких частей: OPC DA (OPC Data Access; OPC Alarms & Events (A&E); OPC HDA (Historical Data Access); Batch; OPC Data eXchange; OPC Security; OPC XML; OPC Complex Data; OPC Commands; OPC Unified Architecture.

Из перечисленных спецификаций в России широко используются только две: OPC DA и реже - OPC HDA.

- OPC DA (OPC Data Access) - спецификация для обмена данными между клиентом (например, SCADA) и аппаратурой (контроллерами, модулями ввода-вывода и др.) в реальном времени;
- OPC HDA (Historical Data Access) - спецификация для доступа к предыстории процесса (к сохраненным в архиве данным). Сервер обеспечивает унифицированный способ доступа с помощью DCOM технологии. Обеспечивает чтение, запись и изменение данных.

Стандарт МЭК 61131-3 устанавливает пять языков программирования ПЛК, три графических и два текстовых. Основной целью стандарта является повышение скорости и качества разработки программ для ПЛК, а также создание языков программирования, ориентированных на технологов, обеспечение соответствия ПЛК идеологии открытых систем, исключение этапа дополнительного обучения при смене типа ПЛК. [4]

Профиль среды, распределенной АС должен включать стандарты протоколов транспортного уровня (по ISO OSI или стандарту де-факто протокола TCP/IP), стандарты локальных сетей (например, стандарт Ethernet IEEE 802.3 или стандарт Fast Ethernet IEEE 802.3u), а также стандарты средств сопряжения проектируемой АС с сетями передачи данных общего назначения (в частности, RS-485, сети CAN, ProfiBus и др.).

Transmission Control Protocol (TCP) (протокол управления передачей) — один из основных протоколов передачи данных Интернета, предназначенный для управления передачей данных в сетях и подсетях TCP/IP. Выполняет функции протокола транспортного уровня модели OSI. Реализация TCP встроена в ядро ОС, хотя есть и реализации TCP в контексте приложения. TCP — это транспортный механизм, предоставляющий поток данных, с предварительной установкой соединения, за счёт этого дающий уверенность в достоверности получаемых данных, осуществляет повторный запрос данных в случае потери данных и устраняет дублирование при получении двух копий одного пакета.

Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3. В стандарте первых версий (Ethernet v1.0 и Ethernet v2.0) указано, что в качестве передающей среды используется коаксиальный кабель, в дальнейшем появилась возможность использовать витую пару и оптический кабель.

RS-485 (Recommended Standard 485) — это номер стандарта, впервые принятого Ассоциацией электронной промышленности (EIA). Сейчас этот

стандарт называется TIA/EIA-485 Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems (Электрические характеристики передатчиков и приемников, используемых в балансных цифровых многоточечных системах).

RS-485 – стандарт физического уровня для асинхронного интерфейса. Регламентирует электрические параметры полудуплексной многоточечной дифференциальной линии связи типа «общая шина». Стандарт приобрел большую популярность и стал основой для создания целого семейства промышленных сетей, широко используемых в промышленной автоматизации.

Основополагающим документом в области защиты информации в распределенных системах являются рекомендации X.800, принятые МККТТ (сейчас ITU-T) в 1991 г. Подмножество указанных рекомендаций должно составлять профиль защиты информации в ИС с учетом распределения функций защиты информации по уровням концептуальной модели ИС и взаимосвязи функций и применяемых механизмов защиты информации. [4]

Стандарт предусматривает следующие функции (сервисы) безопасности:

- Аутентификация – проверка подлинности партнеров по общению и источника данных.
- Управление доступом – защита от несанкционированного использования ресурсов, доступных по сети.
- Конфиденциальность данных – защита от несанкционированного получения информации.
- Целостность данных.
- Неотказуемость – невозможность отказаться от совершенных действий.

Все выбранные документы, регламентирующие разработку АС в виде стандартов и ПО, собраны в таблице 1.

Таблица 1 – Номенклатура базовых стандартов и ПО для профиля АС

№ документа	Web-адрес стандарта	Назначение	Web-адрес поставщика
IEC 61131-3 Programming Languages	http://www.plcopen.org/pages/tc1_standards/iec_61131_3	Языки программирования ПЛК	http://www.systec-electronic.com
Ethernet IEEE 802.3 или стандарт Fast Ethernet IEEE 802.3 u	http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3	Локальная вычислительная сеть	http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3
X.800 (ITU-T)	http://www.ntc-sss.ru/mejdunarodnye-rekomendacii-itu-t--standarty-etsi.html	Профиль защиты информации	http://www.ntc-sss.ru/mejdunarodnye-rekomendacii-itu-t--standarty-etsi.html
SCADA Infinity	http://www.elesy.ru/products/scada/	SCADA для создания систем управления непрерывным производством	http://www.elesy.ru/
стандарты OPC	http://ru.wikipedia.org/wiki/OPC	Решение задач взаимодействия клиента с сервером	http://ru.wikipedia.org/wiki/OPC
стандарт PROFINET (IEC 61850)	http://en.wikipedia.org/wiki/IEC61850	Доступ к устройствам полевого уровня	http://en.wikipedia.org/wiki/IEC61850

3.3 Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является нагреватель углеводородов (печь подогрева нефти), в соответствии с ТЗ необходимо разработать АСУ ТП. Все контролируемые и измеряемые параметры необходимо отправлять в SCADA систему, которая отвечает за обеспечение автоматического дистанционного наблюдения и дискретного управления функциями большого количества распределенных устройств.

Исполнительными устройствами являются задвижки с электроприводом, клапаны, запальник.

В рамках данного дипломного проекта выбираем трехуровневую архитектуру системы, где на каждом уровне реализуем управление технологическими процессами.

Нижний уровень состоит из первичных датчиков, осуществляющих сбор информации о ходе технологического процесса, исполнительных устройств, которые реализуют регулирующие и управляющие воздействия, клеммников, кабельных соединений и преобразователей.

Средний уровень состоит из контроллеров, а также прочих устройств аналого-цифрового, цифро-аналогового, дискретного, импульсного и прочего преобразования, устройств для сопряжения с верхним уровнем. Отдельные контроллеры объединяются при помощи контроллерных сетей, которые строятся на RS-485 интерфейсе, который легко совмещается с OPC и SCADA - системами.

Верхний уровень состоит из компьютеров, объединенных в локальную сеть Ethernet при помощи витой пары категории 5e cat (на расстоянии до 100 м), либо оптоволоконного кабеля (для расстояний, превышающих 100 м). Протокол передачи стандартный для сетей такого типа TCP/IP.

Датчики нижнего уровня поставляют информацию среднему уровню управления локальным контроллерам (PLC), которые обеспечивают следующие функции:

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

Ниже на Рисунке 5 представлена трехуровневая структура, соответствующая стандартам, изложенным в таблице 1.

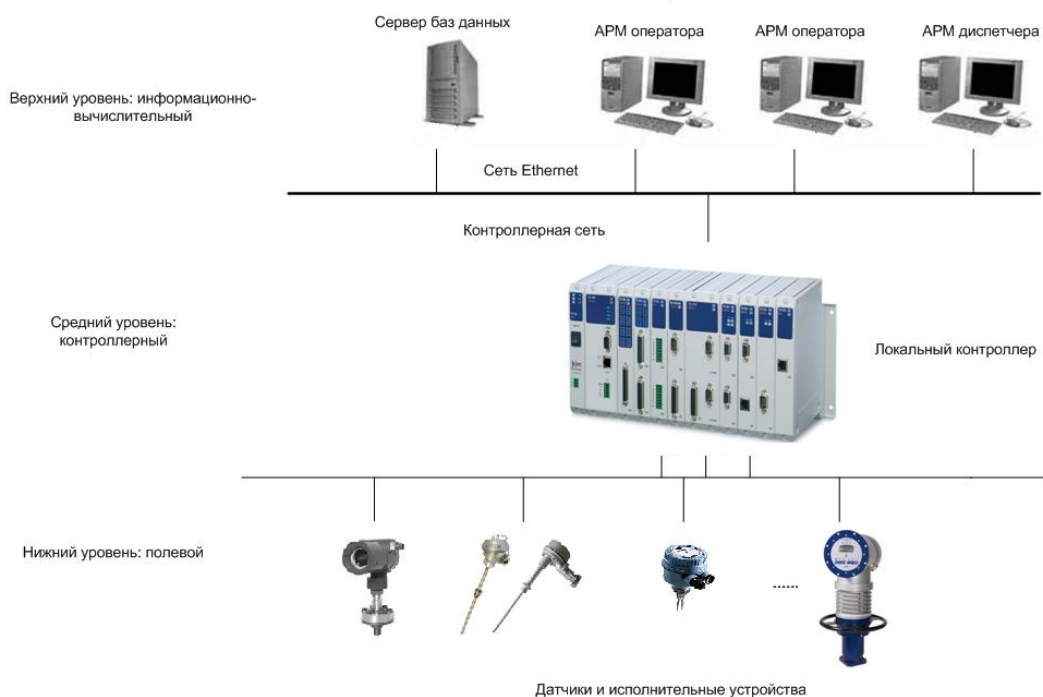


Рисунок 5 – Трехуровневая структура АС

3.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема является техническим документом, который определяет функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На ФСА изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок.

ФСА отображает основные технические решения, принимаемые при проектировании систем автоматизации ТП. Объектом управления в таких системах является совокупность основного оборудования, вместе со встроенными в него запорными и регулирующими органами. Для разработки ФСА воспользуемся нормативной документацией ГОСТ 21.208-2103[5]

3.5 Выбор средств реализации

3.5.1 Выбор контроллерного оборудования

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-1200 (Рисунок 6) это новое семейство микроконтроллеров для решения самых разных задач автоматизации малого уровня. Эти контроллеры имеют модульную конструкцию и универсальное назначение. Они способны работать в реальном масштабе времени. Программируемые контроллеры S7-1200 имеют компактные пластиковые корпуса со степенью защиты IP20, могут монтироваться на стандартную 35 мм профильную шину DIN или на монтажную плату и работают в диапазоне температур от 0 до +50 °С. Они способны обслуживать от 10 до 284 дискретных и от 2 до 51 аналогового канала ввода-вывода. [7]

К центральному процессору (CPU) программируемого контроллера S7-1200 могут быть подключены коммуникационные модули (CM); сигнальные

модули (SM) и сигнальные платы (SB) ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов. Совместно с ними используются 4-канальный коммутатор Industrial Ethernet (CSM 1277) и модуль блока питания (PM 1207). Для организации обмена данными могут использоваться транспортные протоколы TCP/IP, ISO на TCP и S7 функции связи (S7 сервер или S7 клиент).

Все центральные процессоры допускают подключение до трех коммуникационных модулей и установку одной сигнальной платы (SB) ввода-вывода. Дополнительно к CPU 1212C может подключаться до 2, к CPU 1214C – до 8 сигнальных модулей (SM).

Все центральные процессоры обладают высокой производительностью и обеспечивают поддержку широкого набора функций:

- Программирование на языках LAD и FBD, исчерпывающий набор команд.
- Высокое быстродействие, время выполнения логической операции менее 0.1 мкс.
- Встроенная загружаемая память объемом до 2 Мбайт, расширяемая картой памяти емкостью до 24 Мбайт.
- Рабочая память емкостью до 50 Кбайт.
- Энергонезависимая память емкостью 2 Кбайт для необслуживаемого сохранения данных при перебоях в питании контроллера.
- Поддержка функций ПИД регулирования.

Сигнальные модули (модули расширения) позволяют адаптировать контроллер к требованиям решаемой задачи. Они позволяют увеличивать количество входов и выходов, с которыми работает центральный процессор, дополнять систему ввода-вывода дискретными и аналоговыми каналами с

требуемыми параметрами входных и выходных сигналов. По своему назначению сигнальные платы аналогичны сигнальным модулям.

Коммуникационные модули имеют исполнения с встроенным последовательным интерфейсом RS 232 или RS 485, а также модули обеспечивают поддержку протоколов ASCII и Modbus RTU (ведущее или ведомое устройство).

STEP 7 Basic является программным продуктом единой среды разработки, позволяющей использовать однородную среду разработки для решения любых задач автоматического управления и обеспечивать поддержку всех фаз жизненного цикла систем автоматизации.

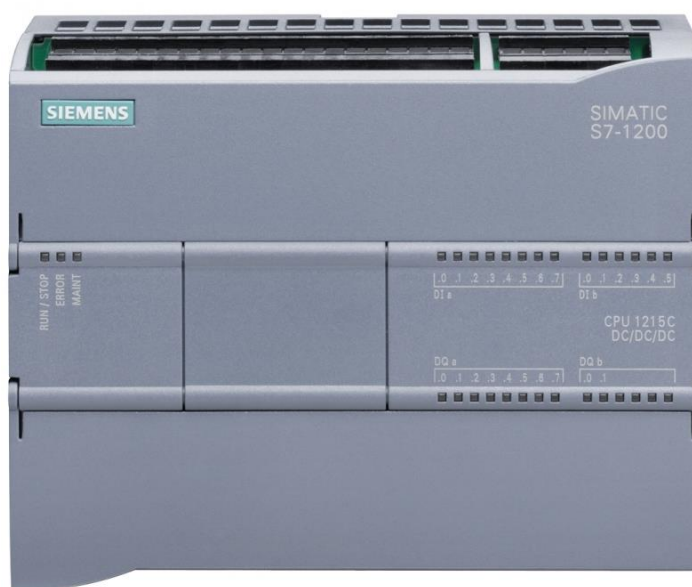


Рисунок 6 – Внешний вид контроллера SIMATIC S7-1200

3.5.2 Выбор датчика давления

Выбор манометра проходил из следующих вариантов приборов: манометр для нефтяной промышленности MGS37 стандарта NACE, датчик давления ТЖИУ406-1Ex, United Electric Ex-120 и Rosemount 3051. В

результате анализа был выбран первичный преобразователь давления Rosemount 3051 от фирмы Метран, потому что он имеет аналоговый выход 4-20 мА в отличие от United Electric Ex-120 и MGS37, подходит для работы с агрессивными нефтяными средами в нужном диапазоне температур.



Рисунок 7 – внешний вид датчика давления

В датчиках Rosemount 3051 используется тензорезистивный сенсор. Мембраны, воспринимающие давление измеряемой среды, расположены в одной горизонтальной плоскости, в результате чего ячейка получила название копланарной (Coplanar).

В датчиках с тензорезистивным сенсором измеряемое давление через разделительную мембрану и заполняющую жидкость передается на измерительную мембрану, изгиб которой вызывает изменение сопротивления в цепи моста Уинстона.

Сигнал рассогласования преобразуется в цифровой сигнал для обработки микропроцессором. [9]

Сенсорный модуль датчиков 3051 имеет встроенный термометр для коррекции и учета температурных эффектов. Во время процедуры характеристики на заводе все сенсоры подвергаются воздействию температур и давления во всем рабочем диапазоне. В результате характеристики коэффициенты коррекции заносятся в ПЗУ и используются для коррекции выходного сигнала при работе датчика в условиях эксплуатации.

Выходной блок электронной платы преобразует сигналы измерительной информации в выходной сигнал. Стандартным аналоговым выходным сигналом является выход 4 – 20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола.

Таблица 2 – Основные характеристики

Измеряемые среды	газ, жидкость, нефтепродукты
Температура окружающей среды	- 40... + 85 °С
Рабочая температура	- 40... + 121 °С
Диапазон измерения	min -101...206,84 кПа, max -101...68947 кПа
Основная приведенная погрешность	±0,065%
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола

3.5.3 Выбор датчика температуры

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: Метран-288, Rosemount 648 и ТСПУ Метран-276. В результате анализа был выбран Метран-288, являющийся интеллектуальным преобразователем температуры для применения в системах АСУ ТП, подходит для работы с агрессивными средами [10].



Рисунок 8 – Внешний вид датчика температуры

Конструктивно Метран-288 состоит из первичного преобразователя и электронного преобразователя (ЭП), встроенного в корпус соединительной головки. В качестве первичного используются чувствительные элементы из термопарного кабеля по ГОСТ 6616.

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

Принцип действия основан на эффекте Зеебека (термоэлектрическом эффекте). Между соединёнными проводниками имеется контактная разность потенциалов; если стыки связанных в кольцо проводников находятся при одинаковой температуре, сумма таких разностей потенциалов равна нулю. Когда же стыки находятся при разных температурах, разность потенциалов между ними зависит от разности температур. Коэффициент пропорциональности в этой зависимости называют коэффициентом термо-ЭДС. У разных металлов коэффициент термо-ЭДС разный и, соответственно, разность потенциалов, возникающая между концами разных проводников, будет различная. Помещая спай из металлов с отличными коэффициентами термо-ЭДС в среду с температурой T_1 , мы получим напряжение между противоположными контактами, находящимися при другой температуре T_2 , которое будет пропорционально разности температур T_1 и T_2 .

Таблица 3 – Основные характеристики

Измеряемые среды	жидкость, нефть
Температура окружающей среды	– 40 ... + 70 °С
Температура измеряемой среды	– 50 ... + 500 °С
Приведенная погрешность	± 0,40 %
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокол

3.5.4 Выбор датчика расходомера

Выбор расходомера проходил из следующих вариантов приборов: вихревой расходомер Rosemount 8800D, вихреакустический расходомер Метран-300ПР и кориолисов расходомер Micro Motion. Кориолисовые расходомеры Micro Motion производства Emerson Process Management используются для широкого диапазона задач, они подходят для измерения сверхмалых и сверхбольших расходов. Приборы Micro Motion применяются для криогенных, санитарных, высокотемпературных приложений, в том числе для работы на высоком давлении. Для обеспечения совместимости с технологическими средами, компоненты сенсоров компании Micro Motion, контактирующие с измеряемой средой, могут изготавливаться из различных материалов. В настоящее время приборы компании Micro Motion являются непревзойденными по простоте установки и эксплуатационной гибкости благодаря возможности двухпроводного подключения к промышленным сетям. Кориолисовые расходомеры. Кориолисовые расходомеры обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными объемными расходомерами. Кориолисовые расходомеры: Обеспечивают точные и воспроизводимые измерения в широком диапазоне расходов и условий технологического процесса. Осуществляют прямое измерение массового расхода и плотности, а также измерение объемного расхода и температуры; все измерения выполняются одним прибором. Не имеют движущихся частей, что приводит к минимизации эксплуатационных расходов. Не требуют прямолинейных участков трубопровода или установки устройств для выпрямления потока, что приводит к упрощению и удешевлению монтажа. • Предоставляют возможность расширенной диагностики как самого расходомера, так и технологического процесса



Рисунок 9 – Расходомер MicroMotion

3.5.5 Выбор газоанализатора

Газоанализатор кислорода ЭКОН дымоход печи **QIRAS**: Контроль и регистрация в операторной. Световая и звуковая сигнализация в операторной. Останов горелки печи. Останов насоса Н-2, открытие клапанов ПК-3.2, ПК-1.6, ПК-1.8

Монтаж: Датчик устанавливается в газоходе поперек потока анализируемого газа козырьком экрана к потоку. Продольная ось датчика может занимать положение от вертикального до горизонтального.

Максимальное расстояние между блоком электроники и датчиком определяется длиной штатного соединительного кабеля. При необходимости увеличения этого расстояния кабель для замены штатного должен иметь такие же сопротивления проводов питания нагревателя и защиту от электромагнитных помех. Регистрирующий прибор, на который подается выходной токовый сигнал с блока электроники, устанавливается от него не далее 300 метров.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В настоящее время современное производство невозможно представить себе без систем автоматики, объединивших в себе все последние достижения в области нефтегазовой промышленности.

На сегодняшний день потенциальными потребителями автоматизированных нагревателей углеводородов (печей подогрева нефти) выступают нефтеперерабатывающие заводы. На территории Томской области наиболее крупными являются ООО «Александровский НПЗ», ООО «Томскнефтепереработка», АО «Энерготранс».

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Сегментировать рынок услуг по разработке АСУ ТП Печей подогрева нефти можно по следующим критериям: размер компании, районы обслуживания (рисунок 10).

		Районы обслуживания			
		Южные	Центральные	Северные	Заполярье
Размер компании	Мелкие				
	Средние				
	Крупные				

	ООО «Спецавтоматика»
	ООО «Авто-нп»
	ООО «Промавтоматика»

Рисунок 10 - Карта сегментирования рынка услуг по разработке АСУ ТП

Карта сегментирования показывает, что конкурентами не заняты такие ниши, как мелкие компании в северном районе и заполярье, средние компании в южном районе, мелкие компании в южном районе.

Предприятие ООО «Авто-нп» намерено ориентироваться на автоматизацию процесса подогрева нефти крупных нефтеперерабатывающих заводов центральном районе и заполярье.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Проведем анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 4. Для этого необходимо рассмотреть три фирмы:

1. ООО «Авто-нп»
2. ООО «ПромАвтоматика»
3. ООО «Спецавтоматика»

Таблица 4 – оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурент.		
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	К ₁	К ₂	К ₃
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда	0,09	5	4	4	0,45	0,36	0,36
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,03	4	3	3	0,12	0,09	0,09
3. Помехоустойчивость	0,012	4	3	3	0,048	0,036	0,036
4. Энергоэкономичность	0,021	5	5	4	0,105	0,105	0,084
5. Надежность	0,15	5	5	4	0,75	0,75	0,6
6. Уровень шума	0,012	4	3	4	0,048	0,036	0,048
7. Безопасность	0,17	5	5	4	0,85	0,85	0,68
8. Потребность в ресурсах памяти	0,012	4	4	4	0,048	0,048	0,048
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,012	4	4	3	0,048	0,048	0,036
10. Простота эксплуатации	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,13	4	4	3	0,52	0,52	0,39
12. Возможность интеграции в сеть	0,016	5	4	4	0,08	0,064	0,064
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,033	4	4	4	0,132	0,132	0,132
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
3. Цена	0,006	4	3	4	0,024	0,018	0,024
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	4	4	3	0,16	0,16	0,12
5. Послепродажное обслуживание	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
6. Финансирование научной разработки	0,04	4	3	3	0,16	0,12	0,12
7. Срок выхода на рынок	0,004	4	5	4	0,016	0,020	0,016
8. Наличие сертификации разработки	0,012	5	4	5	0,06	0,048	0,06
Итого	1	88	79	75	4,539	4,245	3,668

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 7, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. [29]

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Общий вес показателей, определяемый экспертным путем, в сумме должен составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Проанализировав конкурентные технические решения этих конкурирующих фирм безусловным лидером является фирма ООО «Авто-нп» по всем техническим и экономическим критериям. Как видно из таблицы, технические критерии оценки эффективности фирм ООО «ПромАвтоматика», ООО «Спецавтоматика» отличается от ООО «Авто-нп».

Например, если проанализировать более детально, можно заметить, что ООО «Авто-нп» больше ориентирован на конечного потребителя, так как у него существует послепродажное обслуживание, что является несомненным плюсом и сокращает количество обслуживающего персонала на предприятии.

4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Для упрощения процедуры проведения QuaD проведем оценку ООО «Авто-нп» в табличной форме (таблице 5).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Общий вес показателей, определяемый экспертным путем, в сумме должен составлять 1.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвеш. значение
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,012	80	100	0,8	0,0096
2. Помехоустойчивость	0,006	60	100	0,6	0,0036
3. Надежность	0,2	85	100	0,85	0,17
4. Унифицированность	0,007	60	100	0,6	0,0042
5. Уровень материалоемкости разработки	0,03	70	100	0,7	0,021
6. Уровень шума	0,008	50	100	0,5	0,004
7. Безопасность	0,18	80	100	0,8	0,144
8. Потребность в ресурсах памяти	0,005	60	100	0,6	0,003
9. Функциональная мощность (предоставляемые в возможности)	0,113	65	100	0,65	0,07345
10. Простота эксплуатации	0,008	70	100	0,7	0,0056
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,004	65	100	0,65	0,0026
12. Ремонтопригодность	0,114	90	100	0,9	0,1026
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,007	70	100	0,7	0,0049
14. Уровень проникновения на рынок	0,007	70	100	0,7	0,0049
15. Перспективность рынка	0,021	65	100	0,65	0,01365
16. Цена	0,15	90	100	0,9	0,135
17. Послепродажное обслуживание	0,115	80	100	0,8	0,092
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,003	70	100	0,7	0,0021
19. Срок выхода на рынок	0,008	50	100	0,5	0,004
20. Наличие сертификации разработки	0,004	85	100	0,85	0,0034
Итого	1	1415		14,15	0,8036

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot Б_i,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} получилось равным 80, что позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Разработка проекта перспективна.

АСУ ТП печи подогрева нефти существенно уменьшает расходы на ремонт и замену технологического оборудования, благодаря внедрению систем автоматизации. Помимо экономии на ремонте и расходах на обслуживание технологического оборудования, АСУ ТП имеет массу преимуществ. Автоматизация печи подогрева нефти повышает эффективность регулирования параметров оборудования. Современная автоматизация позволит снизить влияние человеческого фактора на эффективность управления технологическим оборудованием. Приобретение и установка современных средств автоматизированного управления и контроля – это выгодное вложение инвестиций в надежную, безопасную и экономичную технологию. Окупаемость такого оборудования наступит через 3-7 лет, что очень актуально при постоянном темпе роста на энергоносители.

4.1.4 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.

Первый этап процедуры проведения SWOT – анализа в общем виде сводится к заполнению матрицы, в которой отражаются и затем сопоставляются сильные и слабые стороны предприятия, а также возможности и угрозы рынка. Это сопоставление позволяет чётко определить, какие шаги могут быть

предприняты для развития компании и, на какие проблемы необходимо обратить особое внимание.

Таблица 6 – Матрица SWOT

<u>Сильные стороны</u>	<u>Слабые стороны</u>
1. Высокий уровень проникновения на рынок	1. Недостаток средств финансирования
2. Функциональная мощность	2. Низкий уровень послепродажного обслуживания
3. Предъявленная безопасность и надежность	3. Низкая квалификация кадров у потенциальных потребителей
4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями	4. Отсутствие системы мотивации персонала
5. Экологичность технологии	5. Недостатки в рекламной политике
<u>Возможности</u>	<u>Угрозы</u>
1. Разорение и уход предприятий-конкурентов	1. Появление новых конкурентов
2. Выход на новые сегменты рынка	2. Отсутствие спроса на новые технологии
3. Внедрение инноваций	3. Задержка финансирования разработки
4. Повышение стоимости конкурентных разработок	4. Выход на рынок иностранных компаний
5. Расширение спектра услуг	5. Текучесть кадров

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Построение интерактивной матрицы проекта помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных

сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	-	+	-
	B2	+	+	-	+	+
	B3	-	+	0	+	+
	B4	+	+	-	+	-
	B5	+	+	-	0	-

B1C1B1C2B1C4; B2C1B2C2B2C4B2C5; B3C2B3C4B3C5; B4C1B4C2B4C4; B5C1B5C2

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	+	+	+
	B4	-	+	+	-	-
	B5	0	+	0	+	-

B3Сл3B3Сл4B3Сл5; B4Сл2B4Сл3; B5Сл2B5Сл4

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	-	-	-	+
	У2	-	-	-	+	+
	У3	-	+	-	+	0
	У4	+	-	-	+	+
	У5	-	-	-	+	0

У1C1У1C5; У2C4У2C5; У3C2У3C4; У4C1У4C4У4C5; У5C4

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	0	+	+
	У2	-	+	0	-	-
	У3	+	+	-	+	+
	У4	+	+	-	0	+
	У5	-	+	-	+	-

У1Сл1У1Сл2У1Сл4У1Сл5; У2Сл2; У3Сл1У3Сл2У3Сл4У3Сл5; У4Сл1У4Сл2У4Сл5; У5Сл2У5Сл4

Таблица 8 – SWOT-анализ

	Сильные стороны 1. Высокий уровень проникновения на рынок 2. Функциональная мощность 3. Предъявленная безопасность и надежность 4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями 5. Экологичность технологии	Слабые стороны 1. Недостаток средств финансирования 2. Низкий уровень послепродажного обслуживания 3. Низкая квалификация у потенциальных потребителей 4. Отсутствие системы мотивации персонала 5. Недостатки в рекламной политике
Возможности: В1. Разорение и уход предприятий-конкурентов В2. Выход на новые сегменты рынка В3. Внедрение инноваций В4. Повышение стоимости конкурентных работ В5. Расширение спектра услуг	Высокий уровень проникновения на рынок, функциональная мощность и более низкая стоимость производства даст возможность в будущем вытеснить конкурентов. Из-за приемлемых цен мы сможем выйти на новые сегменты рынка	Внедрение инноваций в разработки, а также расширение спектра услуг в дальнейшем даст возможность получить большую прибыль и устранить недостаток средств финансирования.
Угрозы: У1. Появление новых конкурентов У2. Отсутствие спроса на новые технологии У3. Задержка финансирования разработки У4. Выход на рынок Иностранных компаний У5. Высокий уровень налогов на наши услуги	Удержание высоких позиций на рынке и функциональная мощность позволит погасить конкурентов, а низкая стоимость и экологичность разработок превысит запросы в иностранных компаний	С помощью повышения послепродажного обслуживания пытаться завоевать доверие потребителей, тем самым повысить спрос на новые технологии.

В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 8).

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При разработке научно-технического проекта одним из важных этапов является его технико-экономическое обоснование. Оно позволяет выделить преимущества и недостатки разработки, внедрения и эксплуатации данного программного продукта в разрезе экономической эффективности, социальной значимости и других аспектах.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель и студент. Руководитель формулирует цель проекта, предъявляемые к нему требования, осуществляет контроль над его практической реализацией для соответствия требованиям и участвует в стадии разработки документации и рабочих чертежей. Студент непосредственно осуществляет разработку проекта.

Одной из основных целей планирования работ является определение общей продолжительности их проведения. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения определим события и составим таблицу 9.

Таблица 9 – Перечень работ и распределение исполнителей

Код	Событие	Должность исполнителей
1	Постановка задачи	Руководитель
2	Составление технического задания	Руководитель
3	Подбор и изучение литературы	Студент
4	Разработка проекта	Руководитель Студент
5	Формирование информационной базы	Руководитель Студент
6	Набор методического пособия	Студент
7	Проверка	Руководитель Студент
8	Анализ результатов	Руководитель Студент
9	Апробация инструментального средства	Студент

10	Оформление отчетной документации о проделанной работе	Студент
11	Составление пояснительной записки	Студент
12	Сдача готового проекта	Студент

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для организации научно-исследовательских работ (НИР) применяются различные методы экономического планирования. Работы, проводящиеся в коллективе с большими людскими затратами, рассчитываются методом сетевого планирования.

Настоящая работа имеет малый штат исполнителей (руководитель, студент) и проводится с малыми затратами, поэтому целесообразно применить систему линейного планирования с построением линейного графика.

Трудовые затраты образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула.

Для расчета продолжительности выполнения работ будем использовать вероятностный метод – метод двух оценок $t_{\min}$ и $t_{\max}$.

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

где $t_{\min}$ - минимальная трудоемкость работ, чел/дн;

$t_{\max}$ - максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Сроки $t_{\min}$ и $t_{\max}$ устанавливает руководитель.

Для выполнения перечисленных работ потребуются следующие специалисты:

- руководитель;
- студент.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{\Psi_i},$$

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

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

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

$$T_{PD} = \frac{t_{ож}}{K_{BH}} \cdot K_D$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн;

K_{BH} – коэффициент выполнения нормы ($K_{BH} = 1$);

K_D – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_D = 1.2$).

$$T_{KD} = T_{PD} \cdot T_K$$

где T_K – коэффициент календарности.

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 104$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

$$T_K = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляются до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 10, на основании которой строится календарный план-график (Рисунок 11).

Исполнение 1 – ООО «Авто-нп»

Исполнение 2 – ООО «ПромАвтоматика»

Исполнение 3 – «Спецавтоматика»

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполните ли			Длительньт работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность р абот в календарных дня х $T_{кд}$		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожг}$, чел-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Постановка зад ачи	1	1	1	2	3	3	1,4	1,8	1,8	Р	Р	Р	1,4	1,8	1,8	2	3	3
Составление т ехнического з адания	2	3	3	3	3	4	2,4	3	3,4	Р	Р	Р	2,4	3	3,4	4	4	5
Подбор и изуче ние литературы	7	8	7	8	9	9	7,4	8,4	7,8	С	С	С	7,4	8,4	7,8	11	12	11
Разработка про екта	30	30	30	38	35	35	33,2	32	32	Р С	Р С	Р С	16,6	16	16	22	23	23
Формирова-ние инфор-мационн ой базы	42	35	30	45	37	34	43,2	35,8	31,6	Р С	Р С	Р С	21,6	17,9	15,8	30	26	23
Набор мето-д ического пособия	10	12	10	11	13	12	10,4	12,4	10,8	С	С	С	10,4	12,4	10,8	15	18	16
Проверка	2	2	3	3	5	4	2,4	3,2	3,4	Р С	Р С	Р С	2,4	1,6	1,7	4	2	2

Анализ результатов	2	3	2	3	4	4	2,4	3,4	2,8	Р С	Р С	Р С	2,4	1,7	1,4	4	2	2
Апробация инструмента-льног о средства	3	4	4	6	6	6	4,2	4,8	4,8	С	С	С	4,2	4,8	4,8	6	7	6
Оформление о тчетной докум ентации о про де-ланной раб оте	6	6	8	7	8	9	6,4	6,8	8,4	С	С	С	6,4	6,8	8,4	9	10	11
Составление п ояснитель-ной записки	4	4	5	5	6	7	4,4	4,8	5,8	С	С	С	4,4	4,8	5,8	6	5	8
Сдача готового проекта	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	С	С	С	1,4	1,4	1,4	2	2	2
Итого																115	114	112



Рисунок 11 – Календарный план-график

Фиолетовым цветом на графике обозначена длительность исполнения работы руководителем (в днях), оранжевым цветом - длительность исполнения работы студентом (в днях).

На выполнение НИОКР для выпускной квалификационной работы было затрачено 115 дней. Был составлен календарный план-график проведения научного исследования который включал в себя выполнение 12 этапов (видов работ), которые выполнялись в определённой последовательности. На каждом этапе руководитель и студент решали разносторонние задачи. Синим квадратом на графике показано сколько времени был задействовано руководителем для выполнения работы, а зеленым цветом показано время, затраченное студентом. В процессе проведения работ возникали такие моменты, что для прохождения очередного этапа исследования и сокращения времени на выполнение НИОКР руководитель и студент параллельно решали поставленные перед ними задачи, что показано на графике сине-зелеными квадратами. Компетентность руководителя, наличие большой научно-технической базы, и образованность, целеустремлённость студента позволили в назначенный срок выполнить работу и прийти к положительному результату.

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Целью данного раздела является экономически обоснованное определение величины затрат на выполнение проекта. Затраты могут группироваться по элементам и по статьям калькуляции.

Группировать затраты по элементам можно при условии, что в рамках проекта реализуется одна разработка. Документ, в котором представлены затраты по элементам, представляет собой смету затрат. Смета затрат составляется для расчета общей потребности проекта в материальных и денежных ресурсах.

Классификация затрат по статьям калькуляции - более сложный способ расчета себестоимости разработки. Применяется в том случае, если реализуется несколько мероприятий и возникает необходимость определить стоимость отдельной разработки.

Так как в рамках данного проекта создается одна разработка, определение затрат производится путем составления сметы затрат, т.е. группировка проводится по элементам.

Затраты, образующие себестоимость разработки группируются по следующим элементам:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.2.5 Расчет материальных затрат НТИ

Данный элемент включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и при необходимости – доставку.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

$N_{раскi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы составляют 20% от стоимости материалов.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 11.

Таблица 11 – Материальные затраты

Наименование	Ед. и зм.	Количество			Цена за ед. в руб			Затраты на материалы		
		и сп1	и сп2	и сп3	исп1	исп2	исп3	исп1	исп2	исп3
Бумага, формат А4	пачка	2	2	3	200	200	250	480	480	900
Флеш-карта 2Гб	шт	1	1	1	500	600	400	600	720	480
Ручка	шт	5	6	4	40	35	45	240	252	216
Карандаш	шт	2	2	3	30	25	35	72	60	126
Картридж для принтера	шт	2	2	2	900	950	850	2160	2280	2040
Оформление плакатов	шт	7	7	8	180	170	190	1512	1428	1824
Итого								5064	5220	5586

По таблице 15 видно, что материальные затраты НТИ ООО «Авто-нп» составили меньше всего 5064 рублей, больше всего затрат ООО «Спецавтоматика».

4.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в таблицу 16.

При приобретении спецоборудования затраты по его доставке и монтажу составили 15% от его цены.

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
Исп 1	Спецоборудование ООО «Авто-нп»			
	Датчик температуры Матран-288	2	3,450	6,900
	Датчик давления Метран-150	2	7,746	15,492
	Rosemount 5302	1	7,700	7,700
	Rosemount 2120	1	9,500	9,500
	ПЛК Siemens SIMATIC S7-1200	1	73,400	73,400
	Радиомодем Спектр 433	2	10,500	10,500
	Итого:			123,492
Исп 2	Спецоборудование ООО «ПромАвтоматика»			
	Датчик температуры Rosemount 3144P	2	76,800	153,600
	Датчик давления Rosemount 3051	2	25,204	50,408
	Rosemount 5302	1	7,700	7,700
	Rosemount 2120	1	9,500	9,500
	ПЛК Siemens SIMATIC S7-300	1	30,600	30,600
	Радиомодем Мухом	1	46,220	46,220
	Итого:			298,028
Исп 3	Спецоборудование ООО «Спецавтоматика»			
	Датчик температуры Метран 180	2	1,813	3,626
	Датчик давления Метран-100Вн	2	17,700	35,400
	Rosemount 5302	1	7,700	7,700

	Rosemount 2120	1	9,500	9,500
	ПЛК Siemens SIMATIC S7-300	1	30,600	30,600
	Радиомодем Cisco	1	78,900	78,900
	Итого:			165,726

Затраты на приобретение спецоборудования ООО «Авто-нп» составили 123492 рубля, затраты по его доставке и монтажу составили 15% от его цены, т.е. 18523,8 рублей. Итого затрат $123492 + 18523,8 = 142015,8$ рубля. Затраты на приобретение спецоборудования ООО «ПромАвтоматика» с доставкой и монтажом 342732 рублей, а ООО «Спецавтоматика» 190585 рубля.

4.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного и инженерно-технического работников и лаборанта, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 30 % оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу 13.

Таблица 13 - Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям			Трудоемкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Постанов-ка задачи	Р	Р	Р	2	3	3	1352,84	1317,47	1370,52	2705,68	3952,41	4111,56
2	Составле-ние т ехни-ческого з адания	Р	Р	Р	4	4	5	1352,84	1317,47	1370,52	5411,36	5269,88	6852,6
3	Подбор и изуче ние литерату-р ы	С	С	С	11	12	11	886,95	906,03	925,1	9756,45	10872,4	10176,1
4	Разработка про екта	Р С	Р С	Р С	4 18	13 10	10 13	1352,84	1317,47	1370,52	5411,36	17127,1	13705,2
5	Форми-рование инфор-мационн ой базы	Р С	Р С	Р С	4 26	10 16	10 13	886,95	906,03	925,1	17739	9060,3	12026,3
6	Набор мето-дич еского пособия	С	С	С	15	18	16	1352,84	1317,47	1370,52	5411,36	13174,7	13705,2
7	Проверка	Р С	Р С	Р С	2 2	1 1	1 1	886,95	906,03	925,1	24834,6	14496,5	12026,3
8	Анализ результ а-тов	Р С	Р С	Р С	2 2	1 1	1 1	886,95	906,03	925,1	13304,3	16308,5	14801,6

9	Апробация инструментарно го средства	С	С	С	6	7	6	886,95	906,03	925,1	5321,7	6342,21	6475,7
10	Оформле-ние о тчетной докум ентации о про-д еланной работе	С	С	С	9	10	11	886,95	906,03	925,1	7982,55	9060,3	11101,2
11	Составление п оясни-тельной записки	С	С	С	6	5	8	886,95	906,03	925,1	5321,7	6342,21	7400,8
12	Сдача готового проекта	С	С	С	2	2	2	886,95	906,03	925,1	1773,9	1812,06	1850,2
Итого:					115	114	112				113933	118266	118824

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 18);

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d},$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 18).

Таблица 14 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней • выходные дни • праздничные дни	46 10	104 10
Потери рабочего времени • отпуск • невыходы по болезни	56	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	229

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (11)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,30 для Томской области.

Исп.1 $З_{\text{тс.р}}=15300$ руб. $З_{\text{тс.и}}=9300$ руб.

Исп.2 $З_{\text{тс.р}}=14900$ руб. $З_{\text{тс.и}}=9500$ руб.

Исп.3 $З_{\text{тс.р}}=15500$ руб. $З_{\text{тс.и}}=9700$ руб.

Месячный должностной оклад руководителя:

Исп.1 $З_{\text{м}}=15300 \cdot (1+0,3+0,2) \cdot 1,3=29835,00$ руб.

Исп.2 $З_{\text{м}}=14900 \cdot (1+0,3+0,2) \cdot 1,3=29055,00$ руб.

Исп.3 $З_{\text{м}}=15500 \cdot (1+0,3+0,2) \cdot 1,3=30225,00$ руб.

Месячный должностной оклад инженера:

Исп.1 $З_{\text{м}}=9300 \cdot (1+0,3+0,2) \cdot 1,3=18135,00$ руб.

Исп.2 $З_{\text{м}}=9500 \cdot (1+0,3+0,2) \cdot 1,3=18525,00$ руб.

Исп.3 $З_{\text{м}}=9700 \cdot (1+0,3+0,2) \cdot 1,3=18915,00$ руб.

Среднедневная заработная плата руководителя:

Исп.1 $Z_{\text{дн}}=29835,00 \cdot 11,2/247=1352,84$ руб.

Исп.2 $Z_{\text{дн}}=29055,00 \cdot 11,2/247=1317,47$ руб.

Исп.1 $Z_{\text{дн}}=30225,00 \cdot 11,2/247=1370,52$ руб.

Среднедневная заработная плата инженера:

Исп.1 $Z_{\text{дн}}=18135,00 \cdot 11,2/229=886,95$ руб.

Исп.2 $Z_{\text{дн}}=18525,00 \cdot 11,2/229=906,03$ руб.

Исп.3 $Z_{\text{дн}}=18915,00 \cdot 11,2/229=925,10$ руб.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблицах 15 - 17.

Таблица 15 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители ООО «Автоматика»	Разряд	k_t	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб. ($Z_{\text{дн}} \cdot T_p$)
Руководитель	1 кат	1	15300	0,3	0,2	1,3	29835	1352,84	18	24351,12
Инженер	1 кат	1	9300	0,3	0,2	1,3	18135	886,95	101	89581,95
Итого $Z_{\text{осн}}$										113933,07

Таблица 16 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители ООО «Пром Автоматика»	Разряд	k_t	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб. ($Z_{\text{дн}} \cdot T_p$)
Руководитель	1 кат	1	14900	0,3	0,2	1,3	29055	1317,47	32	42159,04
Инженер	1 кат	1	9500	0,3	0,2	1,3	18525	906,03	84	76106,52
Итого $Z_{\text{осн}}$										118265,56

Таблица 17 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители завод ООО«С печавтоматик а»	Разряд	k_T	$Z_{тс},$ руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$Z_m,$ руб	$Z_{дн},$ руб.	$T_p,$ раб. дн.	$Z_{осн},$ руб. ($Z_{дн} \cdot T_p$)
Руководитель	1 кат	1	15500	0,3	0,2	1,3	30225	1370,52	30	41115,6
Инженер	1 кат	1	9700	0,3	0,2	1,3	18915	925,10	84	77708,4
Итого $Z_{осн}$										118824

4.2.8 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:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$\text{Исп.1} \quad Z_{доп p} = 0,15 \cdot 24351,12 = 3652,67 \text{ руб.}$$

$$\text{Исп.1} \quad Z_{доп и} = 0,15 \cdot 89581,95 = 13437,30 \text{ руб.}$$

$$\text{Исп.2} \quad Z_{доп p} = 0,15 \cdot 42159,04 = 6323,85 \text{ руб.}$$

$$\text{Исп.2} \quad Z_{доп и} = 0,15 \cdot 76106,52 = 11415,98 \text{ руб.}$$

$$\text{Исп.3} \quad Z_{доп p} = 0,15 \cdot 41115,6 = 6167,34 \text{ руб.}$$

$$\text{Исп.3} \quad Z_{доп p} = 0,15 \cdot 77708,4 = 11656,26 \text{ руб.}$$

4.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды – это обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	24351,12	42159,04	41115,6	3652,67	6323,85	6167,34
Инженер	89581,95	76106,52	77708,4	13437,30	11415,98	11656,26
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3					
Итого						
Исполнение 1	39306,91 руб.					
Исполнение 2	40801,62 руб.					
Исполнение 3	40994,28 руб.					

4.2.10 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов.

Таблица 19 – Командировочные расходы

Наименование расходов	Расходы, Руб.	Примечание
ООО «Авто-нп»		
Проездные документы	2400	Поездка на автобусе из г. Томска до с. Каргасок 1 раза
Проживание в гостинице в одноместном номере	2800	Оплата за 1 сутки 1200 руб
Суточные	1600	Суточные 400 рублей
Итого: 6800 рублей.		
ООО «ПромАвтоматика»		
Проездные документы	2800	Поездка из г. Новосибирска до с.Каргасок , на автобусе, 4 раза
Проживание в гостинице	3600	Оплата за сутки, 1200
Суточные	1400	Суточные 350 рублей
Итого: 7800 рублей		
ООО «Спецавтоматика»		
Проездные документы	6200	Поездка из г. Новосибирска 2 р

		аза до с.Каргасок
Проживание в гостинице	2850	Оплата за 1 сутки. Номер 2-х местный 950
Суточные	1800	Суточные 450 рублей
Итого: 10850 рублей		

4.2.11 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:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (14)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

4.2.12 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечани е
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	5064	5220	5586	Пункт 4.2.5
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	123492	298028	165726	Пункт 4.2.6
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	113933	118266	118824	Пункт 4.2.7
4. Затраты по дополнительной заработной плате и исполнителей темы	17090	17739,8	17823,6	Пункт 4.2.8
5. Отчисления во внебюджетные фонды	39306,9	40801,6	40994,3	Пункт 4.2.9
6. Затраты на научные и производственные командировки	6800	7800	10850	Пункт 4.2.10
7. Контрагентские расходы				-
8. Накладные расходы	41885,74	78056,87	57568,62	16 % от суммы ст. 1-7
9. Бюджет затрат НТИ	347571,64	565912,3	417372,5	Сумма ст. 1- 8

4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования (таблица 28). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}} 1 = 347571,64 / 565912,3 = 0,61$$

$$I_{\text{финр}} 2 = 1$$

$$I_{\text{финр}} 3 = 417372,5 / 565912,3 = 0,74$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	3	2	2
3. Помехоустойчивость	0,15	3	4	3
4. Энергосбережение	0,20	5	4	4
5. Надежность	0,25	5	3	3
6. Материалоемкость	0,15	4	3	3
ИТОГО	1			

$$I_{p-uch1} = 5 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4,25;$$

$$I_{p-uch2} = 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,2;$$

$$I_{p-uch3} = 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,15.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}},$$

$$I_{исп.1} = 4.25/0.61=6,96$$

$$I_{исп.2} = 3.2/1=3,2$$

$$I_{исп.3} = 3.15/0,74=4,2$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.61	1	0,74
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4.25	3.2	3.15
3	Интегральный показатель эффективности	6,96	3,2	4,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2.43	1,31	1.85

В ходе оценки бюджета затрат трёх вариантов исполнения научного и исследования и определения интегрального финансового показателя, показат

еля ресурсоэффективности можно сделать вывод, что рассчитанные финансовые показатели вариантов исполнения и сравнительная эффективность разработок и показали самый эффективный проект ООО «Авто-нп» (вариант исполнения 1).

Данная научно-исследовательская разработка представляет интерес для нефтеперерабатывающих заводов, таких как ООО «Александровский НПЗ», ООО «Томскнефтепереработка», АО «Энерготранс» и др.

Разработанный проект автоматизации позволит сократить человеческие затраты на обслуживание печи подогрева нефти и повысить её автономность.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения;
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется в ее взаимоотношениях

В данном разделе проанализированы опасные и вредные факторы оказывающие влияние на персонал предприятия и окружающую среду.

Целью данного раздела является принятие проектных решений исключающих несчастные случаи и вредное воздействие на окружающую среду.

5.1 Введение

Объектом исследования является печь подогрева нефти, входящая в состав НПЗ. Печь подогрева используется для нагрева углеводородов которые в дальнейшем направляются на ректификационные колонны для разделения их на составляющие (дизельное топливо, топочный мазут, бензин)

Цель данной дипломной работы: Разработка АСУ ТП печи подогрева нефти, для оперативного и полного контроля процесса переработки нефти. Конечным пользователем данной системы будет оператор технологической установки (далее Оператор).

Задачей оператора является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций.

Рабочее место оператора оснащено компьютером, что подвергает его воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная влажность воздуха, отсутствие или недостаток естественного освещения, а также недостаточная освещенность рабочей области.

Компьютер является источником электромагнитного излучения. В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочему месту и рабочей зоны. Проанализированы опасные и вредные факторы труда.

5.2 Производственная безопасность

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. [17]

Обеспечение безопасных и комфортных условий труда – одна из основополагающих целей, к которой должно стремиться руководство предприятия.

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

Перечень опасных и вредных факторов, действующих на оператора приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Опасные и вредные факторы при работе оператора

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 [17])		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Оператор	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны. 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте. 3. Повышенная или пониженная влажность воздуха. 4. Повышенный уровень статического электричества.	1. Электрический ток.	ГОСТ 12.1.005-88 [18]. СанПиН 2.2.4.548-96 [19]. ГОСТ 12.1.003-83 [20]. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [21]. СП 51.13330.2011 [22]. ГОСТ 12.1.045–84 [23].

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 [17])		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
	5. Повышенный уровень электромагнитных излучений. 6. Отсутствие или недостаток естественного света. 7. Повышенная яркость света. 8. Пониженная контрастность. 9. Прямая и отраженная блескость. 10. Повышенная пульсация светового потока. 11. Статические физические перегрузки. 12. Умственное перенапряжение. 13. Монотонность труда. 14. Эмоциональные перегрузки.		ГОСТ 12.1.006–84 [24]. СанПиН 2.2.4.1191–03 [25]. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [26]. СП 52.13330.2011 [27]. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [28]. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [31]. ГОСТ 12.1.038–82 [32]. ПУЭ [33]. СП 12.13130.2009 [34]

Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энерготрат организма в ккал/ч (Вт). Работа оператора относится к категории Ia (работа с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/час (до 139 Вт), производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением).

По степени физической тяжести работа оператора относится к категории легких работ. Основные нагрузки на организм – нервно-психологические, а также зрительные. Так как основным видом работы оператора является работа с прикладным программным обеспечением и

технической документацией, то потенциальными источниками опасных и вредных факторов являются персональные компьютеры и мониторы.

Воздействие неблагоприятных факторов производства приводит к снижению работоспособности, вызываемое развивающимся утомлением; появление и развитие утомления связано с изменениями, возникающими в работе центральной нервной системы, с тормозными процессами в коре головного мозга.

Обеспечение условий высокопроизводительного и безопасного труда заключается в организации рабочего места и создании нормальных условий труда. При этом должны быть предусмотрены меры по предупреждению или снижению утомляемости работающего. [17]

5.3 Производственная санитария

5.3.1 Микроклимат производственных помещений

Высокая производительность и комфортность труда на рабочем месте оператора зависит от микроклимата в производственном помещении. Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха (СанПиН 2.2.4.548 – 96). [19]

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

В помещении должны быть обеспечены оптимальные параметры микроклимата, которые установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека и представлены в таблице 28.

Таблица 24 – оптимальные параметры микроклимата в помещении

Период года	Холодный и переходный	Теплый
Температура, °С	22 – 24	23 – 25
Относительная влажность, %	40 – 60	40 – 60
Скорость движения воздуха, м/с	до 0,1	0,1–0,2

Размеры диспетчерской, где находится рабочее место оператора, составляют: длина – 5 м, ширина – 4,5 м, высота – 3 м. Общая площадь равна 22,5 м². Общий объём равен 67,5 м³. В помещении работают 4 сотрудника. На одного сотрудника приходится 5,625 м², что соответствует санитарным нормам, согласно которым для одного работника должны быть предусмотрены площадь величиной не менее 4,5 м² при работе с ЖК-мониторами.

Температура поверхностей и скорость движения воздуха не превышают допустимых величин. Температура воздуха в рабочем помещении в холодное время года поддерживается при помощи электрообогревателей в диапазоне от 22 до 24 °С, в теплое, при помощи кондиционера – от 23 до 25 °С. Влажность составляет 40-60%. Следовательно в помещении соблюдаются допустимые микроклиматические условия.

5.3.2 Шум

Шум представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Он может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, преобразователями напряжения, работающими осветительным приборами дневного света, а так же проникает извне [21].

Шум представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Он может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а так же проникает извне [21].

Сильный шум вызывает трудности в распознавании цветовых сигналов, снижает быстроту восприятия цвета, остроту зрения, зрительную адаптацию, нарушает восприятие визуальной информации, снижает способность быстро и точно выполнять координированные движения, уменьшает на 5-12% производительность труда. Длительное воздействие шума с уровнем звукового давления 90 дБ снижает производительность труда на 30-60%. Неблагоприятное действие шума на человека зависит не только от уровня звукового давления, но и от частотного диапазона шума (наиболее важный для слухового восприятия интервал от 45 до 10000 Гц), а также от равномерности воздействия в течение рабочего времени [22].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [19]. Согласно данному документу [19] при выполнении основной работы на ЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

В диспетчерской отсутствуют вентиляторы, кондиционеры и преобразователи напряжения, поэтому основным источником шума является компьютеры (охладительные установки, накопители на жестких дисках, CD-ROM) и периферийные устройства – принтеры и мониторы.

Для снижения уровня шума применяют:

- подавление шума в источниках;
- звукоизоляция и звукопоглощение;
- увеличение расстояния от источника шума;
- рациональный режим труда и отдыха;
- проверка технического состояния и ремонт системного блока и принтера.

При выполнении основной работы на видеодисплейном терминале (ВДТ) и ЭВМ в помещении диспетчерской уровень звука не превышает 50 дБА. По субъективным ощущениям шумовая обстановка на рабочем месте соответствует норме.

5.3.3 Электромагнитные излучение и ионизирующее излучение

Источниками электромагнитных полей являются любые электрические приборы. Большая часть электромагнитного излучения, ЭВМ происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжений электрического и магнитного полей, потока энергии, диапазона частот, продолжительности облучения, характера излучения, режима облучения, размера облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма. [24]

Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12].

Нарушения в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимый характер.

При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

Критерием безопасности для человека, находящегося в электрическом поле промышленной частоты, принята напряжённость этого поля. Гигиенические нормы для персонала, который систематически находится в этой зоне, установлены. Для постоянного магнитного поля предельно-допустимым уровнем на рабочем месте является напряжённость, которая не должна превышать 8 кВ/м. [24]

Способы защиты от ЭМП на путях распространения [19]:

- применение поглотителей мощности;
- увеличение расстояния от источника излучения;
- уменьшение времени пребывания в поле и под воздействием излучения;
- подъем излучателей и диаграмм направленности излучения;
- блокировочные излучения;
- экранирование излучений.

При работе с ЭВМ источником ионизирующего излучения является монитор. Под влиянием ионизирующего излучения в организме может происходить торможение функций кроветворных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям и др.

Доза облучения при расстоянии до дисплея 20 см составляет 50 мкбэр/час. Конструкция ВДТ и ЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ не более 1 мкЗв/час (100 мкР/час).

Одним из наиболее эффективных и часто применяемых методов защиты от низкочастотных излучений и радиоизлучений является экранирование. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с закрытыми источниками излучения, основные усилия должны быть направлены на предупреждение переоблучения персонала путём увеличения расстояния между оператором и источником и сокращения продолжительности работы в пол

е излучения. При разработки данной ВКР использовался монитор с низким уровнем излучения – монитор TFT LCD .

5.3.4 Освещенность

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, так же 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. [20]

Рациональное освещение рабочего места позволяет предупредить травматизм и многие профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность, действует на человека тонизирующие, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности и увеличивает производительность труда. Освещение на рабочем месте должно быть таким, чтобы работающий мог без напряжения выполнять свою работу.

Ввиду недостаточности естественного освещения в рабочем помещении используется комбинированное освещение, при котором в светлое время суток используется одновременно естественный и искусственный свет.[20]

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Нормы освещенности приведены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [19] освещенность рабочего места оператора

должна составлять от 300 до 500 Лк. при общем освещении. Также допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов, но с таким условием, чтобы оно не создавало бликов на поверхности экрана и не увеличивало освещенность экрана более чем на 300 лк.

В помещении операторной используется комбинированное освещение. Проведем проверочный расчет искусственного освещения операторной.

Расчет освещенности производится в следующем порядке:

- определение площади освещаемого помещения;
- определение типов источников света;
- определение величины освещенности.

В помещении операторной в качестве источников искусственного освещения используются четырехламповые светильники TLC418 P2 EM 4x18 Вт Technolux общего освещения с люминесцентными лампами типа TL-D/54-765. Световой поток лампы типа TL-D/54-765 при напряжении питающей сети 220 В и мощности 80 Вт, равняется 1050 лм.

Размеры помещения (Д/Ш/В): 6 х 4 х 3 м

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

- Высота помещения: $H = 3$ м;
- Расстояние светильников от перекрытия (свес): $H_c = 0,3$ м;
- Высота светильника над полом, высота подвеса: $H_n = H - H_c = 2,7$ м;
- Высота рабочей поверхности над полом: $H_p = 0,74$ м;
- Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H_n - H_p = 2,7 - 0,74 = 1,96 \text{ м}$$

L – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B), l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены. Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

Наилучшими вариантами равномерного размещения светильников являются шахматное размещение и по сторонам квадрата (расстояния между светильниками в ряду и между рядами светильников равны).

При равномерном размещении люминесцентных светильников последние располагаются обычно рядами – параллельно рядам оборудования. При высоких уровнях нормированной освещённости люминесцентные светильники обычно располагаются непрерывными рядами, для чего светильники сочленяются друг с другом торцами.

Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h$$

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 1,96 = 2,74 \text{ м}$$

I расстояние от крайних светильников или рядов до стены:

$$I = L/3 = 1,33 \text{ м}$$

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = \frac{S}{h \cdot (a + b)},$$

где, h – высота подвеса светильников (м);

a, b – стороны помещения (м);

S – площадь рабочего помещения (м).

$$i = 24 / 1,96 \cdot (6 + 4) = 1,224$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока. Он составляет $\eta = 0,36$ ($\rho_{\text{п}} = 70\%$, $\rho_{\text{ст}} = 70\%$).

Светильники расположены в два ряда (рисунок 23). В одном ряду можно установить четыре светильника с длиной 0,50 м и шириной 0,50 м. В каждом из восьми светильников установлено по четыре люминесцентных лампы, т.е $N = 4 \cdot 8 = 32$.

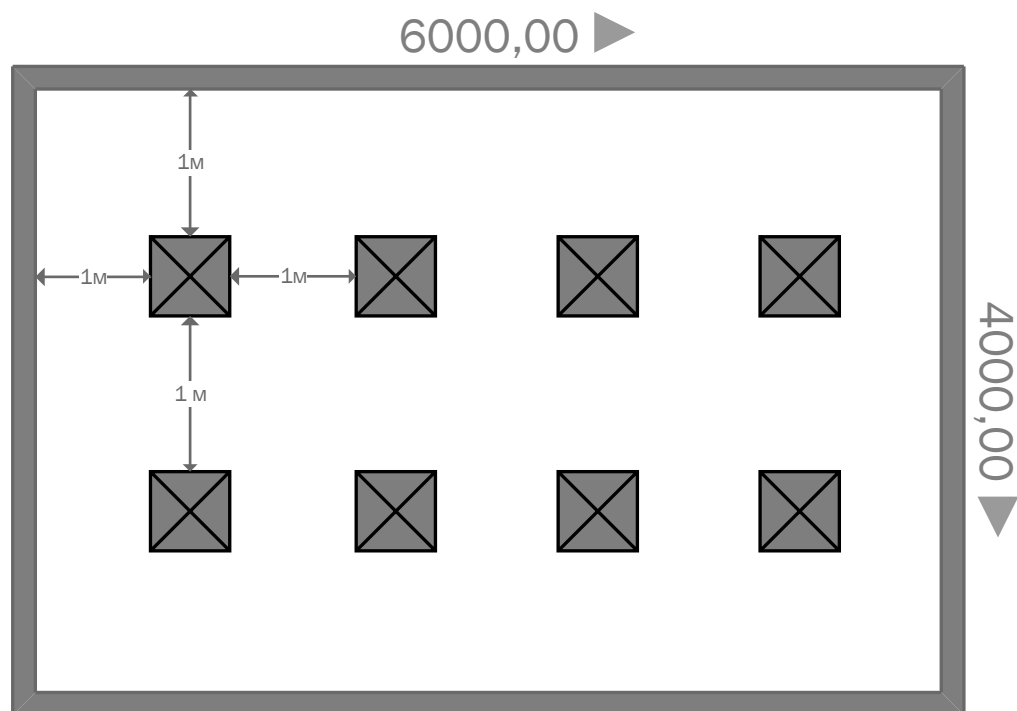


Рисунок 12 – План размещения светильников

Световой поток каждой из ламп определяется по формуле:

$$E = \frac{F \cdot N \cdot \eta}{S \cdot z \cdot k},$$

где E – минимальная освещенность рабочего места, лк;

F – световой поток от ламп, лм;

N – количество светильников;

η – коэффициент использования светового потока;

S – площадь помещения, м²;

z – коэффициент неравномерности освещения;

k – коэффициент запаса, учитывающий запыленность светильников и их износ;

Для помещения при нормальной эксплуатации светильников с люминесцентными лампами (для помещений с малым выделением пыли) $k=1,5$.

Коэффициент неравномерности освещения для люминесцентных ламп равен $z = 1,1$.

Подсчитаем освещенность E :

$$E = \frac{1050 \cdot 32 \cdot 0.36}{24 \cdot 1.5 \cdot 1.1} = 305.45_{\text{лк.}}$$

Освещенность при использовании ЭВМ и одновременной работе с документами согласно должна составлять 300-500 лк, то есть используемая система освещения удовлетворяет нормам освещенности. [20]

1.4 Техника безопасности

1.4.1 Электробезопасность

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). С целью предупреждения поражений электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности. [25]

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.

В соответствии с правилами электробезопасности в служебном помещении должен осуществляться постоянный контроль состояния электропроводки, предохранительных щитов, шнуров, с помощью которых включаются в электросеть компьютеры, осветительные приборы, другие электроприборы. [23]

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную

опасность. При работе с компьютером (дисплей, системный блок, клавиатура) и принтером существует опасность поражения электрическим током:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ЭВМ);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается «Правила устройства электроустановок» [25], все помещения делят на:

- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения;
- помещения без повышенной опасности.

Помещение операторной относится к помещению без повышенной опасности, так как в нем отсутствуют следующие условия [25]:

- повышенная влажность (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%);
- высокая температура (более 30 °С);
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- возможность одновременного соприкосновения к имеющим соединение с землей металлическим предметам и металлическим корпусам электрооборудования.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами, корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным

медным проводом сечением 1.5 мм, который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 48 мм при помощи сварки. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом. Питание устройства должно осуществляться от силового щита через автоматический предохранитель, который срабатывает при коротком замыкании нагрузки.

В операторной, разрядные токи статического электричества чаще всего возникают при прикосновении к любому из элементов ЭВМ. Такие разряды опасности для человека не представляют, но кроме неприятных ощущений они могут привести к выходу из строя ЭВМ. Для снижения величины возникающих зарядов статического электричества покрытие технологических полов выполнено из однослойного поливинилхлоридного антистатического линолеума. [26]

Повышение уровня электробезопасности достигается за счет организации безопасной эксплуатации оборудования и обеспечения недоступности к токоведущим частям аппаратуры.

5.4.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожар представляет особую опасность, так как он грозит уничтожением аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних помещениях. А также может представлять серьезную угрозу жизни и здоровью персонала. [27]

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.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре» (Рисунок 24), регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. [28]

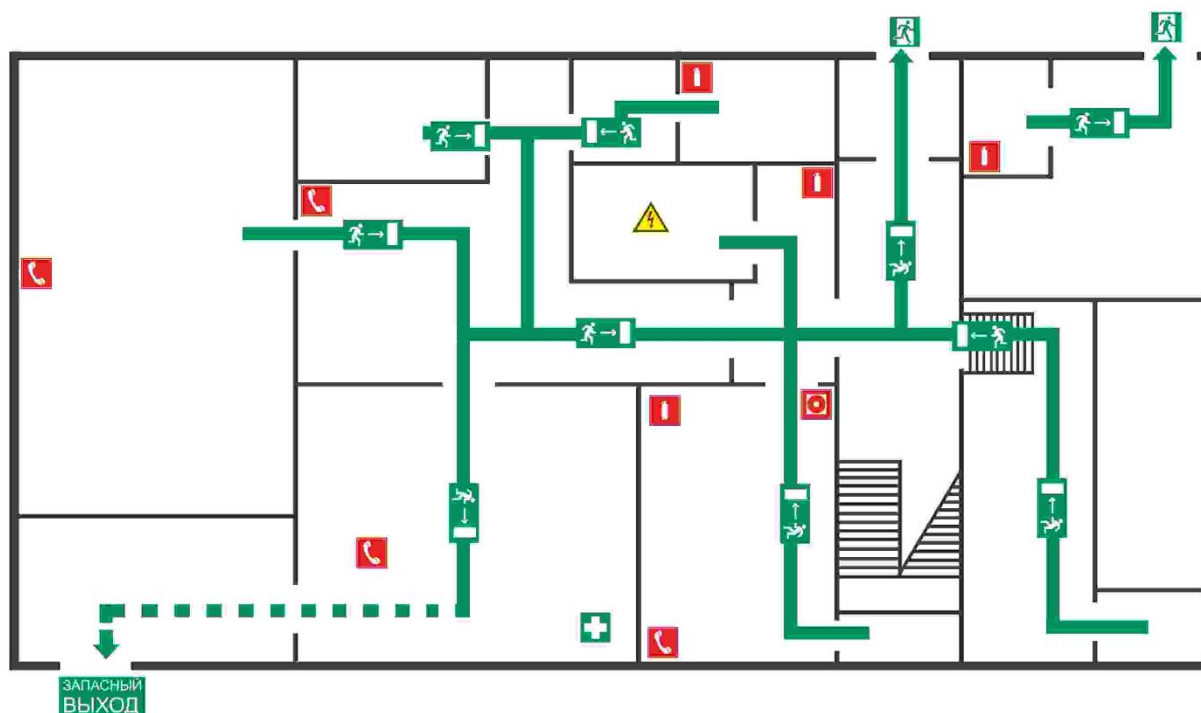


Рисунок 13 – План эвакуации

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 операторной 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.

В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры до 80-100 °С. При этом возможно плавление изоляции, и как следствие короткое замыкание, которое сопровождается искрением и ведет к недопустимым перегрузкам элементов микросхем. Для отвода избыточной теплоты в ЭВМ используют внутренние вентиляторы. Напряжение к электроустановкам подается по кабельным линиям, которые так же представляют особую пожарную опасность. Пожарная опасность производственных зданий и помещений определяется особенностями выполняемых в них технологических процессов. [34]

Для помещения операторной установлена категория пожарной опасности В - пожароопасные. [34]

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. Предотвращение пожара достигается путем исключения легко воспламеняемых предметов и источников возгорания, а также поддержанием среды в условиях, препятствующих возгоранию. 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. [27]

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: углекислотный ОУ-2.

5.4.3 Экологическая безопасность

При нормальной работе технологического оборудования возможны постоянные небольшие утечки загрязняющих веществ в атмосферу. Выброс вредных веществ происходит:

- на открытых технологических площадках через запорно-регулирующую арматуру;
- от оборудования, расположенного в блоках, через воздухопроводы и дефлекторы;
- при сжигании газа на факелах через трубы;
- при заполнении емкостей через воздушники и свечи рассеивания;
- при заполнении резервуаров через дыхательные клапаны;

- при сжигании топлива на горелках в АНУ.

На основе статистических данных об аварийных ситуациях на объектах транспортировки нефти целесообразно рассматривать аварию в виде отказа энергосистемы или порыва трубопроводов.

Максимальный выброс загрязняющих веществ в атмосферу возможен на площадке при отключении электроэнергии. При этом вся нефть направляется в резервуары, а газовая фракция сжигается на факеле. [29]

Основным источником выброса на НПЗ являются печи подогрева нефти, в воздух выбрасываются продукты горения топочного мазута. Для обеспечения безопасности окружающей среды и персонала, высота дымовых труб составляет 20 м, на такой высоте происходит наиболее быстрое рассеивание выбросов, а персонал практически не контактирует с продуктами горения.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.5.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

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 трудового кодекса Российской Федерации 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 трудового кодекса Российской Федерации о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов. [31]

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.

5.5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При организации рабочего места необходимо выполнять требования эргономики, то есть учитывать все факторы, влияющие на эффективность действий человека при обеспечении безопасных приемов его работы.

Размер зоны приложения труда зависит от характера труда и может ограничиваться площадью, оснащенной технологическим основным и вспомогательным оборудованием, технологической оснасткой, инструментами и приспособлениями, а также пультом и щитом управления.

Предметом эргономики является конкретная деятельность человека, использующего машины, а объектом исследования – система «человек – машина – среда». [19]

Рабочие места проектируются с учетом антропометрических данных человека усредненных размеров человеческого организма, так как если размещение органов управления не соответствуют возможностям оператора, то выполняемая работа будет тяжелой и утомительной.

Комфортной рабочей средой рабочего места называется такое состояние внешней среды на рабочем месте, которое обеспечивает оптимальную динамику работоспособности оператора, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья. Параметры рабочего места приведены таблице 25.

Таблица 25 – параметры рабочего места

Параметр	Допустимые значения	Действительные значения
Высота сидения	400 – 500 мм	420 мм
Высота клавиатуры	600 – 750 мм	750 мм
Удалённость клавиатуры	<80 мм	80 мм
Высота от стола до клавиатуры	20 мм	20 мм
Удалённость экрана	500 – 700 мм	550 мм
Высота рабочей поверхности	> 600 мм	740 мм

Исходя из требований достижения оптимальных условий труда, в положении сидя, рабочее место должно иметь следующие параметры:

- ширина не менее 700 мм;
- длина не менее 1400 мм;
- высота рабочей поверхности над полом 680 мм;

- высота сидения 430 мм.

Главным органом управления компьютером является клавиатура, с помощью которой в компьютер вводятся тексты программ и команды. Поэтому большое значение имеет размещение клавиатуры на рабочем столе, насколько удобны клавиши и как они расположены на панели клавиатуры. Нормальным ее расположением является ее расположение на уровне локтя оператора с углом наклона к горизонтальной плоскости 15 градусов. Для удобства клавиатура не связана жестко с монитором. [19]

Немаловажное значение для условий работы имеет размещение органов отображения информации, то есть экрана дисплея. Монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500-600 мм. Согласно нормам, угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45 градусов к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30 градусов. Конструкция дисплея позволяет выбрать угол наклона экрана, оптимальный угол наклона к вертикали равен 15-20-ти градусам. Дисплей находится на расстоянии 40-80-ти сантиметров. Кроме того, есть возможность выбрать свой уровень контрастности и яркости изображения на экране. Все это позволяет создать оптимальные условия для работы.

Опасные психофизиологические и вредные производственные факторы, согласно ССБТ делятся на физические перегрузки (статические, динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки). Длительное решение алгоритмических задач, построение сложных алгоритмов приводит к умственному переутомлению человека, снять которое сложнее чем физическую усталость. Физические, эмоциональные, умственные перегрузки, монотонность труда – все эти факторы влияют на общее состояние здоровья человека и на его работоспособность, поэтому нужно установить рациональный режим труда и отдыха. На протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы. Продолжительность

непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов [19].

Анализ травматизма среди работников показывает, что в основном, несчастные случаи происходят от воздействия физически опасных производственных факторов при использовании периферийных устройств, а также при выполнении сотрудниками несвойственных для них работ (например, погрузо-разгрузочных). Для предотвращения производственного травматизма необходим вводный инструктаж, который проводится перед началом выполнения работ.