

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

Институт электронного обучения
Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах
Кафедра автоматике и компьютерных систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная система управления технологическим процессом печи пиролиза F-15

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8A21	Зубарев Антон Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АИКС	Замятин Сергей Владимирович	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Рахимов Тимур Рустамович	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Извеков Владимир Николаевич	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Суходоев Михаил Сергеевич	К.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

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

Институт электронного обучения
 Направление подготовки (специальность) 27.03.04 Управление в технических системах
 Кафедра автоматики и компьютерных систем

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой АИКС
 _____ Суходоев М. С.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8A21	Зубарев Антон Александрович

Тема работы:

Автоматизированная система управления технологическим процессом печи пиролиза F-15
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: печь пиролиза F-15. Режим работы – круглосуточный, круглогодичный.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Проектирование автоматизированной системы управления печи пиролиза F-15. Разработка схем автоматизации. Выбор комплекса аппаратно-технических средств. Разработка схем соединений внешних проводок. Разработка планов расположения оборудования и проводок. Разработка алгоритмов управления. Разработка экранных форм.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Структурная схема. Принципиальная технологическая схема. Функциональная схема автоматизации. Схемы соединений внешних проводок. План расположения оборудования и проводок.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	

<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рахимов Тимур Рустамович
Социальная ответственность	Извеков Владимир Николаевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.02.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АИКС	Замятин Сергей Владимирович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8А21	Зубарев Антон Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 92 с., 14 рисунков, 43 таблиц, 10 источников, 6 приложений.

Ключевые слова: печь пиролиза, клапан с электроприводом, автоматизированная система управления, ПИД-регулятор, протокол, SCADA-системы, экранные формы.

Объектом исследования является печь пиролиза.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы управления печи пиролиза F-15.

Работа представляет собой проект автоматизации системы управления печи пиролиза F-15 согласно входной информации, полученной от заказчика:

- техническим требования на автоматизацию;
- проектной документации на существующие решения по автоматизации;
- нормативно-правовой базе для выполнения проектов автоматизации технологических процессов в Российской Федерации.

При выполнении работы использовались программные продукты, такие как:

- Microsoft Office 2013;
- Microsoft Visio 2013;
- Mathcad.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013 и представлена на CD (в конверте на обороте обложки).

Введение

В выпускной квалификационной работе рассматривается автоматизация технологического процесса печи пиролиза F-15 цеха пиролиза углеводородов нефти и ректификации ароматических углеводородов производства мономеров ООО «Томскнефтехим».

АСУ ТП печи пиролиза F-15 разработана как программно-аппаратное расширение ПТК АСТУ ТП 10 печей пиролиза.

АСУ ТП печи пиролиза F-15 разрабатывается на базе существующего контроллера АСУ ТП печей F-14 и F-16 (FCS0302). Расширение АСУ ТП предусматривает установку дополнительной подсистемы ввода/вывода для печи пиролиза F-15.

В качестве автоматизированных рабочих мест (АРМ) персонала (операторов печей, начальника смены, инженера АСУ ТП, инженера КИПиА, оператора-стажёра) используются существующие АРМ АСУ ТП и ПАЭ 10 печей пиролиза.

Актуальность данного проекта не подвергается сомнению, так как использованная ранее автоматизированная система технологического процесса не обеспечивала требуемую точность измерений, скорости реагирования и воздействий на технологические параметры. Таким образом, модернизация существующей системы посредством внедрения нового оборудования позволит повысить точность измерений, более точный контроль технологических параметров, а также скорость реагирования технологического параметра.

Целями выпускной квалификационной работы является применение теоретических и практических знаний в области проектирования систем управления объектов переработки нефтегазовой отрасли, развитие навыков их практического применения, теоретических знаний при решении инженерных задач автоматизированного управления технологическим процессом в нефтегазовой отрасли.

Содержание

Введение.....	5
1 Техническое задание.....	9
1.1 Основные задачи и цели АСУ ТП.....	9
1.2 Назначение АСУ ТП.....	9
1.3 Требования к автоматике	10
1.4 Требования к техническому обеспечению	11
1.5 Требования к метрологическому обеспечению	12
1.6 Требования к программному обеспечению.....	13
1.7 Требования к математическому обеспечению.....	14
1.8 Требования к информационному обеспечению.....	14
1.9 Требования по стандартизации и унификации.....	15
2 Основная часть	17
2.1 Описание технологического процесса.....	17
2.3 Выбор архитектуры АС.....	21
2.4 Разработка структурной схемы АС.....	23
2.5 Функциональная схема автоматизации	24
2.6 Разработка схемы информационных потоков.....	24
2.7 Выбор средств реализации.....	27
2.7.1 Выбор контроллерного оборудования.....	27
2.7.2 Выбор датчика давления	30
2.7.3 Выбор расходомера.....	33
2.7.4 Выбор датчика температуры	39
2.7.5 Выбор уровнемера	42
2.7.6 Выбор исполнительных механизмов	45

2.8	Разработка схемы внешних проводок.....	47
2.9	Разработка алгоритмов	48
2.10	Моделирование автоматического регулирования технологическим параметром	49
2.11	Экранные формы.....	52
2.11.1	Разработка дерева экранных форм.....	53
2.11.2	Главное меню	53
3.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности...	56
3.1	Потенциальные потребители результатов исследования	56
3.2	Анализ конкурентных технических решений.....	56
3.3	SWOT – анализ	58
3.3.1	Планирование научно-исследовательских работ.....	60
3.3.1.1	Структура работ в рамках научного исследования	60
3.4	Разработка графика проведения научного исследования....	61
3.5	Бюджет научно-технического исследования.....	63
3.5.1	Расчет материальных затрат.....	63
3.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование	64
3.5.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	66
3.5.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	66
3.5.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) 67	
3.5.6	Накладные расходы.....	68
3.5.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	69
4.	Социальная ответственность	75

4.1. Профессиональная социальная безопасность	76
4.1.1. Анализ вредных и опасных факторов	76
4.1.2. Анализ вредных факторов	77
4.1.2.1. Отклонения показателей микроклимата	77
4.1.2.2. Недостаточная освещённость рабочей зоны	79
4.1.2.3. Повышенный уровень шума	80
4.1.2.4. Электромагнитное излучение	82
4.1.3. Анализ опасных факторов	83
4.1.3.1. Электробезопасность	83
4.2. Экологическая безопасность	84
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	84
4.3.1. Пожарная безопасность	84
4.4. Организационные мероприятия обеспечения безопасности	86
4.4.1. Эргономические требования к рабочему месту	86
4.4.2. Окраска и коэффициенты отражения	87
4.5. Особенности законодательного регулирования проектных решений	88
Заключение	90
Список использованных источников	91

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели АСУ ТП

Создание системы должно обеспечивать достижение следующих целей:

- повышение безопасности эксплуатации производства;
- замена устаревших средств автоматизации на автоматизированные системы;
- улучшение условий работы персонала.

Указанные цели должны достигаться путем:

- повышения надежности, готовности и работоспособности отдельных подсистем за счет замены физически и морально устаревших приборов новыми;
- повышения производительности оборудования за счет быстродействия, времени отклика, точности и достоверности информации о технологическом процессе;
- уменьшения материальных и энергетических затрат за счет сокращения затрат на техобслуживание и эксплуатацию оборудования.

1.2 Назначение АСУ ТП

Назначением АСУ ТП печи пиролиза F-15 является обеспечение оперативного измерения и контроля технологических параметров, предупредительной и предаварийной сигнализации, отображения данных параметров, предупредительной и предаварийной сигнализации, отображения данных о ходе технологического процесса, автоматического управления печи пиролиза F-15 цеха пиролиза углеводородов нефти и ректификации ароматических углеводородов производства мономеров ООО «Томскнефтехим». Проектируемая система должна обеспечить работу пиролиза F-15 без постоянного присутствия обслуживающего персонала в месте размещения оборудования.

Назначением АСУ ТП является:

- управление технологическим оборудованием печи пиролиза F-15;
- проведение операций безаварийного пуска и останова.

1.3 Требования к автоматике

Система автоматике должна обеспечивать следующее:

– Измерение:

- 1) расхода пара в трубопроводе П8 в каждый из 4-х змеевиков печи F-15;
- 2) расхода бензина в трубопроводе П8 в каждый из 4-х змеевиков печи F-15;
- 3) расхода топливного газа в трубопроводе топливного газа на горелки печи F-15;
- 4) давления пара П128 в отделительном барабане V-15;
- 5) давления пирогаза в трубопроводе пирогаза на выходе из печи F-15 перед ЗИА E-15B;

б) разряжение печи;

7) уровень воды в отделительном барабане V-15;

– Управление:

- 1) клапаном регулирующим;
- 2) электроприводами;
- 3) взрывозащищенными отсекателями с пневмоэлектроприводами.

– Индикацию параметров:

- 1) измеряемых параметров на щите;
- 2) измеряемых и расчётных параметров на дисплее АРМ оператора по запросу оператора;
- 3) аварийных ситуаций с выдачей звукового сигнала аварии.

1.4 Требования к техническому обеспечению

Технические средства АСУ ТП печи пиролиза F-15 должны быть достаточными для реализации всех функций по управлению, защите и контролю.

Конструкционные характеристики технических средств должны обеспечить взаимозаменяемость одноименных технических узлов и блоков.

Расположение технических средств системы должно быть рациональным, как с точки зрения монтажных связей между ними, так и удобства, и безопасности их эксплуатации и обслуживания.

Средства управления АСУ ТП печи пиролиза F-15 должны быть промаркированы соответствующими надписями, четко отражающих их функциональное назначение, величины уставок защиты, предаварийные показания контролируемых параметров.

Комплектность поставки системы должна определяться на этапе проектирования.

АСУ ТП печи пиролиза F-15 должна иметь возможность ее модернизации, развития и наращивания аппаратных средств и модернизации ПО.

Максимальное расстояние, измеряемое по длине кабеля информационной сети Ethernet, между АРМ и щитом сетевым должно быть не более 100 м.

Система электропитания АСУ ТП печи пиролиза F-15 должна обеспечивать бесперебойное электроснабжение, в том числе при одновременном прекращении подачи электроэнергии в течение одного часа от двух независимых взаиморезервирующих источников питания для безаварийного перевода технологического процесса в безопасное состояние во всех режимах функционирования.

Средства управления АСУ ТП печи пиролиза F-15 должны обеспечивать обработку значений входных дискретных сигналов, полученных после фильтра, подавляющего "дребезг" контактов.

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Приведенная погрешность измерения технологических параметров системой АСУ ТП печи пиролиза F-15 не должна превышать $\pm 0,25\%$ для каналов измерения давления и уровня, а также $\pm 1\%$ для каналов измерения температуры, расхода, проводимости и содержания примесей в среде измерения (с учетом погрешности измерения датчиков).

Измерительные каналы системы должны удовлетворять требованиям метрологической совместимости, т.е. иметь единый состав нормируемых метрологических характеристик (ГОСТ.8.009-84).

Значения приведенных погрешностей измерения технологических параметров должны соответствовать требованиям, указанным ранее при расположении соответствующих составных частей АСУ ТП печи пиролиза F-15 в нормальных условиях по ГОСТ 23222-88:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 75 %;
- атмосферное давление от 86 кПа до 106 кПа;
- напряжение питания переменного тока от 187 В до 242 В;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей (кроме магнитного поля Земли);
- отсутствие вибрации, тряски, ударов.

Средства измерения АСУ ТП печи пиролиза F-15 должны обеспечивать возможность проверки точностных характеристик (работоспособности в заданных пределах) каналов преобразования входных электрических непрерывных и частотных сигналов при техническом обслуживании АСУ ТП и ПАЗ печи пиролиза F-15 в соответствии с требованиями эксплуатационной документации АСУ ТП печи пиролиза F-15 и ГОСТ 23222-88 с использованием стандартных эталонных средств измерения.

Все средства измерения, входящие в АСУ ТП, должны иметь свидетельство (сертификат) об утверждении типа средств измерений, выданный органами Госстандарта РФ. Должны быть представлены копии

свидетельств (сертификатов) об утверждении типа средств измерений, приложения к ним и методики поверки.

Информация о технологических параметрах должна представляться в единицах измерения, с указанием знака параметра и обозначением единиц измерений в соответствии с требованиями ГОСТ 8.430-88.

1.6 Требования к программному обеспечению

ПО должно быть достаточным для выполнения всех функций АСУ ТП печи пиролиза F-15, реализуемых с применением средств вычислительной техники, должно соответствовать спецификациям системы выбранного на конкурсной основе программно-технического комплекса и поставляться комплектно с системой.

ПО должно работать в среде MS Windows на обычных ПЭВМ в качестве АРМ.

АСУ ТП печи пиролиза F-15 должна иметь открытое ПО и средства интеграции с общезаводской информационной сетью.

Запись программ должна быть осуществлена в энергонезависимое запоминающее устройство.

ПО АСУ ТП печи пиролиза F-15 должно включать в себя:

- базовое ПО технологического контроллера;
- фирменный пакет ПО для программирования технологических контроллеров, позволяющий реализовать необходимые функции управления, защиты и контроля;
- ОС ПЭВМ MS Windows и приложения MS Office;
- специализированный графический пакет для организации автоматизированного рабочего места оператора на базе ПЭВМ;
- программные драйверы и иное ПО, обеспечивающие организацию сетевой инфраструктуры;
- прикладное ПО технологических контроллеров, реализующих алгоритм управления объектами.

ПО программирования контроллеров должно обеспечивать разработку алгоритма на одном из технологических языков программирования (язык релейной логики, язык последовательных функциональных блоков и т.п.).

ПО должно быть защищено от несанкционированного внесения изменений.

1.7 Требования к математическому обеспечению

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

Математическое обеспечение АСУ ТП печи пиролиза F-15 должно состоять из алгоритмов решения задач сбора и обработки информации, а также выдачи управляющих воздействий.

Математическое обеспечение должно быть достаточным для выполнения всех функций, возлагаемых на АСУ ТП печи пиролиза F-15.

Функции сбора и обработки информации, а также выдачи управляющих воздействий должны выполняться стандартными управляющими функциональными блоками (многократно используемые программные структуры системы, относящиеся к оборудованию процесса и представляющие единицу управления).

1.8 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение АСУ ТП и ПАЗ печи пиролиза F-15 должно быть достаточным для выполнения всех автоматизированных функций системы и представления оператору информации об объекте управления.

Для представления оператору информации об объекте управления АРМ должно использовать специализированный графический программный пакет. С помощью данного пакета должно обеспечиваться:

– представление информации по измеряемым значениям аналоговых и дискретных параметров, а также по расчетным параметрам объекта управления;

– представление информации в виде мнемосхем;

– организация трендов аналоговых параметров;

– организация предупредительной и предаварийной сигнализации;

– документирование процесса посредством ведения журнала событий;

– диспетчерское управление;

– защита от несанкционированного доступа;

– организация системы справочной информации.

Структура и способ организации данных в системе должны соответствовать структуре и способам организации данных выбранного программно-технического комплекса.

Классификация и кодирование сигналов в системе (позиции, наименования и т.д.) должны соответствовать проекту автоматизации.

Информационные форматы представления должны быть организованы по принципу принадлежности к технологическому оборудованию или его узлам с указанием даты (число, месяц, год) и времени (часы, минуты, секунды).

1.9 Требования по стандартизации и унификации

– Разрабатываемая система должна быть универсальной, обеспечивать возможность ее использования на широком классе объектов управления и соответствовать достигнутому мировому уровню в области создания АСУ ТП по функциональному развитию, удобству эксплуатации и обслуживания.

– Все виды обеспечения АСУ ТП и ПАЗ печи пиролиза F-15 должны в максимально возможной степени использовать типовые проектные решения, стандартизированные конструктивные и программные модули.

– АСУ ТП и ПАЗ печи пиролиза F-15 должна иметь возможность адаптации (путём перепрограммирования) к изменениям в логике управления технологическим оборудованием.

– Основной стандарт сигналов и интерфейсов должен быть:

- для всех входных/выходных аналоговых сигналов: 4-20 мА (с предусмотренной возможностью общения с первичным преобразователем по HART протоколу);
- для входных дискретных сигналов постоянного тока 24 В – "сухой контакт";
- для выходных дискретных сигналов управления постоянного тока 24 В – "потенциальный контакт";
- для обеспечения информационных связей – интерфейсы RS-485, Ethernet, протоколы Vnet/Ip, TCP/IP, OPC, ModBus RTU, HART, Foundation Fildbus, Profibus.

2 Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

Объектом автоматизации является технологическое оборудование процесса пиролиза бензина, пропан-бутановой и этановой фракций с одновременным получением пирогаза и насыщенного пара высокого давления.

Сырьем пиролиза являются смесь прямогонного бензина с бензином-рафинатом, бензиновые фракции газоконденсатных месторождений, поступающие с установки подготовки жидких продуктов пиролиза углеводородов нефти 405, пропан-бутановая фракция (ПБФ), поступающая с установки подготовки сжиженных газов пиролиза углеводородов нефти 406, а также этановая фракция собственного производства - рецикл с установки разделения пирогаза 402.

Предусмотрена возможность использования в качестве сырья пиролиза пропана с установки разделения пирогаза.

Помимо печи пиролиза F-15, имеется восемь печей пиролиза бензина (ПБФ) F11-14, F16-19 и две печи пиролиза этана F21, F22. Для максимальной производительности одновременно должны находиться в работе семь печей пиролиза бензина (ПБФ) и одна печь пиролиза этана. Соотношение в количестве печей, работающих на ПБФ и на бензине, определяется возможностями газоразделения.

Печь пиролиза бензина (SRT-2) состоит из камеры конвекции и камеры радиации.

Сушильные камеры или камеры конвекции печи пиролиза предназначена для испарения сырья, подогрева паросырьевой смеси и питательной воды, а также перегрева пара высокого давления за счет использования тепла дымовых газов и состоит из 6 секций.

Камера радиации используется для проведения процесса пиролиза в трубчатых змеевиках и состоит из 150 панельных горелок типа НІТ-230 мощностью 282 кВт (по 70 штук с внутренней стороны печи и 80 штук с

внешней стороны печи), позволяющими вести двусторонний нагрев радиантных секций.

Сырье поступает четырьмя потоками "А", "В", "С" и "D" в 1-ю секцию камеры конвекции. Расход сырья на каждый поток 3500-5000 кг/ч и регулируется регулирующими клапанами на каждый отдельный поток. По потокам "А", "В", "D" регулировка расхода сырья зависит от температуры пирогаза перед закалочно-испарительными аппаратами (ЗИА) (780-850 оС).

Давление сырья на каждом потоке контролируется по поз. 15PR 501А, В, С, Д и по манометрам.

Для понижения парциального давления сырья в него подается пар разбавления (далее по тексту - пар П8), который вырабатывается в узле очистки пирогаза и выработки пара П8 и пара П4. Пар П8 подается через каждый поток сырья после 1-ой секции камеры конвекции печи пиролиза F-15. Давление пара П8 0,60-1,32 Мпа (6,0-13,2 кгс/см²). Регулировка расхода пара П8 на поток 2100-3500 кг/ч осуществляется регулирующими клапанами регуляторов расхода.

В камере радиации происходит процесс пиролиза в трубчатых змеевиках.

Пирогаз образовавшийся двумя потоками с температурой 780-850 оС, поз.15TIRCA 61А, В, С, D и давлением на выходе из печи пиролиза не более 0,23 МПа (не более 2,3 кгс/см²) далее поступает в трубное пространство ЗИА, работающих параллельно, где охлаждается до температуры 320-450 оС. Охлаждение осуществляется за счет испарения питательной воды в межтрубном пространстве ЗИА. Быстрое охлаждение пирогаза необходимо для прекращения вторичных реакций, ведущих к потере выхода целевых компонентов.

Печи F-17, F-18, F-19 имеют отличия в части горелочных устройств и футеровки - см. проект ГУП "Башгипронефтехим" "Реконструкция горелочных устройств, футеровки печей пиролиза" 3896731-П6212-0000-АТП.

Печь пиролиза этана (SRT-1) состоит из камеры конвекции и камеры радиации. Камера конвекции печи пиролиза F-21 предназначена для подогрева в трубчатых змеевиках паро-этановой смеси и воды за счет использования тепла дымовых газов и состоит из 3 секций.

Камера радиации предназначена для проведения процесса пиролиза этана в трубчатых змеевиках. Камера радиации оборудована 150 панельными горелками типа НІТ-160 мощностью 190 кВт (по 70 штук с внутренней стороны печи и 80 штук с внешней стороны печи), позволяющими вести двусторонний нагрев радиантных змеевиков. Меньшая мощность горелок печи пиролиза этана объясняется меньшей производительностью по сырью печи пиролиза этана по сравнению с печью пиролиза бензина. В камере радиации находится 4 радиантных однопоточных змеевика с вертикально расположенными в одной плоскости трубами центробежного литья (трубы диаметром $149 \times 8,4$ мм). Общая поверхность теплообмена камеры радиации составляет $F = 171,4 \text{ м}^2$. Потоки двух радиантных змеевиков на выходе из печи объединяются в один. Таким образом из печи пиролиза F-21 выходят два потока пирогаза и направляются в ЗИА.

Этановая фракция (далее по тексту – сырье) из теплообменника Т-1 (установка 404, тит.403) поступает в коллектор этановой фракции, откуда с давлением 0,8-1,2 Мпа (8-12 кгс/см²) направляется к печи пиролиза F-21 четырьмя потоками "А", "В", "С" и "D". Расход сырья на поток 2300-3300 кг/ч и регулируется регулирующими клапанами поз.21FRC 04 А, В, С, D.

По потокам "А", "В", "D" осуществляется регулирование расходов в зависимости от температуры пирогаза перед ЗИА 760-855 оС поз.21TRCA 62 А, В, D.

Поток "С" считается основным, и регулировка температуры реализуется регулирующим клапаном поз.21PRCA 34.

Для снижения парциального давления сырье смешивают с паром П8 перед подачей в камеру конвекции печи пиролиза F-21. Давление пара П8 0,6-1,32 МПа (6,0-13,2 кгс/см²) поз.21PRA 22. Расход пара П8 на один поток

составляет 975-2300 кг/ч и регулируется регулируемыми клапанами поз. FRC 02 А, В, С, D.

Температура паросырьевой смеси на входе в печь пиролиза F-21 - камеру конвекции - 110-300 °С.

Паросырьевая смесь проходит 1-ю и 3-ю секции камеры конвекции, нагревается до температуры 450-660 оС и далее направляется в камеру радиации печи пиролиза F-21.

В камере радиации происходит процесс пиролиза в трубчатых змеевиках.

Образовавшийся пирогаз с температурой 760-855 оС поз.21TIRCA 62А, В, С, D из радиантной камеры печи пиролиза F-21 поступает в трубное пространство ЗИА Е-21А, В, работающее параллельно, где охлаждается до температуры 320-450 оС поз.21TRA 70А, В за счет испарения питательной воды в межтрубном пространстве ЗИА. Быстрое охлаждение пирогаза необходимо для прекращения вторичных реакций, ведущих к потере выхода целевых компонентов. Давление пирогаза на выходе из печи F-21 перед ЗИА должно быть не более 0,17 МПа (не более 1,7 кгс/см²).

Выработка насыщенного пара высокого давления в котлах-утилизаторах.

Котлы-утилизаторы (далее по тексту - КУ) печей пиролиза предназначены для выработки насыщенного пара высокого давления (далее по тексту – пар П128) и включают в себя на каждой печи: отделительный барабан, два ЗИА, экономайзер, пароперегреватель печи пиролиза F-15 и трубопроводы в пределах котла. Питательная вода из ЭКО пароперегревателя F-10А,В поступает в коллектор питательной воды печей пиролиза, затем направляется для подогрева в ЭКО печи пиролиза

F-15, расположенные в конвекционной камере печи пиролиза F-15 (2-ая и 4-ая секции). Образовавшаяся пароводяная смесь поступает в отделительный барабан V-15 на сепарацию.

Давление насыщенного пара в отделительном барабане V-15 10,4-12,85 МПа (106-131 кгс/см²) регистрируется по поз.15PR 23 и контролируется по манометру поз.15PI 611.

Из каждого отделительного барабана пар поступает в коллектор пара высокого давления.

Топливный газ из теплообменника Т-21 (установка 404, тит.403), с давлением 0,25-0,4 МПа, поступает в коллектор топливного газа печей пиролиза, из которого через электрозадвижку, регулирующей клапан поз.15PRCA 33 с давлением не более 0,3 МПа подается на горелки печи пиролиза. Расход топливного газа 2000-4900 м³/ч поз.15FR 05 регулируется изменением давления газа на горелки в зависимости от температуры пирогаза "основного" потока "С" на выходе из радиантного змеевика поз.15TRCA 61С. На остальных трех потоках "А", "В", "D" отклонения температуры управляются изменением расхода сырья по каждому из потоков.

Тепло к радиантному змеевику передается от излучающих стен с беспламенными горелками.

Используются горелки типа НТ 230 в количестве 150 штук (70 штук с внутренней стороны печи и 80 штук с наружной стороны печи).

На границе каждой печи (блока) установлены отсечные клапаны поз.М3 на подаче топливного газа и отсечные клапаны поз.М6 на подаче сырья в печь.

Время полного закрытия отсекающих клапанов составляет менее 12 с.

2.3 Выбор архитектуры АС

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Под профилем понимается набор стандартов, который направлен на выполнение данной задачи. Основными задачами профиля являются:

- повышение качества оборудования автоматической системы;
- снижение трудоемкости проектов автоматической системы;

- обеспечение расширяемости автоматической системы по набору прикладных функций;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач информационных систем.

В качестве профиля прикладного программного обеспечения будет использоваться SCADA-система RSView32 открытая и готовая к использованию.

Верхний уровень архитектуры включает в себя SCADA-системы, СУБД и НМИ. Взаимодействие контроллера со SCADA осуществляется через OPC-сервер.

Датчики и исполнительные устройства связаны со SCADA посредством унифицированного токового сигнала 4...20 мА, передача данных используется по линиям связи RS-485, RS-422, RS-232, а также сети TCP/IP.

Защита информации должно обеспечивать безопасность информации. Функцию защиты информации должна включать в себя функции защиты, реализуемые разными компонентами автоматической системы [1]:

- функции защиты, реализуемые операционной системой;
- функции защиты от несанкционированного доступа, реализуемые на уровне программного обеспечения промежуточного слоя;
- функции управления данными, реализуемые СУБД;
- функции защиты программных средств, включая средства защиты от вирусов;
- функции защиты информации при обмене данными в распределенных системах.

2.4 Разработка структурной схемы АС

Специфика каждой СУ определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой.

Трехуровневая структура АС приведена в приложении А.

Нижний уровень системы с распределенными устройствами сопряжения промышленных контроллеров с объектами должен включать в себя различные технические и программные средства, осуществляющие:

- сбор сигналов аварийной сигнализации,
- сбор сигналов состояния и положения регулирующих клапанов,
- измерение расхода, температуры, давления, уровня пара, газа и жидкости в трубопроводах и технологических объектах,
- выдачу команд управления задвижками и регулируемыми клапанами.

Средний (контроллерный) уровень состоит из локального контроллера.

На верхнем (информационно-вычислительном) уровне находится автоматизированное рабочее место оператора.

Информация с датчиков полевого уровня поступает на средний уровень управления локальному контроллеру (ПЛК).

Информация с локального контроллера направляется в АРМ диспетчера/оператора. Компьютерные экраны диспетчера предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления.

2.5 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации [1]. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи [1]:

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

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

Функциональная схема автоматизации приведена в приложении Б.

2.6 Разработка схемы информационных потоков

Схема информационных потоков, включает в себя три уровня сбора и хранения информации [1]:

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

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

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

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

- Расход пара П8 в змеевик, кг/ч,
- Расход бензина в змеевик, кг/ч,
- Расход топливного газа на горелки печи F-15, кг/ч,
- Давление пара П128 в отдельном барабане V-15 печи F-15, МПа,
- Давление пирогаза на выходе из печи F-15 перед ЗИА E-15А, МПа,
- Давление пирогаза на выходе из печи F-15 перед ЗИА E-15В, МПа,
- Давление пара П128 на выходе из печи F-15, МПа,
- Температура пирогаза на выходе змеевика, °С,
- Температура дымовых газов на выходе из печи F-15, °С,
- Температура дымовых газов в перевале печи, °С,
- Температура пирогаза после ЗИА E-15А печи F-15, °С,
- Температура пара П128 на выходе из печи F-15, °С,
- Шибер 1541 закрыт/открыт;
- Задвижка 15М1 закрыта/открыта;
- Задвижка 15М4 закрыта/открыта;
- Задвижка 15М5 закрыта/открыта;

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

AAA_BBBB_CCCC, где

AAA – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа, может принимать следующие значения:

- F15 – печь F-15;
- BBBB – параметр 3 символа:
- FIRC – расход регулируемый;
- FIR – расход;
- PIRC – давление регулируемое;
- PIR – давление;
- TIRC – температура регулируемая;
- TIR – температура;
- M41 – шибер 15M41;
- M1 – задвижка M1;
- M4 – задвижка M4;
- M5 – задвижка M5;

CCCC – объект контроля или управления, не более 4 символов:

- 75 A – змеевик A;
- 75 B – змеевик B;
- 75 C – змеевик C;
- 75 D – змеевик D;
- OPN – открыт;
- CLS – закрыт;
- MOV – в движении;
- ALM – авария;

Таблица состава (перечня) вход/выходных сигналов (измерительных и управляющих) приведена в приложении В.

Информация для специалистов структурируется наборами экранных форм АРМ. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы. На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате XML.

Сохранение данных в базе данных происходит при помощи модуля истории HISTORY. Данные, хранящиеся более трех месяцев, прореживаются для обеспечения необходимой дискретности.

2.7 Выбор средств реализации

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

Программно-технические средства АС ТП печи F-15 включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

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

2.7.1 Выбор контроллерного оборудования

В качестве контроллерного оборудования были рассмотрены следующие варианты: Siemens SIMATIC S7-400H, Allen-Bradley, Schneider Electric Modicon M238.

Для реализации поставленных задачи и функций достаточно использовать промышленный контроллер Siemens SIMATIC S7-400 (рисунок 1). SIMATIC S7-400 – это модульный программируемый контроллер,

предназначенный для построения систем автоматизации средней и высокой степени сложности. Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства.



Рисунок 1 – Siemens SIMATIC S7-400H

- Программируемые контроллеры с резервированной структурой, обеспечивающие высокую надежность функционирования системы управления.
- Резервирование всех основных функций на уровне операционной системы центральных процессоров.
- Высокий коэффициент готовности, обеспечиваемый применением переключаемых конфигураций системы ввода-вывода.
- Возможность использования стандартных конфигураций систем ввода-вывода.
- Горячее резервирование: автоматическое безударное переключение на резервный блок в случае отказа ведущего бока.
- Конфигурации на основе двух стандартных или одной специализированной монтажной стойки.

- Использование резервированных сетей PROFIBUS DP для повышения надежности функционирования системы распределенного ввода-вывода.

S7-400H состоит из двух идентичных подсистем, работающих по принципу «ведущий-ведомый». Обе подсистемы связаны оптическими кабелями синхронизации и выполняют одну и ту же программу. Управление процессом осуществляет ведущая подсистема. В случае отказа функции управления безударно переводятся на ведомую подсистему.

Технические характеристики процессорного модуля CPU412 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики SIMATIC S7-400H

Параметры	Значение
Рабочая память	256 Кбайт
Загрузочная память	512 Кбайт
Расширение картой памяти	64 Мбайт
Сохранение данных при перебоях в питании	Нет
Время выполнения операций, не менее:	75 нс, кроме с плавающей точкой (225 нс)
Таймеры и счетчики	2048
Функциональные блоки FB	1500
Адресное пространство ввода/вывода	4 Кбайт
Интерфейс MPI/DP	2 Кбайт
Потребляемый ток, не более	150 мА
Типы интерфейсов	RS-485, Ethernet, PROFINET
Протоколы передачи	Modbus RTU, АСІІ
Дискретные ІО	До 1024
Аналоговые ІО	До 256

2.7.2 Выбор датчика давления

Для измерения давления был проведен сравнительный анализ (таблица 2) следующих видов датчиков давления:

- Yokogawa EJXA;
- Метран-75;
- JUMO dTRANS p02.

Таблица 2 – Сравнительный анализ датчиков давления

Параметры	Yokogawa EJXA	Метран-75	JUMO dTRANS p02
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измерения	-1 ... 100 бар	-1 ... 250 бар	-1 ... 100 бар
Предел допускаемой погрешности	0,05%	0,05%	0,1%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА+HART
Взрывозащищенность	Ex (ExiaCT6 X), Exd (1ExdIICT6)	0Ex ia IIC T1...T6 Ga X	ExiaCT6
Степень защиты от пыли и воды	IP65	I IP54, IP65	IP66
Межповерочный интервал	3 года	4 года	4 года
Цена	101 500	132 000	84000

Для решения поставленных задач будем использовать датчик давления JUMO dTRANS p02, т.к. имеет выходной сигнал 4-20 мА с протоколом HART, удовлетворяет по степени защиты и взрывозащиты, приведенная погрешность находится в рамках допустимой, при этом межповерочный интервал составляет 4 года, а цена по сравнению со всеми рассмотренными аналогами намного ниже.



Рисунок 2 – Преобразователь давления JUMO dTRANS p02

Преобразователи JUMO dTRANS p02 DELTA служат для измерения давления и дифференциального давления агрессивных и неагрессивных газов, паров и жидкостей. Измерительные преобразователи давления работают по пьезорезистивному принципу. Унифицированный выходной сигнал постоянного тока прямо пропорционален входному давлению. При измерении расхода возможно установить корневую зависимость выходного сигнала от входного давления. При взрывозащищенном исполнении «Ex ia IIC» преобразователь давления может быть установлен внутри взрывоопасной зоны 1 для соединения с зоной 0. Для особых случаев применения, например, для измерения высоковязкой среды, JUMO dTRANS p02 DELTA поставляется с различными мембранными разделителями.

Таблица 3 – Комплектация и технические характеристики JUMO dTRANS p02

ТИП	404385/1-464-405-583-20-06-0/627,681
Параметры	464 – диапазон измерений -1 ... 100 бар
Диапазон заводской настройки	0... 4 МПа
405 – выход	4-20 мА с HART протоколом
583 – подключение к процессору	M20x1,5
20 – материал соединения	Нержавеющая сталь 1,4401

Продолжение таблицы 3

06 – электрическое соединение	Винтовые клеммы
0 – заполнение изм. системы	нет
627 – взрывозащиты	Exd
681 – расширенный диапазон температуры окружающей среды	(-50...85) С
Предел допускаемой основной приведенной погрешности	±0,1%
Диапазон температуры измеряемой среды	(-40...115) С
IP66, Кабельный ввод	M20x1,5
В комплекте	2х вентильный блок с дренажом, присоединение к датчику прямое, присоединение к среде – резьба M20x1,5 с накладной гайкой и ниппелем под приварку уплотнительные фторопластовые кольца. Монтажный кронштейн для крепления на стену или трубу. Паспорт, инструкция, разрешительная документация, сертификаты.

Диапазон измерений настроить для каждого измеряемого параметра согласно таблице 4.

Таблица 4 – Дополнительные настройки в зависимости от измеряемой среды

Назначение	Диапазон измерения
Давление бензина в трубопроводе печи F-15	-1...100 бар
Давление пара П-8 в трубопроводе в печь F-15	-1... 25 бар
Давление топливного газа в трубопроводе на горелки печи F-15	-1... 4 бар
Давление пирогаза в трубопроводе на выходе	0...0,6 МПа
Давление бензина в трубопроводе каждого из четырех	-1... 25 бар
Давление пара в отделительном барабане V-15, давление пара П128 в трубопроводе на выходе из печи F-15	-1... 600 бар
Давление в дымоходе на выходе из конвекции печи F-15	-1... 25 бар

2.7.3 Выбор расходомера

Для измерения расхода бензина в каждом трубопроводе из четырех змеевиков печи F-15 были рассмотрены датчики расхода:

- Endress+Hauser Promass 80F25;
- Метран-350 ОНТ Annubar;
- Micro Motion R;

Сравнительная таблица приведена в таблице 4.

Техническая характеристика	Endress+Hauser Promass 80F25	Метран-350 ОНТ Annubar	Micro Motion R
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0,15%	±0,75%	±0,00175%
Выходной сигнал	4...20мА SIL HART частотный +	4...20мА/HART	4...20мА/HART
Взрывозащищенность	Ex dia ICC	Ex, Exd	Ex, Exd
Межповерочный интервал	3 года	3 года	3 года
Цена	213 000	285 000	324 000

Из таблицы 4, выбираем массовый расходомер Endress+Hauser 80F. Данный выбор основан на том, что точность меньше, чем у других рассмотренных вариантов, однако является достаточной для технологического процесса, при этом выходной сигнал является унифицированным 4...20 мА с HART протоколом, исходя из экономических показателей отдаем предпочтение этому варианту.



Рисунок 3 – Endress+Hauser 80F

Promass F известен, как прибор, способный осуществлять высокоточные измерения при изменяющихся условиях процесса. Расходомер подходит для самых различных областей применения. Обладает расширенным функционалом, таким как использование программного обеспечения для налива и дозирования, измерение концентрации или расширенной диагностики в сочетании с преобразователем Promass 83 с сенсорным управлением и четырехстрочным дисплеем.

Преимущества:

- Модульная конструкция и удобное меню настройки позволяют повысить эффективность использования расходомера;
- Программные функции дозирования и измерения концентрации, расширяющие область применения расходомера;
- Функция диагностики и резервного копирования данных для повышения качества процесса;
- Одновременное измерение нескольких параметров процесса;
- Устойчивость к вибрациям благодаря сбалансированности двухтрубной измерительной системы;
- Стойкость к внешним воздействиям благодаря специальной жесткой конструкции сенсора;
- Простая установка без прямых участков до и после расходомера.

В таблице 5 указаны технические характеристики и комплектация.

Таблица 5 – Технические характеристики и комплектация

Принцип действия	Кориолисовый
Материал измерительных трубок	Alloy C-22+нерж. Сталь, НТ, серт. На мат. (кожух + смачиваемые части) НТ – высокая температура
D6S Присоединение к процессору	PN40 паз, 316L/1.4404, EN1092-1-D
A – Калиброванная точность	0,15% по расходу
Калиброванная плотность	0,00005 г/см ³
Сертификат	ATEX 2GD+ IECEx Z1, 21. Ex dia C Ex tD A21 Z=зона
7 – Тип корпуса	Разнесенный, полевое исполнение IP67 NEMA4X

Продолжение таблицы 5

А – кабельный ввод	Сальник под резьбу М20 (ЕЕх d>резьба М20)
F – источник питания	20-55В пер.т/16-62В пост.т
Диспей	2-строчн., с нажимными кнопками, русский + восточноевропейские языки меню
А – настройка	Стандарт, жидкость
Функциональность ПО	Базовая версия
А – выходной сигнал	4-20 мА SIL HART + частотный
Фланец	4-25-40, 128, Ст20
Прокладка	ПОН-Б, В-25-40, ГОСТ 15180-86
Шпилька АМ12х080	Ст35, для фланцевого соединения РУ до 100 атм
Гайка	АМ12, Ст25, 20х13, ГОСТ 9064-75
Кабельный ввод	СМР20 ТЗСДС NI, М20

Для расхода топливного газа в трубопроводе на горелки печи F-15 используем вихревой расходомер KROHNE OPTISWIRL 4070 (рисунок 4).



Рисунок 4 – KROHNE OPTISWIRL 4070

Универсальный вихревой расходомер

- Встроенная компенсация по температуре и давлению
- Стандартная опция компенсации температуры для насыщенного пара

- Все приборы в 2-проводном исполнении

OPTISWIRL 4070 остается первым вихревым расходомером, который имеет встроенную компенсацию по температуре и давлению в 2-проводном исполнении. Прибор обеспечивает надежное измерение рабочего расхода, стандартного объемного и массового расхода проводящих и непроводящих жидкостей, газов и пара даже при колебаниях температуры и давления.

Преимущества:

- 2-проводное исполнение прибора со встроенной компенсацией температуры и давления
- Износоустойчивая конструкция из нержавеющей стали с высокой степенью устойчивости к коррозии, давлению и температуре
- Максимальная надежность и стабильность измерения благодаря интеллектуальной обработке (ISP)
- Быстрый ввод в эксплуатацию plug & play
- Первичный преобразователь не требует постоянного технического обслуживания
- Программное обеспечение РАСТ предоставляется бесплатно
- Давление и температура доступны в протоколе HART

В таблице 6 приведены технические характеристики и комплектация.

Таблица 6 – Технические характеристики и комплектация OPTISWIRL 4070

Принцип действия	Вихревой
Подсоединение	DN100
Класс давления	PN16, EN 1092-1
Поверхность фланцев	Форма С по EN 1092-1
Размер сенсора	DN100
Материал сенсора	Нерж. сталь 1.4404 (316L)
Корпус конвертера	Алюминий со стандартным покрытием;
Версия программы	Компенсация плотности для газов

Исполнение	Компактное
Взрывозащита	1Ex d iad
Шильдик	транспортный
Датчик давления	Встроенный датчик на 6 бар
Выход	4...20 мА+HART, импульсный
Дисплей	ЖКИ с кнопками
Кабельный ввод	M20x1,5
Язык дисплея	Английский
Калибровка	По 3-м точкам, сертификат
Напряжение питания	14...30 V DC
Погрешность при референс условиях	±1% для газа и пара, ±0,75% для жидкостей
Категория защиты	IP66/67
Температура измеряемой среды	-40 ... +240 С
Вязкость измеряемой среды	Не более 10 сП
Межповерочный интервал	4 года
Среда	Топливный газ
Температура среды	90 С
Давление	3,5 кгс/см ²
Расход	425 ... 4900 нм ³ /час
Трубопровод	150 мм
Ответный фланец	DN 100 PN 16

Для расхода пара П8 в трубопроводе в каждом из четырех змеевиков печи F-15 используем вихревой расходомер 80 мм фирмы Yokogawa, модель DY080 (рисунок 5).



Рисунок 5 – Yokogawa DY80

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

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

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

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

Принцип действия вихревого расходомера

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

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

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

Технические характеристики и комплектация Yokogawa DY80 приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики и комплектация Yokogawa DY80

Принцип действия	Вихревой
Соединение технологической линией	Фланцевое соединение DIN PN40
Отверстия под кабельные выводы	Внутренняя резьба ISO M20x1,5
Дисплей	Без дисплея
Высокотемпературная версия	Для жидкостей и пара
Температура рабочей среды	-29 ... +450 С
Взрывозащита	Взрывобезопасное исполнение CENELEC ATEX
Шильдик из нержавеющей стали	Шильдик из SUS304, крепится на корпусе вторичного преобразователя
Мультипараметрический тип	В вихрепреобразователь встроен датчик температуры (Pt100)

К комплекту необходимо добавить вторичный преобразователь вихревого расходомера Yokogawa DYA-E4D. Комплектация и технические характеристики приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Комплектация и технические характеристики Yokogawa DYA-E4D

Выходной сигнал	4...20 мА
Протокол связи	HART
Отверстия под кабельные вводы	Внутр. Резьба ISO M20x1.5
Дисплей	С дисплеем
Мультипараметрический тип	В вихрепреобразователь встроен датчик температуры (Pt1000)
SCT-шпильдик из нержавеющей стали	Шпильдик из SUS304, крепится на корпусе вторичного преобразователя

2.7.4 Выбор датчика температуры

В качестве датчиков температуры были рассмотрены следующие варианты:

- Метран-288;
- Овен ДТС5.И;
- WIKA TC10L.

Результаты сравнения занесены в таблицу 9.

Таблица 9 – Таблица сравнения датчиков температуры

Критерии выбора	Метран-288	ОВЕН ДТС5.И	WIKА TC10L
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измерения температуры:	-100...+1200°С	-50... +1300°С	-200 + 1800°С
Предел допускаемой погрешности	0,0125%	0,25%	0,25%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА +HART
Межповерочный интервал	4 года	2 года	4 года
Цена	73 500	34 400	52 000

Исходя из таблицы 9, выбираем датчик температуры WIKА TC10L (рисунок 6). Так как диапазон измерения довольно широк и входит в диапазоны измерения для нашего технологического параметра. Стоимость ниже чем у Метран-288, при этом используется выходной сигнал 4-20 мА с HART протоколом, в чем ограничен датчик температуры фирмы ОВЕН, а также межповерочный интервал датчика ОВЕН составляет 2 года, что в 2 раза меньше чем других рассмотренных.



Рисунок 6 – Датчик температуры WIKА TC10-L

Термопары данной серии могут использоваться в сочетании с большим количеством конструкций защитных гильз. Использование без защитных гильз запрещено.

Для термометров доступен широкий спектр возможных комбинаций чувствительного элемента, соединительной головки, длины погружения, длины шейки, присоединения к защитной гильзе и т. д., поэтому они пригодны для соединения с самыми различными типами защитных гильз.

Особенности

- Сертификат испытаний (ATEX);
- Измерительная вставка (заменяемая);
- Для различных типов защитных гильз.

Технические характеристики и комплектация приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики и комплектация WIKA TC10-L

Взрывозащита	EExd, головка 8000W (алюминий)
Кабельный вход	M20x1.5, с кабельным вводом металлич. Ex-d, 6...12 мм, шейка 150 мм, присоединение к процессу/гильзе M12x1,5
Длина погружения	259 мм
Выходной сигнал	4...20 мА + HART
Диапазон окружающей температуры	-50 ... +85 С
Защитная гильза	TWxx-X

В зависимости от измеряемого параметра необходимо заказать термомпары с разной настройкой диапазона измерений (таблица 11).

Таблица 11 – Настройка диапазона измерений термомпары в зависимости от измеряемого параметра

Измеряемый параметр	Диапазон измерения
Температура пирогаза в трубопроводе на выходе каждого из четырех змеевиков печи F-15	+700 ... +900 С (ошибка выше шкалы, SIL2)
Температура в змеевике конвекции печи F-15	0... +800 С
Температура дымовых газов на выходе из печи F-15	0... +400 С
Температура дымовых газов на перевали печи F-15	0... +1300 С
Температура пара П128 на выходе из печи F-15	0... +400 С
Температура паросырьевой смеси после I секции	0... +400 С

2.7.5 Выбор уровнемера

В качестве уровнемеров были рассмотрены следующие варианты:

- Invensys 244LD;
- Rosemount 5300;
- Сапфир-22МП ДУ.

Результаты сравнения приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Сравнение датчиков уровня

Критерии выбора	Invensys 244D	Rosemount 5300	Сапфик-22 МП ДУ
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Самодиагностика	Да	Да	Нет
Предел допускаемой погрешности	0,2%	0,01%	0,25%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА+HART	4–20мА
Межповерочный интервал	4 года	4 года	2 года
Цена	44 000	65000	28 000

В результате сравнения выбран датчик уровня Invensys 244D (рисунок 7), так как полностью удовлетворяет заданным функциям, при этом дешевле чем радарный уровнемер Rosemount 5300. Сапфир-22 МП ДУ не подходит, не смотря на его низкую стоимость, так как нет протокола HART, межповерочный интервал 2 года, а также нет самодиагностики.



Рисунок 7 – Датчик уровня Invensys 244D

Интеллектуальный буйковый уровнемер 244LD оптимально подходит для высокоточного измерения уровня жидкости, плотности жидкости и уровня раздела фаз при температурах от -198°C до $+500^{\circ}\text{C}$ и давлении до 42 МПа. Класс точности уровнемеров 244LD – 0,2.

О приборе – буйковый уровнемер высокой точности:

- Только 244LD позволяет решать указанные задачи без погрешностей/или максимально точно в температурном диапазоне от -198°С до +500°С;
- Это интеллектуальный комплект из датчика и интеллектуального блока, который дает новые компенсационные и коммуникационные возможности;
- 244LD отличается высокой надежностью и отказоустойчивостью;
- Использует выходной токовый сигнал 4–20 мА, а также коммуникационный протокол HART;
- Оснащен надежным интеллектуальным блоком производства DDTOP совместно с FOXBORO.

Характеристики уровнемеров 244LD

- работает при температуре от -198°С до +500°С и при избыточном давлении до 420 Атм;
- диапазон измерения: 300...3000 мм (возможны исполнения по спец. запросу);
- выходные сигналы – 4~20/20~4 мА и HART;
- класс точности -0,2.

Технические характеристики и комплектация приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики и комплектация Invensys 244D.

Принцип действия	Буйковый
Материал корпуса	Нержавеющая сталь 1.4404 (316L)
Температура применения	-60...400 С
Фланец присоединения	DN80
Монтаж электронного блока	Правосторонний
Версия	Базовая
Выходной сигнал	4...20 мА, HART
Взрывозащита	Зона ПСТ6, 1ExiaПСТ6
Длина буйка	500 мм

2.7.6 Выбор исполнительных механизмов

В данном разделе необходимо выбрать устройство реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа. В качестве регулирующего клапана будем использовать клапаны Masoneilan 35 серии Камфлекс (рисунок 8).



Рисунок 8 – Регулирующий клапан Masoneilan 35-Камфлекс

Уникальная конструкция клапана Камфлекс с эксцентрически вращающимся сегментным плунжером позволила совместить в одной конструкции преимущества вращательного движения с лучшими свойствами подъемных регулирующих клапанов. Подъемно-поворотное движение регулирующего органа исключает трение пары «плунжер-седло», что предотвращает износ наиболее ответственных деталей и узлов клапана. Конструкция самоустанавливающегося плунжера на упругой ножке обеспечивает работу с высокими перепадами давлений и гарантирует стабильно высокую герметичность при перекрытии потока.

При этом дополнительно к клапану необходим интеллектуальный позиционер Masoneilan SVI2AP-2 и фильтр регулятор Masoneilan 78.4 (0).

Технические характеристики и комплектация клапана с позиционером приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики и комплектация клапана с позиционером Masoneilan

Конструкция клапана	Поворотная сегментная арматура
Присоединение	Фланцевое форма R13, впадина
Материал корпуса	WCC,
Материал плунжера	Стеллит
Класс протечки	IV. Характеристика равнопроцентная
Дополнительно	Два манометра
Пневмопривод	Стандарт
Взрывозащита	1ExdПВТ6/Н2
Управляющий сигнал	4...20 мА
В комплекте	Отв. Фланцы, прокладки, фитинг по трубку 8x1 мм

В зависимости от регулируемого параметра, необходимо заказать клапаны под разные диаметры труб, пневмопитания, положения безопасности, которые приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Дополнительные параметры клапанов в зависимости от регулируемого параметра

Регулируемый параметр	Условный диаметр, мм	Пневмопитание, бар	Положение безопасности
Расход пара П8 в каждый из четырех змеевиков печи F-15	Ду100	2,1	НО
Расход бензина в каждый из четырех змеевиков печи F-15	Ду25	1,4	НЗ
Давление топливного газа в трубопроводе горелки печи F-15	Ду100	1,8	НЗ
Уровень воды в отделительном барабане V-15	Ду50	3	НЗ
Аварийный сброс воды из отделительного барабана V-11	Ду50	3,8	НЗ

2.8 Разработка схемы внешних проводок

Все полевые датчики передают выходной сигнал в унифицированном токовом сигнале 4-20 мА.

Для передачи сигналов от датчиков давления, температуры, расходомеров, уровнемеров и системы мониторинга на щит КИПиА используются по три провода, а для сигнализаторов – два провода. В качестве кабеля выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

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

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

2.9 Разработка алгоритмов

В данном разделе осуществляется описание алгоритмов автоматизированной системы управления технологическим процессом печи пиролиза F-15 цеха пиролиза углеводородов нефти и ректификации ароматических углеводородов производства мономеров. Алгоритмы должны быть реализованы в программном обеспечении системы. Функции системы включают в себя:

- сбор информации о технологических параметрах, участвующих в системе управления и в системе противоаварийной защиты;
- обработку технологических параметров;
- контроль состояния технологического оборудования;
- автоматическое срабатывание аварийных блокировок и защит;
- обработку и выполнение команд управления, поступающих с АРМ;
- обработку и выполнение команд управления, поступающих с "поля";
- выполнение программ останова.

ПО разрабатывается с помощью программных продуктов "CENTUM CS3000" и "ProSafe-RS" компании "Yokogawa" и основывается на принципах, заложенных в данных системах. При разработке ПО сохранены состав и порядок выполнения функций, описанных в технологическом регламенте, алгоритмических схемах и в требованиях технического задания.

Внутри станции управления РСУ структура и состав алгоритмов разбиты на отдельные модули (DR0001... DR0200). Наименования применяемых алгоритмических модулей приведены в соответствии с технологическими подсистемами. Каждый модуль представляет собой описание отдельной стадии технологического процесса и является функционально законченным элементом алгоритма с соответствующими связями взаимодействия с другими алгоритмическими модулями.

Входными данными алгоритмов являются входные сигналы РСУ и ПАЗ:

- аналоговые сигналы (контролируемые технологические параметры);

– TE – сигналы температуры от термопар типа хромель-алюмель ХА(К), температуры от термометров сопротивления типа "ТСП";

– PT, PDT, FT – токовые (4-20) мА сигналы от датчиков давления или датчиков перепада давления, от датчиков расхода;

– внутренние двоичные параметры.

Все сигналы системы управления поступают на модули ввода/вывода контроллеров РСУ, где масштабируются, обрабатываются, проверяются на достоверность и далее используются в алгоритмах работы.

Внутренние двоичные параметры (команды управления, состояния блокировок, положения исполнительных механизмов и т.д.) имеют активное состояние (значение обрабатываемого параметра равно логической "1") и не активное состояние (значение обрабатываемого параметра равно логическому "0"). Обрабатываемый параметр может принимать значение "1" или "0" в зависимости от алгоритма работы, основанного на технологическом регламенте.

Результатами решений являются сформированные управляющие воздействия на исполнительные механизмы и устройства. Выходными сигналами являются дискретные тэги устройств, активное значение которых зависит от конечного оборудования, а также управляющие аналоговые сигналы.

2.10 Моделирование автоматического регулирования технологическим параметром

В процессе работы печи пиролиза F-15 необходимо поддерживать давление топливного газа в горелке. В качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем давление топливного газа в горелке. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

Функциональная схема системы поддержания температуры в подогревателе приведена на рисунке 9.

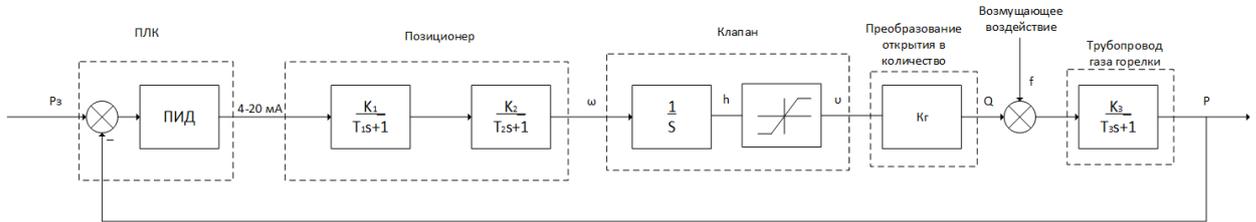


Рисунок 9 – Функциональная схема поддержания давления в горелке

Объектом управления является входной трубопровод газа горелки. С панели оператора задается давление, которое необходимо поддерживать в горелке. Далее это давление подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на позиционер, который воздействует на клапан. Клапан преобразует открытие в количество вещества в результате чего происходит изменение давления газа в горелке.

Линеаризованная модель системы управления описывается следующим набором уравнений.

Клапан с позиционером:

$$T_1 \frac{df}{dt} + f = k_1 \cdot I$$

$$T_2 \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_2 \cdot f$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega$$

$$v = k\varphi$$

Трубопровод газа горелки и преобразование открытия клапана в количество вещества:

$$Q = k_2 v$$

$$T_3 \frac{d\theta}{dt} + \theta = k_3 \cdot Q$$

Здесь:

I – токовый сигнал управления;

f – Частота напряжения подаваемого на статор;

ω – угловая скорость двигателя;

h – перемещение заслонки;

Q – количество вещества;

P – давление газа в трубопроводе горелки.

Исходные данные приведены в таблице 15.

Таблица 16 – Исходные данные

K_1	T_1	k_2	T_2	K_3	T_3	K_T
15	0.2	20	0.08	0.075	225	2000

В процессе управления объектом необходимо поддерживать давление на выходе равное 8 МПа, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает ступенчатое воздействие, которое в момент запуска программы меняет свое значение с 0 до 65.

Модель с выделенными блоками показана на рисунке 10.

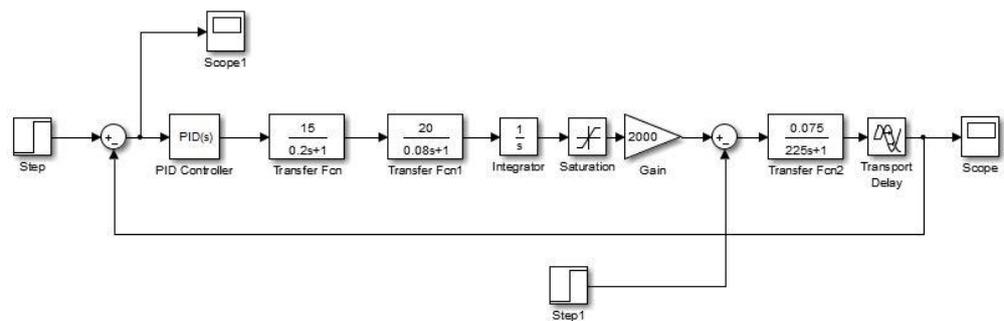


Рисунок 10 – модель АСУ УКПН

График переходного процесса САУ мы можем наблюдать на рисунке

11.

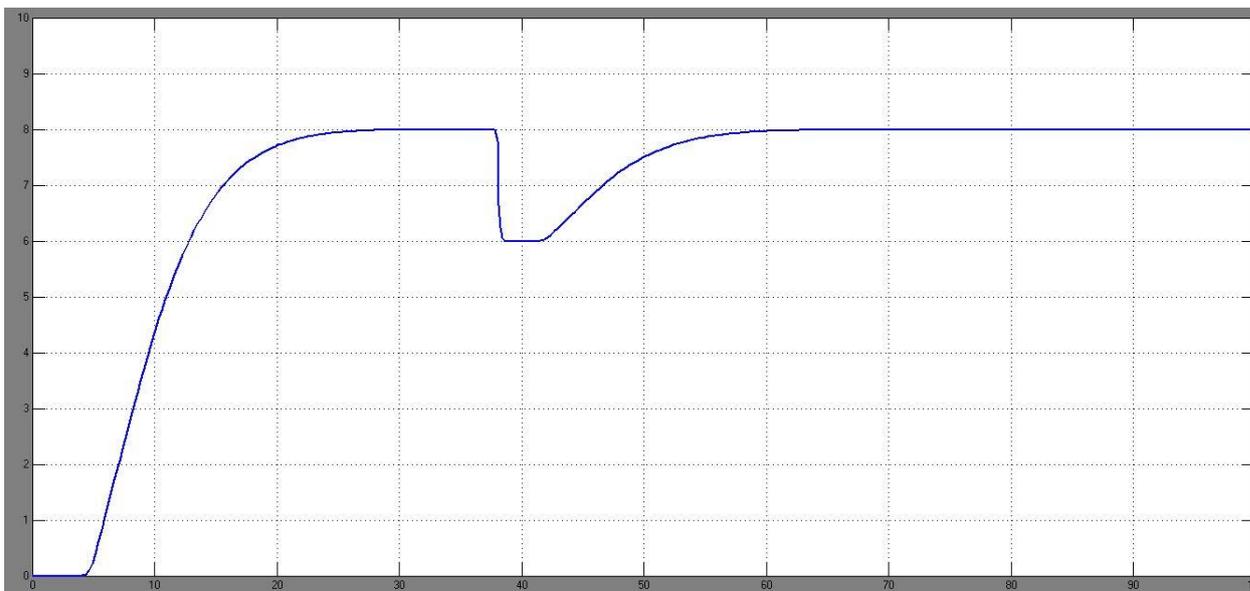


Рисунок 11 – График переходного процесса

Из данного графика видно, что процесс монотонный. Время переходного процесса примерно 25 сек. Ошибка перерегулирования равна нулю. На 38 секунде введено возмущающее воздействие. Как видно система с ним справляется.

2.11 Экранные формы

АРМ оператора печи пиролиза F-15 является расширением существующего АРМ оператора 10 печей пиролиза установки пиролиза углеводородов нефти производства Мономеров ООО "Томскнефтехим". АРМ оператора предназначено для визуализации данных и управления технологическим процессом АСУ печи пиролиза F-15 производства мономеров ООО "Томскнефтехим".

ПО для АРМ оператора функционирует на станции оператора, представляющей собой персональный компьютер. ПО разработано на базе программного пакета CENTUM CS3000 (Yokogawa) и обеспечивает для АРМ оператора выполнение следующих функций:

- визуализацию технологического процесса;
- передачу данных, введенных оператором в ПЛК;
- реализацию функций управления технологическим оборудованием в дистанционном режиме;

- формирование и вывод на экран сообщений;
- квитирование сообщений;
- вывод сводок на принтер;
- визуализацию архива сообщений.

2.11.1 Разработка дерева экранных форм

Экран дисплея поделен на две части. В верхней части экрана расположено окно системных сообщений, в нем отображаются последние сигнализации и служебные кнопки. Остальная часть экрана предназначена для отображения основного и дополнительных окон управления и контроля. В полноэкранный режим отображается одно основное окно управления и контроля. Дерево экранных форм (рисунок 12) позволяет пользователю системы переходить из окон верхнего уровня структуры в окна нижнего уровня. Все окна сгруппированы по типу передаваемой информации.

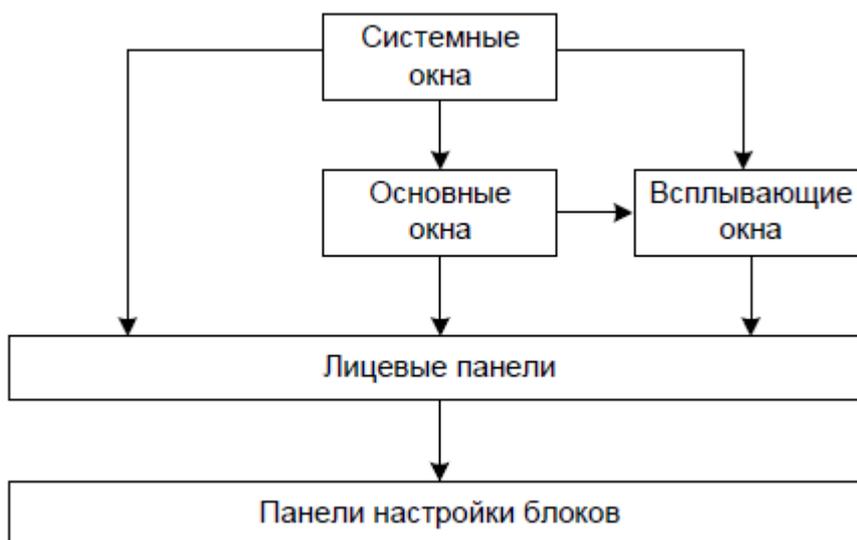


Рисунок 12 – Дерево экранных форм

2.11.2 Главное меню

Верхняя рабочая панель (рисунок 13) предназначена для вызова информационных и системных окон, а также для перемещения по иерархической структуре пользовательских окон.

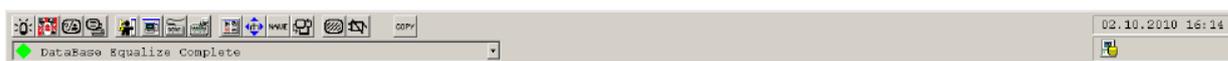


Рисунок 13 – Верхняя рабочая панель оператора

Кнопки, расположенные в верхней части панели, выполняют следующие функции (таблица 17).

Кнопка	Функции
	вызов окна сигнализаций процесса;
	вызов окна системных сообщений;
	вызов окна информационных сообщений;
	вызов окна "Монитор сообщений";
	вызов окна входа в систему;
	меню вызова системных окон (выполняет часть функций Панели инструментов и вызывает программу просмотра отчетов);
	меню операций (выполняет часть функций Панели инструментов);
	меню заданных окон (открывает окна, заданные пользователем);
	вызов Панели инструментов;
	вызов Навигатора;
NAME	вызов окна по имени;
	переключение окон;
	закрытие всех окон;

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

Студенту:

Группа	ФИО
3–8А21	Зубарев Антон Александрович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АИКС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Управление в технических системах

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Рахимов Тимур Рустамович	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8А21	Зубарев Антон Александрович		

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

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются крупные предприятия нефтегазодобывающей отрасли. Научное исследование рассчитано на предприятия по переработке нефти и газа. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система управления печи пиролиза F-15.

В таблице 18 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» – ООО «Томсктрансгаз», «Б» – ООО «Нипинефть», «В» – ООО «Восток газпром»

Таблица 18 – Карта сегментирования рынка

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

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

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 19). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления пиролиза печи F-15, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 19 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,3	5	4	3	1,5	1,2	0,9
Удобство в эксплуатации	0,05	3	2	5	0,15	0,1	0,25
Помехоустойчивость	0,04	4	5	2	0,16	0,2	0,08
Энергоэкономичность	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
Надежность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Безопасность	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	4	1	3	0,12	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	2	3	3	0,06	0,09	0,09
Цена	0,06	3	4	3	0,18	0,24	0,18
Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	5	3	5	0,3	0,18	0,3
Послепродажное обслуживание	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Итого:	1	50	45	47	4,23	3,64	3,63

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

3.3 SWOT – анализ

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

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 20.

Таблица 20 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Экономичность и энергоэффективность проекта С2. Экологичность технологии С3. Более низкая стоимость С4. Наличие бюджетного финансирования С5. Квалифицированный персонал	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа проекта Сл2. Отсутствие у потребителей квалифицированных кадров Сл3. Мало инжиниринговых компаний, способной построить Сл4. Отсутствие необходимого оборудования Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Использование существующего программного обеспечения В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	В1, В3 – С1, С2, С3 Разработка новой печи позволит эффективнее и экологически безопаснее расходовать топливо. В3, В4, В5 – С4, С5 На новой базе производства более высокий стандарт качества продукции и её стоимости.	В1, В3 – Сл1, Сл2, Сл3 В отсутствии аналогичных проектов занимает долгий и дорогое проектирование В1, В3 – Сл4, Сл5 Долгое переоборудование установки занимает большой простой производства.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства	У1, У2 – С1, С3 В случае отсутствия спроса то технологию можно применить во многих других отраслях У4 – С5	У5 – Сл4 Несвоевременное финансирование необходимо принять меры по наличию запаса средств на реализацию проекта.

У3. Ограничения на экспорт технологии У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Наличие дополнительных государственных требований снижает риск возникновения появления конкурентных производств.	У2 – Сл2 В случае отсутствия квалифицированного рабочего персонала по обслуживанию установки создать учебную базу
---	--	--

Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения возможных альтернатив проведения научных исследований использовался морфологический подход, основанный на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения объекта исследования.

В рамках данного исследования были выделены три альтернативных варианта проведения исследования. 1 оптимальный представлен в таблице без заливки.

Таблица 3 – Таблица альтернатив проведения научных исследований

	1	2	3
Количество разработчиков	2	1	1
Средства автоматизации	Контроллеры Siemens, полевое оборудование Метран	Контроллеры Allen-Bradley, полевое оборудование ОВЕН, Rosemount, WIKA	Контроллеры Yokogawa, полевое оборудование Метран, Rosemount
Языки программирования	CFC, FBD, LD, ST	CFC, ST	LD, FBD, ST
Возможность наращивания	До 128 точек	До 64 точек	До 512 точек
Сроки выполнения	Установленные сроки по ТЗ	Установленные сроки по ТЗ, включая переговоры	Установленные сроки по ТЗ
Языковая локализация проекта	Более чем 2 страны	2 страны	2 страны

3.3.1 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, инженер
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер
	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
	12	Составление схемы информационных потоков	Инженер
	13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер
	16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер
	17	Проектирование SCADA-системы	Инженер
	18	Составление пояснительной записки	Инженер

3.4 Разработка графика проведения научного исследования

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

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

В таблице 22 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 22 – временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t min	t max	t ож			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	1	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	1	3,2	5
Изучение существующих объектов проектирования	2	5	3,2	1	3,2	5
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	1	3	1,8	1	1,8	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	4	2,8	1	2,8	4
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Оценка эффективности полученных результатов	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Определение целесообразности проведения ОКР	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	2	1,4	1	1,4	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	1	0,7	1

Таблица 24 – материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб вар.1	Цена за ед., руб вар.2	Цена за ед., руб вар.3	Затраты на материалы вар.1	Затраты на материалы вар.2	Затраты на материалы вар.3
Контроллер "Siemens S7-400H"	шт.	1	328 000	450 000	275 000	410 000	562 500	343 750
Датчики давления JUMO dTRANS p02	шт.	12	84 000	140 000	60 000	1 159 200	2 100 000	900 000
Уровнемер Invensys 244LD	шт.	4	44 000	37 000	60 000	202 400	185 000	300 000
Датчик расхода Endress+Hauser Promass 80F25	шт.	1	213 000	210 000	170 000	244 950	262 500	212 500
Датчик расхода KROHNE OPTISWIRL 4070	шт.	4	122 000	160 000	100 000	561 200	800 000	500 000
Датчик расхода DY080	шт.	4	137 000	147 000	145 000	630 200	735 000	725 000
Датчик температуры WIKA TC10-L	шт.	12	52 000	70 000	48 000	717 600	1 050 000	720 000
Клапан Masoneilan 35-Камфлекс	шт.	4	113 000	110 000	160 000	542 400	550 000	800 000
Пневмопривод	шт.	4	126 500	140 000	127 480	632 500	700 000	637 400
Итого:						5 100 450	6 945 000	5 138 650

3.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Siemens S7-400. В таблице 25 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 25 – расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования вар 1	Цена единицы оборудования вар 2	Цена единицы оборудования вар 3	Общая стоимость вар1	Общая стоимость вар2	Общая стоимость вар3
CENTUM CS3000	25	78 800	60000	98900	1 970 000	1 500 000	2 472 500
итого:					1 970 000	1 500 000	2 472 500

3.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 26, 27, 28.

Таблица 26 – основная заработная плата вар.1

Исполнители	Тарифная заработная плата в час	Районный коэффициент	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	100	1,3	4	452,4
Инженер	56	1,3	39	2470,1
Итого:				2922,5

Таблица 27 – основная заработная плата вар.2

Исполнители	Тарифная заработная плата в час	Районный коэффициент	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	100	1,3	20	2262
Инженер	56	1,3	100	6333,6
Инженер	56	1,3	102	6460,27
Итого:				12793,9

Таблица 28 – основная заработная плата вар.3

Исполнители	Тарифная заработная плата в час	Районный коэффициент	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	100	1,3	15	1696,5
Инженер	56	1,3	80	5066,88
Инженер	56	1,3	140	8867,04
Инженер	56	1,3	100	6333,6
Итого:				15200,6

3.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с

обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле для вариантов 1,2,3

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 452,4 = 67,86$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 2470,1 = 370,6$$

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 2262 = 339,3$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 6333,6 = 950,1$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 6460,27 = 969,1$$

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 1696,5 = 254,5$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 5066,88 = 760,1$$

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 8867,04 = 1330,1$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 6333,6 = 950,1$$

3.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 29,30,31.

Таблица 29 – Отчисления во внебюджетные фонды вар.1

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	452,4	67,86
Инженер	2470,1	370,6
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Итого:	882,595	132,4

Таблица 30 – Отчисления во внебюджетные фонды вар.2

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	2262	339,9
Инженер	6333,6	350,1
Инженер	6460,27	369,1
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Итого:	4546,8	319,8

Таблица 31 – Отчисления во внебюджетные фонды вар.3

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	1696,5	254,5
Инженер	5066,88	760,1
Инженер	8867,04	1330,1
Инженер	6333,6	950,1
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Итого:	6633,2	995,1

3.5.6 Накладные расходы

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

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{накл}} &= (5100450 + 1970000 + 2922,5 + 438,46 + 1015) \cdot 0,15 \\
 &= 1061223,8 \text{ руб}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{накл}} &= (6945000 + 1500000 + 12793,9 + 2258,5 + 4866,6) \cdot 0,15 \\
 &= 1269737,85 \text{ руб}
 \end{aligned}$$

$$Z_{\text{накл}} = (5138650 + 2472500 + 15200,6 + 3294,8 + 7628,3) \cdot 0,15 \\ = 1145591,1 \text{ руб}$$

Где 0,15 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 28.

Таблица 32 – расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.вар.1	Сумма, руб.вар.2	Сумма, руб.вар.2
1. Материальные затраты	5 100 450	6 945 000	5 138 650
2. Затраты на специальное оборудование	1 970 000	1 500 000	2 472 500
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	2922,5	12793,9	15200,6
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	438,46	2258,5	3294,8
5. Отчисления во внебюджетные фонды	1015	4866,6	7628,3
6. Накладные расходы	1 061 223,8	1 269 737,85	1 145 591,1
7. Бюджет затрат НИИ	6 166 049,76	8 234 656,85	6 310 364,8

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

3.6.1 Интегральный финансовый показатель

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).

Интегральные финансовые показатели для альтернативных вариантов:

- 1 альтернативный вариант – 0,74;
- 2 альтернативный вариант – 1;
- 3 альтернативный вариант – 0,76.

3.6.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности

Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (7)$$

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

a_i – весовой коэффициент очередного варианта разработки;

b_i – экспериментально установленная бальная оценка варианта разработки;

Таблица 33 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии / Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	B1	B2	B3
Повышение производительности	0,1	4	4	5
Удобство в эксплуатации	0,25	4	5	4
Помехоустойчивость	0,1	5	4	5
Энергоэкономичность	0,15	4	5	5
Надежность	0,2	4	5	4
Безопасность	0,2	4	5	4
Потребность в ресурсах памяти	0,2	5	5	4
ИТОГО	1	5,1	5,8	5,15

3.6.3 Сравнительная эффективность проекта

Таблица 34 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	В.1	В.2	В.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,74	1	0,76
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	5,1	5,8	5,15
3	Интегральный показатель эффективности	6,891	5,8	6,776
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,188	1	1,168

В результате расчетов показателей эффективности видно, что альтернативный вариант 1 является наиболее эффективным с экономической точки зрения. Он позволит улучшить критерии в техническом, экономическом и социальном аспектах.

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8A21	Зубарев Антон

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АИКС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров печи пиролиза F-15. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории печи пиролиза F-15.</p> <p>Вредными факторами производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: недостаточная освещённость рабочей зоны, отсутствие или недостаток естественного света, повышенный уровень шума, повышенная или пониженная влажность воздуха.</p> <p>Опасными проявлениями факторов производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: электрический ток.</p> <p>Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. СанПиН 2.2.4.548 – 96. 2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03 3. СП 52.13330.2011, 4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03 5. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ 6. СНиП 2.11.03-93 7. ППБ 01-93 8. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. №123-ФЗ, 2013.
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенная или пониженная влажность воздуха; 2. Отсутствие или недостаток естественного света;

<ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>3. Недостаточная освещённость рабочей зоны.</p> <p>4. Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>5. Электромагнитные излучения</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Электрический ток (Источником является ПК, пульт управления)</p> <p>Пожар (в печи пиролиза F-15 подготавливается нефть, которая является легковоспламеняющейся жидкостью)</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Возможные ЧС на объекте: разлив нефти, утечка газа, пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является пожар(возгорание)</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.</p>
Перечень графического материала:	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8A21	Зубарев Антон Александрович		

4. Социальная ответственность

Аннотация

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IC CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС - 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 (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Введение

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

Любая производственная деятельность сопряжена с воздействием на работающих вредных и опасных производственных факторов. Под условиями труда подразумевается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и производительность труда человека в

процессе труда. Отсюда обеспечение безопасных условий труда – одна из основополагающих целей, к которой должно стремиться руководство предприятия.

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом печи пиролиза F-15. Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. Задачей оператора АСУ является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная влажность воздуха, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны. Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на кисти рук при работе с периферийными устройствами ЭВМ.

4.1. Профессиональная социальная безопасность

4.1.1. Анализ вредных и опасных факторов

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 35.

Таблица 35 – Опасные и вредные фактора при работе оператора АСУ ТП

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<i>Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей</i>	1. Отклонения температуры и влажности воздуха от нормы.	1. Электро-безопасность 2. Пожаро-взрывобезопасность	Микроклимат – СанПиН 2.2.4.548 – 96 [1] Освещение – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 [2]

<p>зоной является место за персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров печи пиролиза F-15. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории печи пиролиза F-15.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Недостаточная освещенность. 3. Повышенный уровень шумов 4. Электромагнитные излучения 		<p>Шумы – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [4] Электромагнитное излучение - СанПиН 2.2.2/2.4.1340 [5] Электробезопасность – ГОСТ 12.1.038-82 [7] Пожарная безопасность – ГОСТ 12.1.004-91 [9]</p>
---	--	--	---

4.1.2. Анализ вредных факторов

4.1.2.1. Отклонения показателей микроклимата

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

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

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

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

В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены оптимальные величины показателей микроклимата согласно требованиям [1] и приведены в таблице 30, а допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах

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

Таблица 37 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

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

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно [1] и приведен в таблице 38.

Таблица 38 – Расход свежего воздуха

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

4.1.2.2. Недостаточная освещённость рабочей зоны

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

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

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

Кроме того, уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 - 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. По нормам освещенности [2] и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Нормирование освещённости для работы за ПК приведено в таблице 39.

Таблица 39 – Нормирование освещённости для работы за ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта	Разряд зрительных работы	Подразряд зрительных работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещённость на рабочей поверхности	Цилиндрическая освещённость, лк	Объединённый показатель UGR,	Коэффициент пульсации освещённости	КЕО еп, %, при	бок овом
								верхнем или комбинированном		

	различия, мм			низи зрения на рабочую поверхность, %	ности от системы общего освещения, лк		не более	Кп, %, не более		
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100*	21 18**	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	24 18**	20 15***	2,5	0,7

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 40. [3]

Таблица 40 – Требования к освещению на рабочих местах

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

4.1.2.3. Повышенный уровень шума

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

психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБ(А)) на слух человека приводит к его частичной или полной потере. При выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА[4].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83[8]. Согласно данному документу при выполнении основной работы на персональной электронно-вычислительной машине(ПЭВМ) уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 41.

Таблица 41 – Допустимые уровни звукового давления

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

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

4.1.2.4. Электромагнитное излучение

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

Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [5]. Требования к уровням электромагнитных полей на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ представлены в таблице 42.

Таблица 42 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

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

Для снижения воздействия электромагнитного излучения применяют следующие меры:

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

4.1.3. Анализ опасных факторов

4.1.3.1. Электробезопасность

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

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

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

Согласно с [6] рабочие места с ПЭВМ должны быть оборудованы защитным занулением; подача электрического тока в помещение должна осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Помещение, в котором расположено рабочее место, относится к категории без повышенной опасности, и соответствует установленным условиям согласно с [7]:

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

4.2. Экологическая безопасность

В процессе эксплуатации печи пиролиза F-15, а именно хранения, осушки, очистки, хранения нефти и газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются «Методика по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу». Испарение нефти и нефтепродуктов с поверхностей происходит достаточно легко при любой температуре. При этом выделяются низкомолекулярные углеводороды с примесями, например, алканы и циклоалканы. Алканы сравнительно малоядовиты и поддаются биологическому разложению, в отличие от циклоалканов, которые плохо поддаются биологическому разложению.

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

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1. Пожарная безопасность

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

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

Источниками зажигания в диспетчерской могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Для диспетчерской установлена категория пожарной опасности В - пожароопасные.

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

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

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

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; наличие гидрантов с пожарными рукавами; телефонная связь с пожарной охраной; огнетушители: химический пенный ОХП-10 и углекислотный ОУ-2. На рисунке 13 показан план эвакуации при пожаре и других чрезвычайных ситуациях.

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ И ДРУГИХ ЧС

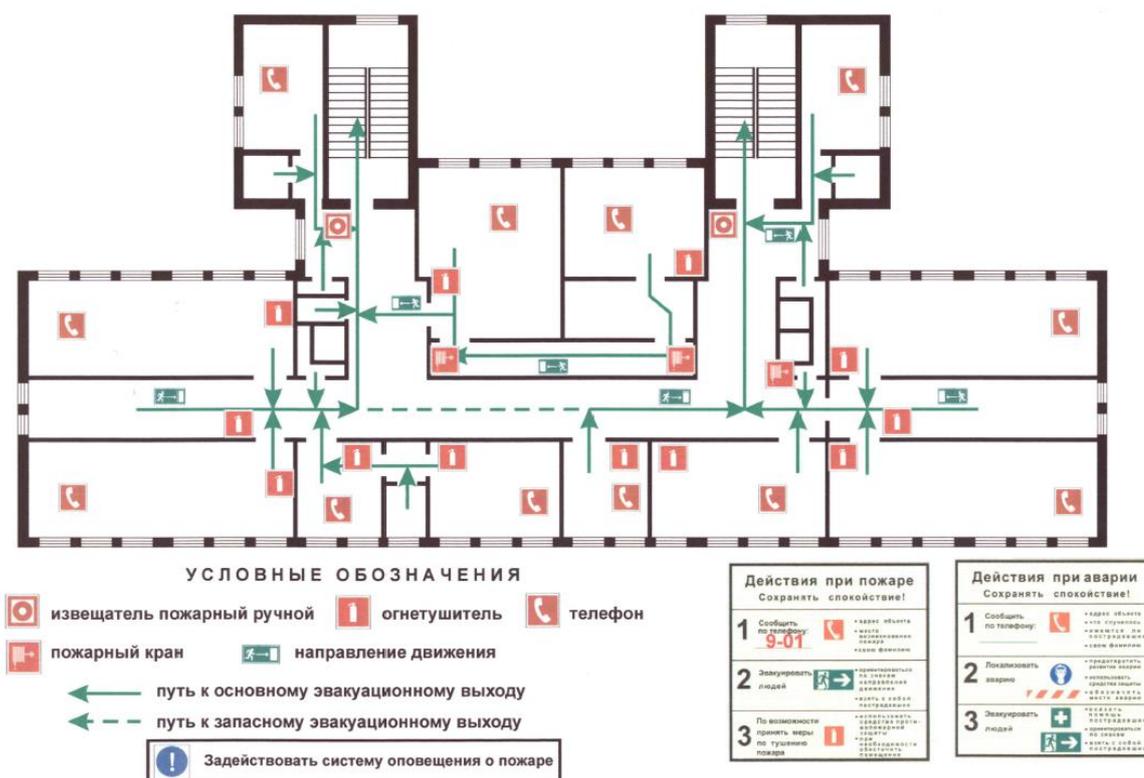


Рисунок 13 – План эвакуации

Ответственность за нарушение Правил пожарной безопасности, согласно действующему федеральному законодательству, несет руководитель объекта.

4.4. Организационные мероприятия обеспечения безопасности

4.4.1. Эргономические требования к рабочему месту

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости согласно [9]:

- дисплей размещается в зоне а (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура – в зоне г/д;
- «МЫШЬ» – в зоне в справа;

– документация, необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – в, а в выдвижных ящиках стола – литература, неиспользуемая постоянно.

4.4.2. Окраска и коэффициенты отражения

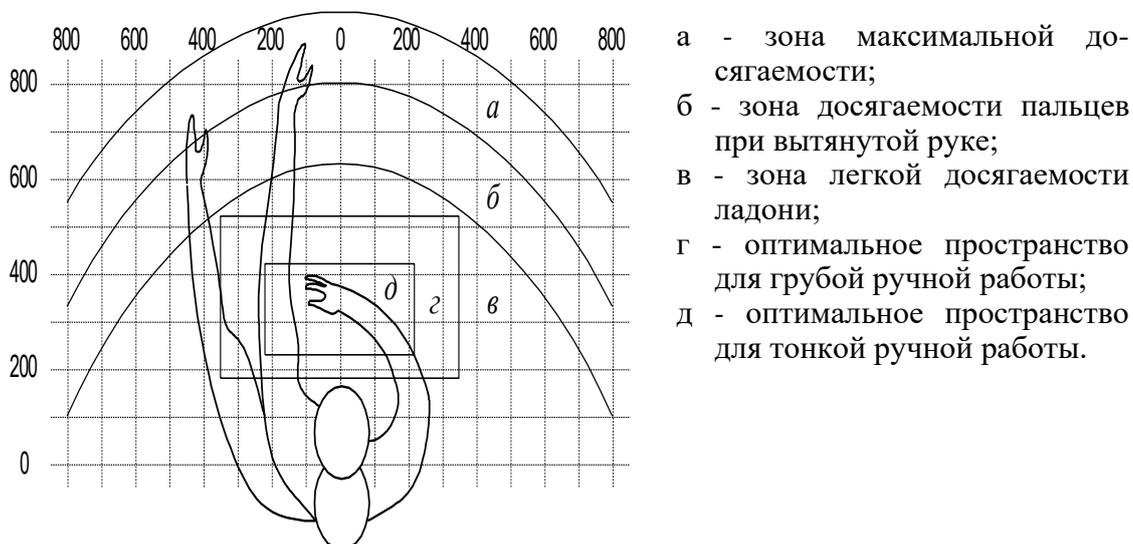


Рисунок 14– Эргономические требования

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

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

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

4.5. Особенности законодательного регулирования проектных решений

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

Согласно [10] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти- или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК[10] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

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

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

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

Заключение

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления печи пиролиза F-15. В ходе работы был изучен технологический процесс печи пиролиза F-15. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации установки, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. В данной выпускной квалификационной работе была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы. Для поддержания давления был разработан алгоритм автоматического регулирования температуры (разработан ПИД-регулятор).

Таким образом, спроектированная САУ не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями.

Список использованных источников

1. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
3. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
4. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
5. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
6. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
7. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
8. ГОСТ 12.1.004-91 «Основы противопожарной защиты предприятий»;
9. ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;
10. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.