

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
Противоаварийная автоматическая защита печи пиролиза F-15

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8A21	Зубарев Павел 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 Павел Александрович

Тема работы:

Противоаварийная автоматическая защита 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 противоаварийной автоматической защиты. Проектирование автоматической системы пожарной сигнализации. Разработка автоматизированной системы уровня загазованности. Разработка автоматизированной системы технического обслуживания и ремонта.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Концептуальная схема защиты Функциональная схема автоматизации ПАЗ Структурная схема автоматизированной системы пожарной сигнализации Схема размещения пожарных извещателей и приборов АСПС</p>

	Схема внешних проводок датчиков загазованности Принципиальная схема АСКУЗ Структурная схема системы сбора данных о состоянии оборудования Функциональная схема контрольных точек ТООР
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

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
З-8А21	Зубарев Павел Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 90 страниц, 5 приложений, 7 источников.

Ключевые слова: печь пиролиза, автоматизированная система защиты, контроллер, протокол SCADA-системы, экранные формы.

Объектом является печь пиролиза.

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

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

- техническим требования на автоматизацию системы;
- проектная документация на существующие решения по данной автоматизации;
- нормативно-правовой базе для выполнения проектов, автоматизации технологических процессов в РФ (Российской Федерации).

При выполнении данной работы использовались программы:

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

Квалификационная работа была выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013, а так же представлена на CD.

Введение

В выпускной квалификационной работе рассматривается противоаварийная автоматическая защита печи пиролиза F-15 цеха пиролиза углеводородов нефти и ректификации ароматических углеводородов производства мономеров ООО «Томскнефтехим».

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

В состав ПТК ПАЗ входят следующие основные устройства:

- резервированные источники питания;
- резервированный контроллер системы ПАЗ;
- резервированные модули приема сигналов от первичных преобразователей и выдачи управляющих воздействий на ИМ.

Целями данной выпускной квалификационной работы является разработка ИКСУ, обеспечивающая синергетический эффект, повышения безопасности технологического процесса благодаря комплексному использованию информации систем противоаварийной защиты, диагностики состояния технологического оборудования и пожарной сигнализации.

Для успешной реализации цели были поставлены следующие задачи:

- разработать автоматизированную систему противоаварийной защиты;
- разработать автоматизированную систему для контроля уровня загазованности;
- разработать автоматизированную систему пожарной сигнализации;
- разработать автоматизированную систему технического обслуживания и ремонта.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ.....	9
1.1 Проектные концептуальные решения	9
1.2 Выбор архитектуры ИКСУ	12
1.3 Выбор программных средств АС.....	15
1.4 Разработка концептуальной структуры компьютерной системы.....	17
2 Техническое задание	19
2.1 Основные задачи и цели создания ИС	19
2.2 Состав и назначение печи пиролиза.	19
2.3 Требование противоаварийной защите.....	20
2.4 Требования к автоматическим системам пожарной сигнализации... 	24
2.5 Требования к автоматическим системам контроля уровня загазованности	26
2.6 Требования к системам управления ремонтами	28
3 Основная часть	30
3.1 Проектирование системы противоаварийной защиты.....	30
3.2 Проектирование системы пожарной сигнализации	39
3.3 Разработка системы контроля уровня загазованности.....	46
3.4 Разработка системы технического обслуживания и ремонта.....	52
4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	59
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	59
4.2 Анализ конкурентных технических решений	59

4.3 SWOT – анализ.....	60
4.3.1 Планирование научно-исследовательских работ	62
4.3.1.1 Структура работ в рамках научного исследования	62
4.4 Разработка графика проведения научного исследования	64
4.5 Бюджет научно-технического исследования	67
4.5.1 Расчет материальных затрат	67
4.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование	69
4.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы	71
4.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	71
4.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	72
4.5.6 Накладные расходы.....	73
4.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	74
5. Социальная ответственность.....	77
5.1 Профессиональная социальная безопасность.....	78
5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов	78
5.1.2 Анализ вредных факторов	78
5.1.2.1 Повышенный уровень шума	78
5.1.2.2 Виброакустические факторы.....	80
5.1.2.3 Электромагнитное излучение.....	81
5.1.3 Анализ опасных факторов.....	82
5.1.3.1 Электробезопасность	82
5.2 Экологическая безопасность	83
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	85
5.3.1 Пожарная безопасность	85

5.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений	86
Заключение.....	89
Список использованных источников	90

1 Анализ

1.1 Проектные концептуальные решения

Целью внутриуровневой и межуровневой интеграции АС является установление правил (способов) организации взаимосвязей и взаимодействий отдельных подразделений, а также системы менеджмента предприятий, позволяющие получить синергетический эффект при управлении производственными процессами.

Различают горизонтальную и вертикальную интеграцию АС, применительно к иерархическим организованным системам управления производством нефтегазовой отрасли.

В целях достигнуть необходимого синергетического эффекта в выпускной квалификационной работе применительно к ИСПУ печи пиролиза F-15 будем использовать принцип горизонтальной интеграции. Горизонтальную интеграцию предполагают объединять АС иерархии одного уровня, производственного менеджмента (в нашем случае: ПАЗ, АСУТП, АС ТОиР, АСКУЗ, АСПС).

На диспетчерском уровне управления, горизонтальная интеграция объединяет данные, поставляемых отдельными подсистемами. Что позволяет наиболее эффективно управлять решением технологических задач в нефтегазовой отрасли.

Для выбора решения концептуальной интеграции АС необходимо описать и выявить процесс производственной, межфункциональной деятельности, которая подлежит интегрированному управлению.

Под межфункциональным понимается процесс, который направлен на решение некоторых особенно важных задач производства, в выполнении которых участвуют несколько функционально-независимых цехов подразделения. Такую деятельность понимают, как сквозной бизнес-процесс, т.к. для предприятий в целом важна эффективное производство продукции.

Синергетический эффект различными процессами, получают за счет расширения функциональности автоматизированной системы управления, путем наиболее эффективного использования данной информации, которое поставляется отдельными подсистемами ИСПУ.

Главные критерии при выборе межфункциональных процессов, при получении синергетического эффекта являются:

- 1) важность данного процесса с точки зрения предприятий, а также его производственной культуры;
- 2) периодическое повторение данного процесса;
- 3) необходимо технологическая доступность информации, при управлении деятельностью предприятия.

В качестве критерия выбора межфункционального процесса для получения синергетического эффекта выбрана важность процесса с точки зрения предприятия. Исходя из критерия, в качестве межфункционального процесса рассмотрим безопасность производственного процесса.

Далее определим выход межфункционального процесса. Применительно нашей системы он удовлетворяет следующему критерию: существуют активные взаимодействия АС, управляющие этим процессом, с другими АС; для получения выхода с заданным результативным процессом необходима информация и ресурсы по управлению, которые не могут быть произведены средствами отдельных АС, отвечающие за управление этим процессом, и получается, они должны поставляться из других АС.

Структура горизонтальной интеграции АС для достижения синергетического эффекта представлена на рисунке 1.

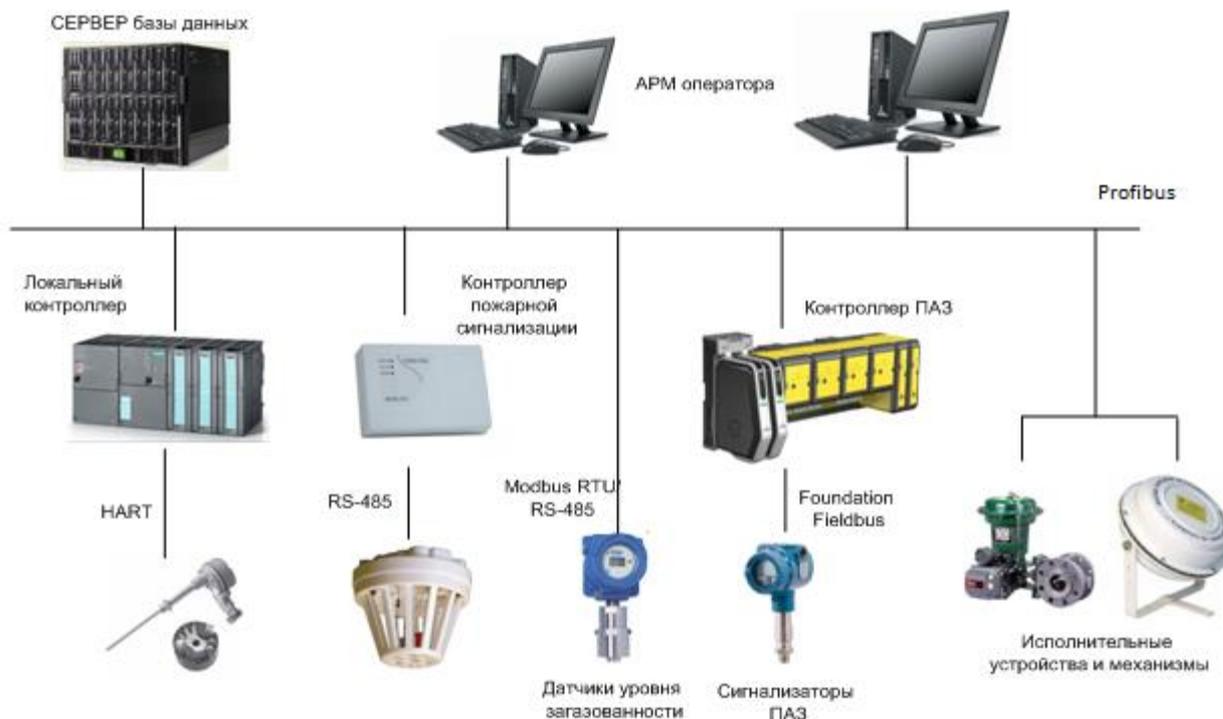


Рисунок 1. Горизонтальная интеграция АС для ИСПУ

Для достижения безопасности технологического процесса в SCADA-системе предлагается использовать (на пульте диспетчерского управления) информацию АСКУЗ, АСПС, ПАЗ и АС ТООР. Связь между ними повышает информированность работников данного предприятия, а также общую безопасность технологических процессов. Применительно к типу объединения АС между собой предполагается сформировать специальную внешнюю связь типа «запись-чтение» с имеющейся защитой от несанкционированного воздействия на данные функций защиты. Это достигается ограничениями временного окна при доступах к записям, обеспечением независимости логических контуров защиты от воздействия данных АСУТП, использованием программных ключей идентификации.

1.2 Выбор архитектуры ИКСУ

Архитектура ИСПУ — это модель, которая включает в себя модели интерфейсного взаимодействия компонентов системы, модели функционального взаимодействий, которые выполняют решение задач интегрированной автоматизации на уровне концептуальном, с описанием программно-технических средств.

При построении архитектуры должны быть заложены следующие свойства будущей ИСПУ:

- слабая связанность элементов архитектуры между собой (необходимо, чтобы поток информации через связи был минимален и не замыкались через них жесткие контуры регулирования);
- тестируемость (правильность функционирования);
- ремонтпригодность (возможность восстановления работоспособности при минимальном времени и средств);
- надежность;
- простота обслуживания и эксплуатации (минимальное требование к квалификации персонала);
- безопасность (соответствие требованиям техники безопасности и промышленной безопасности);
- защищенность системы от вандализма и неквалифицированных сотрудников;
- экономичность (экономическая эффективность);
- модифицируемость (перенастройка для работы с другими процессами);
- функциональная расширяемость (возможность ввода дополнительных функций и возможностей);

- наращиваемость (возможность автоматизированной системе увеличения размеров при увеличении размера данного автоматизированного объекта);
- открытость;
- максимальная длительность жизненного цикла, достигается путем периодического обновления программных, аппаратных компонентов системы, а также выбор долгоживущих стандартов.

В зависимости от решаемой задачи автоматизации, архитектура системы может быть различной. Для данной системы такими задачами могут быть:

- непрерывный мониторинг с архивированием информации;
- автоматизированное диспетчерское управление;
- обеспечений технологической безопасности;
- управления деятельностью предприятий.

Открытость системы управления деятельностью предприятия является ещё одним системным требованием синергетики (в частности, для непрерывного его совершенствования). Главным приемом построения открытой ИКСУ архитектуры, служит построение стандарта функционального, автоматизированного предприятия, его ИТ профиля.

ИТ-профиль – это набор согласованных, базовых стандартов, предназначенных для решений задач информационного управления предприятием. Его построение позволяет развивать и проектировать ИСПУ на всем цикле его существования, экономическим образом

Базовым стандартом системы будет стандарт S88 (IEC 61512). Он направлен на увеличение прозрачности и гибкости оборудования и программного обеспечения при смене вида выпускаемой продукции. Он «обслуживает» так называемые batch-процессы (рецептурные, партионные и т.д.) и дает рекомендацию по решению задач, связанных с безопасностью и

управлением оборудованием, так же производственными рисками и контролем производственных операций.

Batch-процесс определяется «процессом выпуска конечного количества продукции на основе конечного количества входных материалов на одной или более единицах оборудования». Batch-процессы основаны на ограниченном количестве использованного материала, для выпуска партий продукции.

На полевом уровне используется несколько HART-протокол, Profibus, ModbusRTU, RS-485. В качестве базовой промышленной сети будем использовать Ethernet.

1.3 Выбор программных средств АС

В качестве метода интеграции ПО выберем использование единой системной интеграционной платформы. Благодаря рациональным использованиям таких средств интеграции, можно сократить расходы предприятия на эксплуатацию и создание программного обеспечения уровня предприятия примерно на 1/3. Под компонентами (средствами) системной интеграции понимается комбинация программных средств, процессов, стандартов и аппаратуры, с помощью которой обеспечивается «бесшовная» интеграция приложений в пределах одной или нескольких уровня управления в отрасли, позволяет им функционировать как одной целой системе.

Для управления *batch-процессами* в нефтегазовой отрасли выбор остановился на фирме Siemens.

В систему SIMATIC PCS7 входит:

- Программируемый контроллер SIMATIC S7-400.
- Системы ввода-вывода, распределенного SIMATIC DP, построенная на основе станции ET 200M/S/iSP/pro.
- Программное промышленное обеспечение – на языке STEP 7 система разработки, включающая в себя SIMATIC Manager, SCL, SFC и CFC.
- Системы интерфейса человек-машина SIMATIC HMI: рабочие сервера и станции на основе Web, WinCC клиенты на основе InternetExplorer.
- Сети промышленные SIMATIC NET: Industrial Ethernet и PROFIBUS.
- Для рецептурных процессов пакет SIMATIC BATCH.
- Связь с системой верхнего уровня и заводского управления (SAP R/3, SIMATIC IT и др.)

Система противоаварийной автоматики создается на базе FH-систем автоматизации. Резервированные FH-системы повышают надежность функционирования системы управления. Основным

их назначением является гарантированный перевод технологического оборудования в безопасные состояния в случае возникновения аварийной ситуации.

SimaticPCS 7AS 417FH применяется для автоматизации процессов и предлагает широкий спектр безопасных, отказоустойчивых и высокой доступности систем для предприятий нефтегазовой отрасли. Все компоненты системы сертифицированы TÜV в соответствии с IEC 61508 до SIL 3 и отвечают самым высоким классам безопасности для технологических применений.

1.4 Разработка концептуальной структуры компьютерной системы

Данная структура ИКСУ разрабатывается на согласованных с заказчиком профиля, архитектуры, и потенциально выбираемого оборудования, разрабатывается перед ТЗ и должна детализировать информационный, программно-технический и функциональный состав подсистем ИСПУ. На рисунке 2 представлена обобщенная структурная схема функционального обеспечения производственной деятельности предприятия.

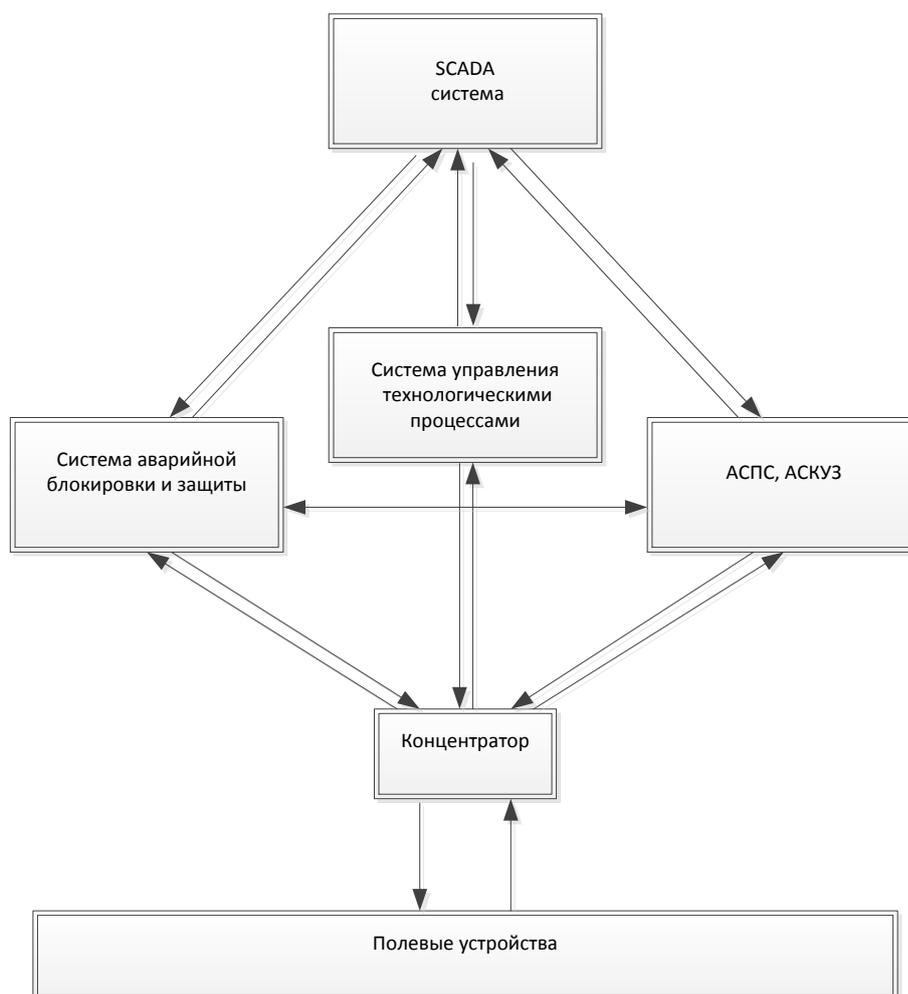


Рисунок 2. Обобщенная функциональная структура ИСПУ

В данном проекте будем реализовывать концептуальную структуру интегрированной компьютерной системы управления на основе

информационного взаимодействия подсистем ИСПУ посредством автоматизированных рабочих мест (АРМ).

Концептуальным решением является то, что АРМы специалистов реализуются не в подсети АСУ ПД, а в подсети АСУ ТП. Благодаря этому, в качестве инструмента проектирования экранных форм будем использовать SCADA. И это означает, что графика экранных форм АРМ может быть привязана к реальному времени, а взаимодействие АСУ ТП с базами данных подсистем CAD, MES и ERP будет осуществляться через БД SQL (буферную зону). Это важно для виртуального или физического разделения локальных подсетей (ЛВС) АСУ ПД и АСУ ТП.

2 Техническое задание

2.1 Основные задачи и цели создания ИС

SCADA должна быть программной платформой реализации ИКСУ. ИКСУ должна включать в себя следующие подсистемы: подсистему пожарной сигнализации (АСПС), АС ТОиР, систему противоаварийной защиты и АСКУЗ.

Для интеграции основными задачами являются:

– Взаимодействия подсистем АСКУЗ, ТОиР, АСПС и ПАЗ между собой на основе SCADA;

– облегчение работы оператора исключая случаи повторного ввода данных, дублирования команд в подсистемах, лёгкое восприятия и анализ данных, отображаемые в одном месте.

ИС решает следующие задачи:

– Управление и контроль технологическим процессом газораспределения из МДП (местного диспетчерского пункта);

– Управление и контроль из МДП технологическими процессами вспомогательных систем;

– обеспечение надежной работы оборудования предотвращения аварийных ситуаций и технологических сооружений;

– на печи пиролиза F-15 повышение эффективности технологического процесса;

– передача информации в ЦДП (центральный диспетчерский пункт).

2.2 Состав и назначение печи пиролиза.

Назначением ПАЗ является:

– Максимальное ограничение выбросов горячих веществ и защита технического оборудования от поломки (разрушения);

– предупреждение возникновения аварийной ситуации при отклонении от предусмотренных регламентом предельно допустимых значений параметров процесса во всех режимах работы;

– прекращение развития опасной ситуации, при которой происходит безопасный останов или перевод технологического процесса в безопасное состояние по заданной программе.

Обмен данными между уровнями иерархии производственной системы из состава технологической безопасности.

Вычислительная сеть объединяет локальные вычислительные сети. ЛВС включают коммутационное и серверное оборудование, системы энергообеспечения, средства связи, персональные компьютеры и программные средства, установленные на них.

Базирование происходит на компьютерах IBM PC совместимой архитектуры. Оборудование должно обеспечивать выполнение функциональных задач, определенных требованиями развития и ИС.

Информационная безопасность на каждом уровне управления обеспечивается аппаратными и программными средствами системы посредством:

- использование протокола передачи данных в ЛВС требуемой конфигурации и типа;

- идентификация пользователей системы;

- На использование ресурсов сети и хранимые данные необходимо разграничение прав пользователей;

- резервное копирование массивов данных.

2.3 Требование противоаварийной защите

Система безопасности должна обеспечивать:

- Сбор дискретной и аналоговой информации с датчиков технологических параметров, и состояния исполнительных механизмов, а также параметров ПДК, ДВК, и состояния вентиляции.

- Выделение входной, достоверной информации.
- Логическую обработку и анализ входной информации.
- Автоматическую выдачу сигнала на исполнительные механизмы.
- Дистанционное управление исполнительными механизмами с операторской РСУ с специальной оперативной панели ПАЗ.

- Передача информации от системы ПАЗ в РСУ для регистрации, сигнализации, и архивирования (срабатывание исполнительных механизмов ПАЗ, отклонение параметров и т.п.).

- Выделение первопричиной остановки технологического процесса.
- Самодиагностика состояние технических средств для системы ПАЗ.

При проектировании ПАЗ необходима возможность дистанционного приведения в действие систем безопасности, а также и ручная, по месту установки арматуры. Отказ в цепи не должен препятствовать осуществлению функций безопасности для дистанционного включения. Для ручного и дистанционного включения необходимо минимальное число управляющих элементов.

Необходимо также предусмотреть сокращение опасных отказов и ложных срабатываний до минимума. ПАЗ должна быть отделена от АСУТП, чтобы нарушение не влияло на способность ПАЗ выполнять свои функции.

ПАЗ должны удовлетворять следующим принципам безопасности:

- 1) независимости;
- 2) резервирования;
- 3) разнообразия.

Независимость, резервирование и разнообразие не должны нарушать свою работоспособность, при любом единичном отказе в ПАЗ. Интегральная безопасность SIL должна обеспечивать резервирование требуемым уровнем.

Отказы программных и технических средств при повреждении ПАЗ должны вызывать сигнал на щите управления, а также вызывать направленные действия для обеспечения безопасности технологического процесса.

Должны быть предусмотрены автономные средства, обеспечивающие регистрацию и хранение информации, необходимой для расследования аварий. Указанные средства должны быть защищены от несанкционированного доступа и сохранять работоспособность в условиях проектных аварий и аварий, не предусмотренных проектом.

Методы и средства защиты технологических объектов выбираются на основе анализа опасностей и условий возникновения и развития предаварийных и аварийных ситуаций, особенностей технологических процессов и аппаратурного оформления.

Система защиты должна реализовываться на физически выделенных из РСУ технических средствах;

Система защиты должна реализовываться за счет:

- использования полевого оборудования;
- установки дополнительных датчиков согласно категорией взрывоопасности;
- установки дополнительных исполнительных элементов;
- применения системы автоматизированного обслуживания полевого оборудования.

С учётом погрешности измерительных устройств должно определяться значения уставок срабатывания системы защиты, возможной скорости изменения параметров, быстродействия системы, и категории «взрывоопасное» технологического блока.

Надежность и время срабатывания систем противоаварийной защиты должно обосновываться разработчиком ИС на основе требований технологической части проекта. При этом должна учитываться категория взрывоопасное технологических блоков, входящих в объект, и время развития

возможной аварии. Время срабатывания системы защиты должно быть гарантированно меньше времени, необходимого для перехода параметра от предаварийного до критического значения.

Надежность ПАЗ должна обеспечиваться:

- Аппаратурным резервированием необходимого типа;
- Информационной, функциональной и временной избыточностью;
- Наличием систем оперативной и автономной диагностики.

Электропитание оборудования ИС, включая и полевое оборудование КИПиА, должно обеспечиваться от двух независимых источников. На случай отключения основных источников электроэнергии в качестве третьего независимого источника должен быть предусмотрен источник бесперебойного питания (UPS), способный обеспечить электропитанием полевое оборудование КИПиА и основное оборудование РСУ и ПАЗ, чтобы произвести перевод технологического объекта в безопасное состояние в течение наперед заданного интервала времени.

При одновременном функционировании нескольких алгоритмов, которые формируют различные команды управления для одного технологического оборудования, система автоматизации должна выполнять команды и блокировки, предусмотренные алгоритмом, имеющим более высокий приоритет.

Приоритеты алгоритмов определены в следующей убывающей последовательности, начиная с наивысшего:

Первый уровень. Наивысший приоритет. Защиты по событию «Пожар»;

Второй уровень: Аварийное включение отсечного клапана кнопкой «Отсечка»;

Третий уровень: Защиты по загазованности;

Четвертый уровень: Общестанционные защиты, не являющиеся защитами первого, второго и третьего уровня;

Пятый уровень: Агрегатные защиты.

2.4 Требования к автоматическим системам пожарной сигнализации

Для обнаружения пожара каждая защищаемая зона в помещении и на открытых площадках, оборудованных системой автоматического пожаротушения, должна контролироваться не менее чем двумя автоматическими пожарными извещателями. Схема подключения автоматических пожарных извещателей должна обеспечивать однозначное определение числа сработавших извещателей.

Условиями обнаружения пожара пожарными извещателями являются:

- появление пламени в цехе;
- задымленность.

Прием информации и обработка сигналов от автоматических пожарных извещателей, адресных пусковых устройств защищаемых объектов должны производиться программируемыми логическими контроллерами.

Формирование режима «Пожар» в АСПС должно осуществляться:

- при срабатывании двух и более автоматических пожарных извещателей защищаемого объекта;
- при срабатывании хотя бы одного адресного пускового устройства защищаемого объекта;
- по команде с АРМ оператора АСПС.

Формирование режима «Внимание» в АСПС должно осуществляться при срабатывании одного автоматического пожарного извещателя защищаемого объекта.

Адресные пусковые устройства должны быть защищены кожухом, предотвращающим случайные механические воздействия, но обеспечивающим доступ для подачи команды.

Адресные пусковые устройства должны иметь указательные знаки, соответствующие требованиям ГОСТ Р 12.4.026 и НПБ 160-97. Адресные пусковые устройства, должны иметь дополнительную информационную табличку «Дистанционный пуск системы тушения пожара» с указанием названия защищаемого объекта.

Средства АСПС в режимах «Ожидание» и «Пожар» должны обеспечивать:

- возможность выдачи селективного (адресного) сигнала о пожаре;
- формирование команды на автоматический пуск систем тушения пожаров;
- автоматический контроль соединительных линий шлейфов автоматических пожарных извещателей, электрических цепей дистанционного пуска на обрыв и короткое замыкание;
- формирование команды на включение звуковой и световой сигнализации защищаемых объектов;
- передачу информации в систему речевого оповещения о пожаре и управления эвакуацией на территории технологического объекта.

АСПС должна обеспечивать информирование дежурного персонала об обнаружении факторов пожара посредством световых и звуковых сигналов. АСПС должна обеспечивать информирование дежурного персонала об обнаружении неисправности линий связи между отдельными техническими средствами посредством световых и звуковых сигналов, отличных от сигналов о пожаре.

Технические средства АСПС должны быть обеспечены бесперебойным электропитанием на время выполнения ими своих функций. Технические средства АСПС должны быть устойчивы к воздействию электромагнитных помех с предельно допустимым уровнем, характерным для защищаемого объекта. АСПС не должна оказывать отрицательного воздействия

электромагнитными помехами на технические средства, применяемые на защищаемом объекте.

2.5 Требования к автоматическим системам контроля уровня загазованности

Система контроля уровня загазованности контролируемым газом должна обеспечивать в автоматическом режиме сбор и обработку информации о концентрации газа в воздухе у мест установки газоанализаторов его концентрации в объеме, достаточном для формирования соответствующих управляющих воздействий.

Структура системы контроля уровня загазованности должна быть одноконтурной и двухуровневой. Контур контроля должен обеспечивать контроль за уровнем загазованности и аварийными утечками газа в помещениях.

Контур контроля уровня загазованности должны иметь два уровня контроля концентрации контролируемого газа в воздухе:

– I уровень. Допустимая концентрация (ПДК) - контролируемый газ в рабочей зоне помещений и снаружи помещений достигла величины, равной (ПДК);

– II уровень. Аварийная утечка контролируемого газа — концентрации на местах установки датчика достигла величины, равной ПДК.

Система контроля уровня загазованности при превышении заданной величины концентрации контролируемого газа должна обеспечивать автоматическое выполнение следующих действий:

– включение в помещении управления (помещении обслуживающего персонала) предупредительной световой и звуковой сигнализации и общеобменной вентиляции в машинном, аппаратном отделениях;

– включение в цехе световой и звуковой сигнализации «Загазованно 20%» а также одновременным включением аварийной вентиляции в этом помещения;

– включение в цехе световой и звуковой сигнализации «Загазованно 50%» при превышении газа и паров в воздухе помещения;

– возврат всех систем в исходное состояние при снижении текущей загазованности значения ниже соответствующих уровня без отключения обще обменной вентиляции.

Системы контроля загазованности должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51330.9 и ГОСТ Р 51330.19. При этом указанные системы контроля загазованности рекомендуется калибровать по воздушной смеси пропана.

Время установления сигнала контроля загазованности должно быть <10 секунд с момента поступления смеси на чувствительный элемент первичного преобразователя системы.

Алгоритм работы АСКУЗ.

При нормальном уровне загазованности (меньше «предельного уровня загазованности»):

- работает один приточный вентилятор, находящийся в режиме «автоматический основной»;
- вытяжной вентилятор, находящийся в режиме «автоматический основной», отключается при понижении температуры ниже +16°C;
- второй приточный вентилятор и второй вытяжной вентилятор находятся в резерве в режиме «автоматический резервный».

Загазованность в помещении превысила «предельный уровень», но не достигла «аварийного уровня»:

- работает один приточный вентилятор, находящийся в режиме «автоматический основной», второй приточный вентилятор находится в резерве в режиме «автоматический резервный»;

- производится автоматическое включение вытяжного вентилятора, находящихся в режиме «автоматический основной»;

- производится включение светового табло «ГАЗ» снаружи у всех входов в помещение и внутри у всех выходов из помещения;

- включение звуковой сигнализации на территории и в операторной.

Загазованность в помещении приняла значение меньше «предельного уровня»:

- работает один приточный вентилятор, находящийся в режиме «автоматический основной», второй приточный вентилятор находится в резерве в режиме «автоматический резервный»;

- включенные вытяжные вентиляторы продолжают работать и автоматически отключаются через 15 минут;

- производится отключение светового табло «ГАЗ» снаружи у всех входов в помещение и внутри у всех выходов из помещения.

Загазованность в помещении превысила значение «аварийного уровня» или в течение 10 минут сохранял значение выше «предельного уровня»:

- без выдержки времени выполняется защитное отключение;

- работает один приточный вентилятор, находящийся в режиме «автоматический основной», второй приточный вентилятор находится в резерве режиме «автоматический резервный»;

- работает вытяжной вентилятор, находящийся в режиме «автоматический основной»;

- производится автоматическое включение вытяжного вентилятора, находящегося в режиме «автоматический резервный».

2.6 Требования к системам управления ремонтами

АС ТОиР должна обеспечивать следующие основные функции:

- прием информации о технологических параметрах от датчиков и контроллеров нижних уровней;

- сохранение этой информации в архив;

- вторичная обработка данной информации.
- графическое представление хода технологического процесса.
- прием и передача команд оператора в адрес контроллеров нижних уровней и исполняемых механизмов.
- регистрация событий, связанные с действиями персонала, ответственного за обслуживание и эксплуатацию системы
- оповещение эксплуатационного и обслуживающего персонала об обнаруженных аварийных событиях и регистрацией действий персонала в аварийных ситуациях.
- формирование отчетных документов в виде архивной информации.
- обмен информацией с автоматизированной системой управления предприятием.

АС осуществляет следующие учетные задачи:

- Учет работы и простоя оборудования.
- Учет выявленных нарушений, отклонений и дефектов работе оборудования.
- Учет о результатах измеряемых показателей.
- Учет о результатах диагностики.

Результаты учета должны фиксироваться для учёта специальном журнале.

Для контроля должны использоваться графики непрерывного статистического контроля в течение дня, полугода и нескольких лет. Для статистического контроля необходимо предусмотреть вибрационные источники данных для оборудования роторного типа и технологические датчики для нероторного типа оборудования.

Для статистической обработки данных необходимо использовать методологию карт Шухарта.

3 Основная часть

3.1 Проектирование системы противоаварийной защиты

В настоящее время существует несколько концепций интеграции систем аварийной безопасности и АСУТП. В данном проекте используется концепция разработки единой системы с использованием общих условий технического обеспечения, эксплуатации и обслуживания, а также единой системы связи ПАЗ и АСУТП. Такая комплексная и в то же время отдельная архитектура обеспечивает эксплуатационные преимущества: отказы аппаратуры или программного обеспечения АСУТП не могут оказать влияния на систему аварийной безопасности, в то же время, данные из каждой системы доступны другим системам в оперативном режиме. АСУТП и система безопасности работают в одних условиях технического обеспечения и эксплуатации, что упрощает обучение персонала, исключает необходимость отображения данных и квитирования, а также обеспечивает единый интерфейс оператора.

Система ПАЗ – это логическая контрольно-измерительная система, которая обнаруживает ненормальные события в технологическом процессе и инициирует автоматические действия по размыканию энергии и останову технологического объекта для приведения нарушения технологического режима к безопасному уровню и исключения, таким образом, возможных рисков и в частности рисков взрывоопасности.

Интеграция аварийной защиты в НГО обеспечивает:

- безопасность и управление нефтегазового производства с поддержанием одновременной физической и функциональной автономности АСУТП и ПАЗ;
- Визуальный контроль технологического процесса, как в аварийном, так и в обычном режиме работы;
- Через общую сеть передачи данных связывание АС диспетчерского управления технологическим процессом и системы аварийной

и возможность конфигурирования ПАЗ на основе общих технических условий;

➤ Независимость каналов связи, источников питания, программно-технических средств оборудования аварийной защиты от подсистем и компонентов АСУТП.

Проектирование систем аварийной безопасности осуществляется в соответствии с требованиями следующих нормативных документов: ГОСТ 27.310-95, РД 03-418-01, ГОСТ Р МЭК 61508-1-2007, ГОСТ Р МЭК 61508-2-2007, ГОСТ Р МЭК 61508-3-2007, ГОСТ Р МЭК 61508-4-2007, ГОСТ Р МЭК 61508-5-2007, ГОСТ Р МЭК 61508-6-2007, ГОСТ Р МЭК 61508-7-2007, ГОСТ Р МЭК 61511-1, 2, 3-2011, ГОСТ Р 51901.11-2005

Исследование работоспособности и опасностей объекта проводится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51901.11-2005. Он полностью соответствует МЭК 61882:2001.

В данном проекте будет реализована ПАЗ для печи пиролиза F-15. Основным и часто встречающимся типом аварии на данном объекте является разгерметизация и разрушение змеевиков вследствие превышения предельно допустимого значения уровня давления.

Возможными причинами аварий (отказов) могут быть:

- незнание обслуживающего персонала должностных инструкций по технике безопасности, инструкций противопожарной безопасности, промышленной санитарии, требований технологического регламента, плана ликвидаций возможных аварий;
- нарушение параметров (давление) выше предела, установленного технологическими картами;
- увеличение нагрузки предохранительных клапанов;
- нарушение герметичности аппарата, трубопроводов, фланцевых соединений, сальниковых уплотнений;
- отказ приборов контроля и сигнализации, систем управления;

- отказ электрооборудования и исчезновение электроэнергии;
- старение оборудования (моральный или физический износ);
- факторы внешнего воздействия.

Исходные события для дерева отказа приведены в таблице 2.

Таблица 2. Исходные события дерева отказа

№ п/п	Событие или состояние модели
1	Обрыв цепей передачи сигнала
2	Ошибка сигнала с датчиков
3	Обрыв цепей передачи сигнала от контроллера
4	Отказ контроллера
5	Оператор не заметил световой индикации
6	Оператор не услышал звуковой сигнализации о неисправности
7	Оператор не смог включить резервный трубопровод
8	Отказ предохранительного клапана
9	Отказ средств передачи сигнала
10	Повреждения сигнальных кабелей
11	Отсутствие питания электроприводов

Все эти источники аварий наблюдаемы и могут быть предотвращены, если есть соответствующие средства мониторинга, побуждающие оператора к принятию по их устранению.

Выделим цепочки опасных событий, которые могут быть устранены с использованием программно-аппаратных средств (Е/Е/РЕ).

Сценарными событиями необходимости использования приборной ПАЗ являются события, приведенные в таблице 3.

Таблица 3. События техпроцесса

№ п/п	Событие или состояние техпроцесса
5	Оператор не заметил световой индикации
6	Оператор не услышал звуковой сигнализации о неисправности
7	Оператор не смог включить резервный трубопровод вовремя

По материалам анализа аварийной ситуации разработаем таблицу 4 мероприятий противоаварийной защиты.

Таблица 4. Результат анализа аварийного состояния объекта

Уровень аварийной ситуации	Наименование аварийной ситуации	При каких условиях возможна аварийная ситуация	Возможное развитие аварийной ситуации, последствия	Реальное состояние системы (средств) противоаварийной защиты (ПАЗ) и локализации аварийных ситуаций	Мероприятия по дооснащению системы ПАЗ и средств для локализации аварийных ситуаций
1	2	3	4	5	6
А	Превышение допустимого предела давления.	Неправильно отрегулированный предохранительный клапан, отказ клапана. Ошибка персонала.	Выброс газа воспламеняется на горелках и горячих поверхностях. Возможна гибель одного рабочего. Повреждение оборудования и остановки процессов на 1 год. Незначительный выброс в окружающую среду.	Отсутствуют средства ПАЗ. Имеет место ручное управление технологическим оборудованием.	Оснастить технологическую схему средствами контроля и аварийной защиты от большого давления в подводящих в печь трубопроводах.

Оценим в соответствии с диаграммой рисков уровень требований к системе аварийной безопасности в метрике уровня рисков аварийного события «Превышение допустимого предела давления в трубопроводе».

Предполагаемая частота нахождения людей в опасной аварийной зоне высокая. Предотвращение опасности вряд ли возможно, так как нет специальных мер по оповещению персонала.

Задавшись примерным ситуационным планом этого аварийного события, можно установить следующие атрибуты риска выхода из строя трубопровода:

- травматизм – C_B ;
- продолжительность нахождения в опасной зоне – F_B ;
- предотвращение опасности – P_B ;
- вероятность нежелательного события – W_2 .

Воспользовавшись диаграммой риска согласно стандартам МЭК, в соответствии с этими атрибутами риска, его уровень соответствует SIL 2.

Далее выбираем структуру системы ПАЗ, которая бы удовлетворяла бы заданному SIL2.

Согласно методике, изложенной в ГОСТ Р МЭК 61508-6-2007 выберем архитектуру 1oo2, структура которой показана на рисунке 3 и зная интенсивность отказов элементов системы, произведем расчет SIL.



Рисунок 3. Структура 1oo2

Рассчитаем вероятность отказа по требованию для 1oo2 – системы ПАЗ для аварийного отключения печи F-15.

Сначала необходимо подобрать элементы, на которых будет реализовываться ПАЗ. Спецификация выбранных элементов представлена в таблице 5.

Таблица 5. Спецификация элементов для ПАЗ

Наименование	Параметры надежности, 1/год
Контроллер	$\lambda_{DD} = 0,000085$ $\lambda_{DU} = 0,000091$
Датчик давления	$\lambda_{DD} = 0,00089$ $\lambda_{DU} = 0,00076$
Клапан	$\lambda_{DD} = 0,0202$ $\lambda_{DU} = 0,02$

Для проверки соответствия системы противоаварийной защиты уровню SIL2 в соответствии с МЭК 61508-6-2007 рассчитаем $PF D_g$ для архитектуры 1oo2. Для нашей системы ПАЗ выбираем архитектуру 1oo2 как для датчиков, клапанов и для контроллеров.

Перед началом расчетов примем несколько допущений

- ✓ время между поверками $T_i=8760$, что соответствует одному календарному году;
- ✓ $MTTR=8$ часов, что соответствует одной рабочей смене;
- ✓ λ_d для датчика давления берем как 0.5λ ;
- ✓ недиагностируемых опасных отказов датчика давления 10% от общего количества опасных отказов в соответствие с рекомендациями МЭК;
- ✓ долю отказов β_D , обнаруженных диагностическими тестами и имеющих общую причину примем равной 0,25 (определяется экспериментально, если нет экспериментальных данных, то принимаем наихудший вариант)
- ✓ в соответствии с МЭК 61508-6-2007 долю необнаруженных отказов по общей причине примем в два раза больше β_D .

Расчет $PF D_G$ для выбранной архитектуры будем производить по формуле в соответствие со стандартом МЭК 61508-6-2007.

$$PF D_G = 2 \cdot [(1 - \beta_D) \lambda_{DD} + (1 - \beta) \lambda_{DU}]^2 \cdot t_{CE} \cdot t_{GE} + \beta_D \lambda_{DD} MTTR + \beta \lambda_{DU} \left(\frac{T_i}{2} + MTTR \right)$$

$$t_{GE} = \frac{\lambda_{DU}}{\lambda_D} \left(\frac{T_i}{3} + MTTR \right) + \frac{\lambda_{DD}}{\lambda_D} MTTR$$

$$t_{CE} = \frac{\lambda_{DU}}{\lambda_D} \left(\frac{T_i}{2} + MTTR \right) + \frac{\lambda_{DD}}{\lambda_D} MTTR$$

Общая вероятность отказа системы ПАЗ по требованию будет равна сумме вероятностей отказов всех элементов.

Расчет PFD_G производился в *MathCAD*. По результатам расчета была получена готовность безопасности равная $1 - PFD_G = 99.39\%$

По результатам расчета, согласно таблице на рисунке 5, система ПАЗ обеспечивает уровень интегральной безопасности SIL2. Также, в соответствии со стандартом МЭК 61508-6-2007 архитектура 1oo2 соответствует уровню не выше SIL2. Следовательно, можно утверждать, что наша система способна удовлетворять уровню интегральной безопасности SIL2.

SIL интегральный уровень безопасности	PFDavg средняя вероятность отказа на запрос в год (низкая интенсивность запросов)	(1-PFDavg) готовность безопасности	RRF фактор снижения риска	PFDavg средняя вероятность отказа на запрос в час (высокая интенсивность запросов)
SIL 4	$\geq 10^{-5}$ и $< 10^{-4}$	От 99,99 до 99,999%	От 100 000 до 10 000	$\geq 10^{-9}$ и $< 10^{-8}$
SIL 3	$\geq 10^{-4}$ и $< 10^{-3}$	От 99,9 до 99,99%	От 10 000 до 1 000	$\geq 10^{-8}$ и $< 10^{-7}$
SIL 2	$\geq 10^{-3}$ и $< 10^{-2}$	От 99 до 99,9%	От 1000 до 100	$\geq 10^{-7}$ и $< 10^{-6}$
SIL 1	$\geq 10^{-2}$ и $< 10^{-1}$	От 90 до 99%	От 100 до 10	$\geq 10^{-6}$ и $< 10^{-5}$

Рисунок 4. Таблица ранжирования SIL

Функциональная схема ПАЗ печи F-15 приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.02).

Функции ПАЗ:

1) Предупредительная сигнализация и срабатывание задвижек для отсечения линии и включения резервного трубопровода и клапанов для сброса на факел при повышении давления на выходе трубопровода выше установленного предела.

2) Световая и звуковая сигнализация по каждому параметру на центральном щите управления.

3) Квитирование и проверка сигнализации.

4) Снятие блокировок при возвращении параметров в установленные границы.

5) Регистрация времени и даты срабатывания сигнализации и возврата параметров в норму.

6) Формирование архивов событий за час, день, месяц.

Система ПАЗ реализуется с использованием в качестве устройства управления семейства SimaticPCS 7 логическое устройство AS 41xFH

В состав SimaticPCS 7 AS 417FH входят следующие элементы:

- центральный процессор CPU 417-4H с 2 интерфейсами (MPI/DP master и DP master) и рабочей памятью емкостью 30 Мбайт (по 15 Мбайт для программ и данных); алюминиевая монтажная стойка UR2 для установки до 9 модулей S7-400;

- блок питания PS 407, 10 А с входным напряжением $\cong 120/230$ В; карта памяти RAM емкостью 16 Мбайт;

- один коммуникационный процессор CP 4431 для подключения к IndustrialEthernet

- два коммуникационных процессора CP 4431 для подключения к IndustrialEthernet

- блок питания PS 405, 10 А с входным напряжением $\cong 24$ В; карта памяти RAM емкостью 16 Мбайт;

- один коммуникационный процессор CP 4431 для подключения к IndustrialEthernet

FH-системы могут комплектоваться резервированными блоками питания и резервированными коммуникационными процессорами для подключения к сети заводского уровня IndustrialEthernet. Все системы имеют сертификат TÜV и соответствуют требованиям уровня безопасности SIL3 по IEC 61508.

Резервированные системы автоматизации AS 417FH имеют две идентичные подсистемы. Для обеспечения требуемого уровня

электромагнитной совместимости блоки резервированной ФН системы гальванически разделены между собой.

Система распределенного ввода-вывода ФН-систем автоматизации SIMATICPCS 7 строится на основе сетей PROFIBUS. При этом к одной системе автоматизации может быть подключено несколько линий PROFIBUS.

Одиночные системы автоматизации и подсистемы резервированных систем автоматизации подключаются к сети заводского уровня через один или два коммуникационных процессора.

Профиль PROFIsafe расширяет структуру стандартных сообщений PROFIBUS дополнительной информацией, позволяющей распознавать и корректировать ошибки в обмене данными:

- задержки,
- некорректные последовательности,
- повторные послылки,
- потерю данных,
- ошибочные адреса,
- фальсифицированные данные.

3.2 Проектирование системы пожарной сигнализации

Автоматизированная система пожарной сигнализация (АСПС)– это комплекс технических средств, предназначенный для обнаружения признаков возгорания на объекте и подачи сигнала тревоги на пульт охраны, а также управление системами оповещения, автоматического тушения пожара и инженерными системами здания.

При разработке проекта АСПС были использованы следующие нормативно-технические документы: НПБ 88-01, НПБ 110-03, НПБ 104-03, ПБ 09-560-03, европейский стандарт BS 5839-1, СНиП 3.05.06-85, ВСН 116-93, РД 51-3-92.

На территории печи пиролиза F-15 пожароопасным объектом является помещение печи с подводящими трубопроводами (4 штуки). Общая площадь охраняемого объекта составляет 400 м².

Определим категории пожароопасности выбранного объекта пожарной охраны. В соответствии с НПБ 110-03 помещение печи относится к категории А.

Помещение с печи относится к классу А, поскольку характеризуются возможным наличием горючих газов, с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

Оценка пожарного риска на производственном объекте предусматривает анализ пожарной опасности производственного объекта.

Обобщенные статистические данные по оценке частоты отказов оборудования на насосной станции приведено в таблице 7.

Таблица 7. Обобщенные статистические данные по оценке частоты отказов оборудования на подпорной насосной станции

Тип отказа оборудования	Вероятность отказа	Масштабы выброса опасных веществ
Разгерметизация технологических трубопроводов протяженностью более 30 м	$5 \cdot 10^{-3}$ на 1 км трубопровода в год	Объем выброса, равный объему трубопровода, ограниченного арматурой, с учетом поступления из соседних блоков за время перекрытия потока
Отказ машинного оборудования (предохранительный клапан)	$5 \cdot 10^{-3}$ в год	Объем вытекшей через торцевые уплотнения или разрушенный узел за время перекрытия потока

Дерево событий для количественного анализа различных сценариев аварий на насосной станции представлено на рисунке 5.

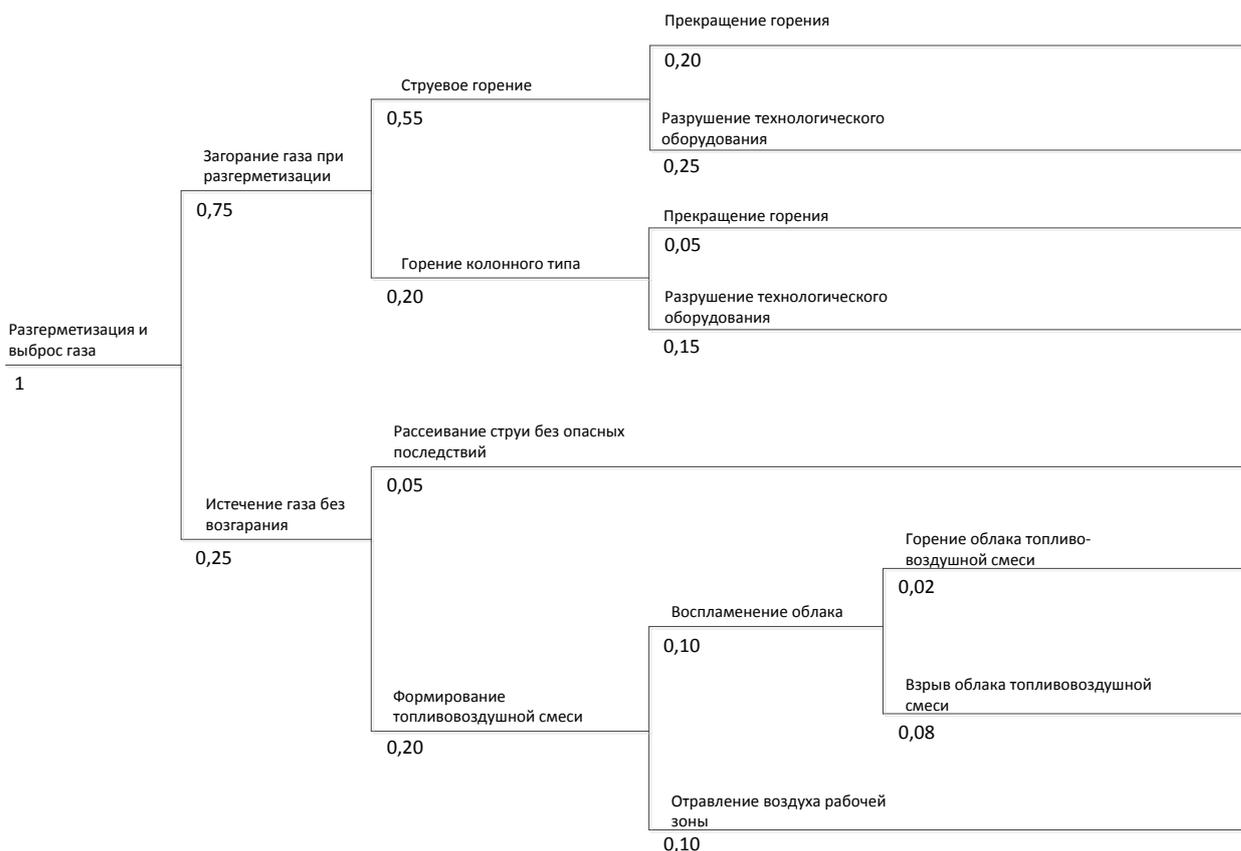


Рисунок 5. Древо событий для участка нефтепровода в насосной станции

Цифры рядом с наименованием события показывают условную вероятность возникновения этого события. При этом вероятность возникновения инициирующего события (выброс газа) принята равной 1. Значение частоты возникновения отдельного события или сценария пересчитывается путем умножения частоты возникновения инициирующего события на условную вероятность развития аварии по конкретному сценарию.

Согласно НПБ 110-03 предусмотрена защита производственных помещений и сооружений печи пиролиза F-15 автоматической системой пожарной сигнализации и пожаротушения АСПС, а именно для помещения с печью F-15 предусмотрены системы пожарной сигнализации и пожаротушения.

Для обнаружения загораний во взрывоопасных и пожароопасных производственных помещениях объектов добычи, транспортировки и переработки нефтегазовой отрасли наибольшее применение находят

пожарные извещатели пламени и тепловые пожарные извещатели. Это объясняется тем, что цикл горения веществ, обращающихся в данных производствах, протекает при значительных скоростях и сопровождается уже на начальном этапе появлением открытого пламени и значительным ростом температуры. В некоторых случаях в качестве дополнительных мер безопасности применяются дымовые пожарные датчики.

Система ПСиАТ имеет следующие характеристики:

- централизованная система на базе приборов системы «Орион»;
- способ пожаротушения по площади;
- запуск модулей осуществляется от электрического пускового импульса.

Выбор приборов пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения произведен в соответствии с требованиями государственных стандартов, норм пожарной безопасности, с учетом климатических, механических, электромагнитных и других воздействий в местах их размещения.

Система ПСиАТ каждого направления организована на базе прибора приемно-контрольного и управления «С2000-АСПТ». Прибор предназначен для автономной или централизованной противопожарной защиты объектов по одному направлению порошкового, аэрозольного и газового пожаротушения. Его возможности полностью удовлетворяют требованиям норм пожарной безопасности НПБ 88-2001.

ИП 212-45 – извещатель пожарный оптико-электронный дымовой предназначен для обнаружения возгорания, сопровождающихся появлением дыма малой концентрации в закрытых помещениях (рисунок 6).



Рисунок 6. ИП 212-45

Основные технические данные:

- ✓ чувствительность извещателей соответствует задымленности окружающей среды, ослабляющей световой поток в пределах 0,05-0,2 дб/м;
- ✓ инерционность срабатывания извещателя не более 5 секунд;
- ✓ электрическое питание извещателя осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 9-30 В;
- ✓ извещатели сохраняют работоспособность при воздействии воздушного потока до 10 м/с;
- ✓ потребляемый ток при напряжении питания 12 В не более 50 мкА;
- ✓ извещатели сохраняют работоспособность при фоновой освещенности до 12000 лк.

ИП 114-5-А2 – извещатель пожарный тепловой многоразового действия с контактными выводами, предназначен для обнаружения в закрытых помещениях очагов возгорания сопровождающихся повышением температуры (рисунок 7).



Рисунок 7. ИП 114-5-А2

Основные технические данные:

- ✓ диапазон рабочих температур -30 до +70⁰С;
- ✓ температура возврата в дежурный режим не менее +70⁰С;
- ✓ коммутационный ток 0,001-0,05 А;
- ✓ коммутируемое напряжение 0,5 – 30 В.

В помещении переключений и технологическом зале, согласно рекомендациям НПБ 88-2001, извещатели Пульсар 2-012СК. Пульсар 2-012СК – предназначен для обнаружения загораний, сопровождающихся появлением открытого пламени в зонах со специальными условиями эксплуатации. Работает по 4-хпроводной линии совместно с приемно-контрольными приборами (рисунок 8).



Рисунок 8. Пульсар 2-012СК

Основные технические данные:

- ✓ дальность обнаружения тестового очага пламени ТП-5 площадью 0,1 кв. м – 30 м;
- ✓ дальность обнаружения тестового очага пламени ТП-6 (спирты) площадью 0,1 кв. м – 12 м;
- ✓ угол обзора, типовое значение – 90 градусов;
- ✓ допустимая фоновая освещенность до 15000 лк;
- ✓ напряжение питания – 12 В;
- ✓ потребляемый ток в дежурном режиме – не более 3 мА;
- ✓ рабочий диапазон температуры окружающей среды от -50 до +55⁰С;
- ✓ степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-80: извещатель – IP55, выносливый оптический элемент – IP66.

ИОПР-513/101-1 – извещатель пожарный ручной предназначен для ручного включения сигнала тревоги в системах пожарной сигнализации (рисунок 9).



Рисунок 9. ИОПР-513/101-1

В качестве исполнительных устройств для локализации и тушения пожара резервуаров с ГСМ применены модули порошкового пожаротушения МПП-100.07 «Лавина». Модули применяются для объемного, поверхностного, локального тушения в условиях неограниченного газообмена, т. е на открытом воздухе. Для равномерного распыления огнетушащего порошка использована трубная разводка с распылителями типа НР38. Площадь, защищаемая одним модулем МПП-100.07 до 96 м².

Запуск модулей производится от прибора «С2000-АСПТ» через контрольно-пусковой блок «С2000-КПБ».

Прибор «С2000-АСПТ» обеспечивает запуск системы в следующих режимах:

- ✓ автоматический, при срабатывании двух извещателей и более в одном или двух контролируемых шлейфах;
- ✓ дистанционный, запуск с пульта «С-2000»;
- ✓ дистанционный, запуск с помощью ручного пожарного извещателя ИОПР-513.

Структурная схема системы приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.03).

Схема размещения пожарных извещателей на охраняемых объектах приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.04).

3.3 Разработка системы контроля уровня загазованности

АСКУЗ обеспечивает контроль уровня загазованности на объектах предприятий НГО, опасных с точки зрения появления ядовитых газов, и передачу информации об уровне загазованности диспетчеру, а также включение аварийной сигнализации на объекте при превышении на нем допустимого уровня загазованности или включение вентиляции.

Важным достоинством АСКУЗ является возможность контроля довзрывной концентрации опасных веществ (ОВ) и является необходимой подсистемой ИСПУ аварийной защиты.

При разработке проекта АСКУЗ были использованы следующие нормативно-технические документы: РД 03-409-01, РД БТ 39-0147171-003-88, РД БТ 39-0147171-003, ПБ 09-540-03.

– РД 03-409-01 «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей»;

Перед разработкой системы автоматического контроля уровня загазованности необходимо провести анализ риска газоопасности объекта.

Оценку токсикологического риска применяют согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010.

При проектировании АСКУЗ различают концентрационный предел распространения пламени, концентрационный предел воспламенения, которые применяются при категорировании помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, для анализа риска аварии и оценки возможного ущерба, при разработке мер по предотвращению пожаров и взрывов в технологическом оборудовании при настройке измерителей. В соответствии с ГОСТ Р 52136-2003 «Газоанализаторы и сигнализаторы

горючих газов и паров электрические. Общие требования и методы испытаний» эти концентрационные пределы являются эквивалентными.

В настоящее время существует большое количество методик для расчета последствий аварийных выбросов опасных веществ. Среди отечественных методик следует отметить ГОСТ 12.3.047-98, РД 03-409-01, ПБ 09-170-97 и методику оценки последствий химических аварий с использованием САПР ТОКСИ+Риск.

Для анализа опасных ситуаций будем использовать методику САПР ТОКСИ+Риск, расчеты которой опираются на РД 03-409-01.

Согласно спроектированной системе АСПС, на печи пиролиза F-15 имеется помещение с печью.

Для определения некоторых количественных характеристик риска пожароопасности в технологическом зале воспользуемся программой ТОКСИ+Риск. Программа предоставляет возможность выбрать тип объекта – так как объекта «Центральный пункт сбора» нет в списке, выберем объект «Инструментально-механические цеха», что является наиболее близким по своим свойствам объектом. Площадь помещения принимаемой равной 400 м².

Остальные исходные данные для расчета и результаты расчета приведены на рисунке 10.

Для непроизводственных зданий | Для производственных зданий

Основные соотношения для расчета риска по методике

$$R_{\text{ин}} = \sum (P_i \cdot K_{\text{пр}}) - \text{индивидуальный пожарный риск}$$

$$P_i = \sum (Q_j \cdot Q_{\text{дij}}), j=1..N \text{ сценариев - потенциальный риск}$$

$$Q_{\text{дij}} = (1 - P_{\text{эij}}) (1 - D_{\text{ij}}) - \text{условная вероятность поражения работника}$$

$$P_{\text{эij}} = 1 - (1 - P_{\text{э.п.ij}}) (1 - P_{\text{д.в.ij}}) - \text{вероятность эвакуации из помещения}$$

Тип производственного объекта: Инструментально-механические цеха

Площадь помещения, м²: 400

Частота пожаров на нем, в год, Q_j: 2,40E-003 по умолчанию

Наличие в производственном помещении других выходов, кроме эвакуационных
 Вероятность покидания здания людьми, находящимися в помещении, через аварийные выходы или с помощью иных средств спасения, P_{д.в.}: 0,03

Наличие в производственном помещении технических средств по обеспечению пожарной безопасности
 Вероятность эффективной работы технических средств по обеспечению безопасности людей, D: 0

Параметры эвакуации

Частота присутствия людей в помещении, K_{пр}: 0,24

Расчетное время эвакуации людей, мин: 1

Время начала эвакуации людей от момента обнаружения пожара, мин: 0,5

Время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей ОФП, мин: 0

Время существования скоплений людей на путях эвакуации, мин: 0

Вероятность эвакуации по эвакуационным путям, P _{э.п.}	0,0010
Вероятность эвакуации из помещения, P _э	0,0310
Условная вероятность поражения человека в помещении, Q _д	0,9690
Потенциальный пожарный риск в данном помещении	2,33E-003
Индивидуальный пожарный риск в данном помещении	5,58E-004

Рисунок 10. Оценка риска в САПР ТОКСИ+Риск

Для обеспечения безопасной эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли используется непрерывный контроль прямых и сопутствующих технологическому процессу параметров, в частности контроль уровня загазованности в зоне работы технологических объектов.

Перед проектированием АСКУЗ для газоопасных объектов разрабатывается схема развития аварийных сценариев с указанием основных причин их возникновения. Такая схема для печи пиролиза F-15 представлена на рисунке 11.

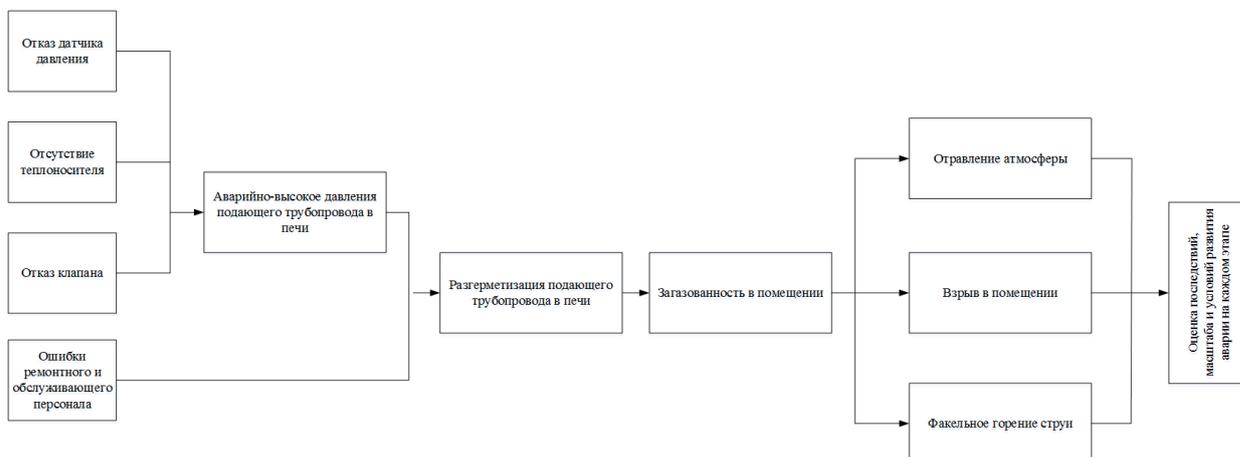


Рисунок 11. Схема развития аварийных сценариев с указанием основных причин их возникновения

Основными причинами аварии на объекте являются:

- ошибочные действия при возникновении нештатных ситуаций;
- отказ датчика давления;
- отказ предохранительного клапана;
- отказ электрооборудования и исчезновение электроэнергии;
- производство ремонтных работ без соблюдения необходимых организационно-технических мероприятий;
- износ оборудования (моральный или физический);
- коррозия оборудования и трубопроводов (образование свищей);
- применение непрочной запорной арматуры;
- факторы внешнего воздействия (ураганы и удары молний и др.).

Обычно при авариях на газоопасном объекте травматизм наблюдается только при взрыве в помещении, в этом случае травмируются все находящиеся там люди.

По результатам анализа будут приняты следующие меры:

- резервирование датчика давления;
- резервирование подающего трубопровода в печь;
- периодическая проверка исправности задвижек;
- плановые инструктажи и проверки знаний обслуживающего персонала;
- контроль за состоянием технологического оборудования;
- оповещение работников печи пиролиза F-15 об опасности при возникновении утечки газа.

Для обеспечения безопасной эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли используется непрерывный контроль прямых и сопутствующих технологическому процессу уровня загазованности в зоне работы технологических объектов. Системы контроля загазованности комплектуются

первичными газоаналитическими преобразователями, настраиваемыми (калибруемыми) под определенный тип газовой смеси.

В системе АСКУЗ в качестве газовых анализаторов будем использовать стационарный термокаталитический газоанализатор горючих газов CGS (рисунок 12).



Рисунок 12. Стационарный термокаталитический газоанализатор горючих газов CGS

Газоанализатор горючих газов CGS предназначен для автоматического непрерывного измерения до взрывоопасных концентраций горючих газов, и в том числе водорода, во взрывоопасных зонах.

CGS предназначен для применения в областях промышленности, занятых добычей, переработкой, хранением и транспортированием природного газа и нефти.

Элементы датчика изготовлены на основе платины, что приводит к лучшей устойчивости против серы и галогеносодержащих составов по сравнению с датчиками других изготовителей, применяющих катализаторы на основе палладия. Компьютерный подбор чувствительных ячеек минимизирует дрейф параметров.

Антикоррозийное покрытие контактных поверхностей золотом и удобный разъем, исключающий возможность неправильной установки, упрощают установку и обслуживание.

Таблица 8. Основные технические данные CGS

Диапазон обнаружения	0 - 100 % НКПР
----------------------	----------------

Измеряемые газы	Возможна линейаризация выходного сигнала для метана, этана, пропана, бутана, этилена, пропилена, водорода.
Точность	Абс. погрешность, % НКПВ: ± 3 (в диапазоне 0–50), ± 5 (в диапазоне 51–100).
Питание	24 В пост. тока (номинальное); Диапазон: от 18 до 32 В.
Потребляемая мощность	1,21 Вт номинально.
Совместимость	Трансмиттеры: Инфинити U9500А, трансмиттер UD10 и модель 505 совместно с контроллером R8471А производства DET-TRONICS.
Маркировка взрывозащиты	1ExdCT(T4,T5)X.
Температурный диапазон	Рабочий: от -55 °С до $+125$ °С. Хранение: от -40 °С до $+75$ °С.
Диапазон влажности	От 0 % до 95 % относительной влажности без конденсации.
Класс защиты	IP66.
Время реакции T09	30 сек.
Материал корпуса	Нержавеющая сталь марки 316 (CF8M).
Резьба соединения	M20 или $\frac{3}{4}$ NPT.
Ресурс сенсора	От 3 до 5 лет.
Вес	0,77 кг.
Гарантия	18 месяцев.

При повышении концентрации метана в помещении до уровня порога 1 (10% НКПВ, 0.44 об.доли) соответствующий сигнализатор загазованности выдает электрический сигнал на линию связи. Этот сигнал через цепочку сигнализаторов поступает на блок сигнализации и управления БСУ, который осуществляет световую и звуковую сигнализации и включает исполнительное устройство (включение аварийной (резервной) вентиляции). При концентрации уровня порог 2 (20% НКПВ, 0.88 об.доли) производится останов подводящих трубопроводах, путем перевода охранного крана в положение "закрыт".

Достижение порога 3 (30% НКПВ, 1.32 об.доли) считается аварийной ситуацией, которая недопустима на предприятии из соображений безопасности.

Таким образом, помещение печи пиролиза F-15 оснащено автоматической защитой от загазованности, срабатывающей при повышении концентрации горючих газов сверх установленных норм с выдачей световых и звуковых сигналов, включением аварийной вентиляции и остановом подводящих трубопроводов.

Схемы электрических соединений, принципиальная схема аварийной сигнализации загазованности, приведены в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.05, ФЮРА.425280.001.ЭС.06).

3.4 Разработка системы технического обслуживания и ремонта

Одним из главных факторов операционного совершенства нефтегазового производства является эффективная работа оборудования. Зачастую происходит слишком частая поломка оборудования, простой и его неразумная эксплуатация. Устранить эти недостатки с учетом современных требований позволяет система управления техническим обслуживанием и ремонтами (ТОиР).

В данном проекте будем реализовать концепцию обслуживания по фактическому состоянию, осуществлять мониторинг изменчивости состояния оборудования и интерпретировать полученные результаты применяя статистические методов контроля.

Целью ОФС является повышение прозрачности расходов, связанных с обслуживанием и ремонтом основных фондов. Реализация этих целей осуществляется с использованием АС ТОиР.

Результатом внедрения АС ТОиР является:

- увеличение срока службы оборудования;
- повышение производительности труда ремонтных служб;
- увеличение производительности оборудования;
- более оперативное выполнение восстановительных ремонтов;
- сокращение излишков складских запасов;

- сокращение незапланированных простоев;
- увеличение коэффициента готовности;
- уменьшение числа простоев и поломок;
- повышение отдачи от имеющихся у компании основных фондов;
- более эффективное бюджетирование ремонтов;
- повышение прибыльности предприятия.

Система представляет собой аппаратно-программный комплекс, включающий:

- датчики, монтируемые на оборудование и предоставляющие значения ключевых параметров для данного типа оборудования;
- контроллеры, обрабатывающие значения с датчиков;
- системы визуализации, аварийного предупреждения и архивации информации о состоянии оборудования;
- экспертные базы знаний, позволяющие предупреждать возникновение аварийных ситуаций на основании знаний, введенных в БД.

Для определения оптимального графика вывода в ремонт и сокращения необоснованных простоев периодичности, необходим сбор всей эксплуатационной информации, данных по отказам. Структурная схема сбора данных о состоянии оборудования приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.07).

На печах пиролиза возможны следующие неисправности:

- неисправность датчиков температуры и давления;
- затвердевание жидкости вследствие потери теплоносителя;
- износ клапана.

По каждому из контролируемых параметров фиксируется появление трендов или серий необычных значений измерений. Вызов оперативных графиков на экран выполняется с помощью окна соответствующего параметра. Для особо важных параметров предусмотрено формирование исторических трендов с просмотром информации до месяца. К таким параметрам относятся:

- давление до печи F-15;
- температура до печи F-15;
- температура в печи F-15;
- давление в печи F-15.

Алгоритмы оперативного мониторинга появления неисправностей реализованы с использованием критериев диагностики, приведенных в ГОСТ Р 50779.42-99 «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта». Контрольные карты позволяют решить задачу статистического управления производственным процессом контроля состояния оборудования. Это один из простейших и наиболее эффективных способов отделения «ложных тревог» от действительных.

Рассмотрим задачу о контроле температуры газа на входе печи F-15. Контроль температуры осуществляется 15 раз в час. При этом при каждом контроле осуществляется измерение температуры 5 раз. Данные об измерении приведены в таблице 9.

Таблица 9.

Ежедневная выборка, k	Количество измерений, n; измерение, X_i (т.е. размер)					Среднее, \bar{X}	Размах, R
	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5		
1	3,2	2,6	3,0	2,7	2,7	2,84	0,5
2	2,5	2,7	2,6	2,8	2,5	2,62	0,3
3	3,0	2,7	2,8	2,5	2,8	2,76	0,5
4	2,7	2,5	2,7	3,0	2,9	2,76	0,5
5	3,0	2,8	3,2	2,7	2,7	2,88	0,5
6	2,7	2,4	2,7	2,9	3,0	2,74	0,6
7	3,2	2,7	2,5	2,7	2,7	2,76	0,7
8	2,8	2,9	3,0	2,9	2,8	2,88	0,2
9	3,2	2,7	2,9	3,0	3,2	3	0,5
10	2,5	3,0	2,7	2,8	2,9	2,78	0,5
11	2,8	2,7	3,0	3,2	3,0	2,94	0,3
12	3,0	2,7	2,5	2,6	2,8	2,72	0,5
13	2,7	2,8	3,2	3,0	2,8	2,9	0,5
14	2,7	2,7	2,9	3,0	2,5	2,76	0,5
15	3,0	2,9	3,2	2,8	3,0	2,98	0,4
						2,821333	0,466667

Теперь построим \bar{X} и R_k карты.

Сначала определим ВКП - верхний контрольный предел и НКП - нижний контрольный предел, они определяются по формулам:

$$\text{ВКП}_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2(n) \cdot \bar{R},$$

$$\text{НКП}_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2(n) \cdot \bar{R},$$

$$\text{ВКП}_R = D_4(n) \cdot \bar{R},$$

$$\text{НКП}_R = D_3(n) \cdot \bar{R}.$$

где n - объем выборки, X - показания (данные) приборов, \bar{X} - среднее показаний в выборке, $\bar{\bar{X}}$ - среднее всех средних \bar{X} , R – размах, \bar{R} - среднее всех R (это положение центральной линии).

Объем выборки $n=5$, следовательно, параметры A_2 , D_3 , D_4 , и d_2 будут определяться из таблицы 10.

Таблица 10

n	A_2	D_3	D_4	d_2
5	0,577	0	2,114	2,33

С помощью программы Microsoft Excel и имеющихся данных определим численные значения контрольных пределов.

Таблица 11 – Контрольные пределы

ВКП x	3,0906
НКП x	2,552067
ВКП R	0,986533
НКП R	0

Также определим величину зон А, В и С, т.е 3σ , 2σ и 1σ .

Таблица 12 – Определение величин зон

Для X	
3σ	3,09

2σ	3.00
1σ	2.91
0	2,82
-1σ	2,73
-2σ	2,64
-3σ	2,55

13. Построение необходимо начать с R-карты. Она показана на рисунке

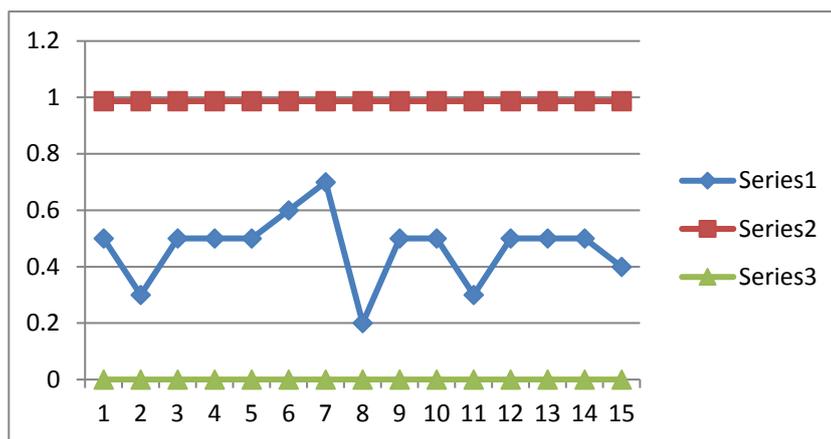


Рисунок 13. Контрольная R-карта

Перейдем к построению контрольной X-карты с учетом всех зон (рисунок 14).

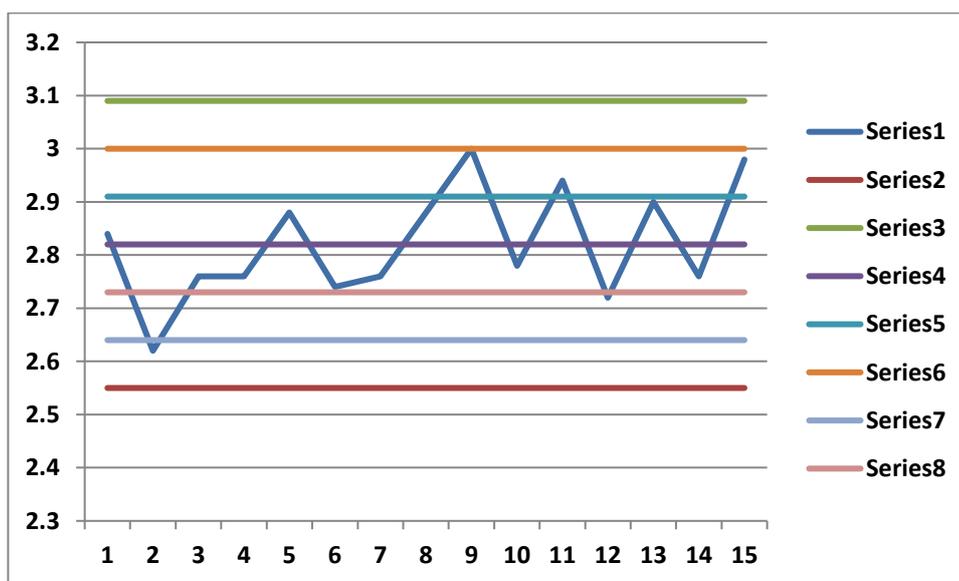


Рисунок 14. Контрольная X-карта

Используя известные критерии, проведем анализ полученных карт.

Из графиков видно, что ни одна точка не попала за контрольные пределы, что означает отсутствие особых причин.

Все точки лежат в большей степени в зоне С для X-карты, и лишь 5 точек попали в зону В. Также, для R-карты, отклонений не было выявлено.

Процессы находятся в статистически управляемом состоянии, так как точки разбросаны вокруг центральной линии и находятся в контрольных пределах, нет серий и трендов.

Функциональная схема автоматизации (ФСА), обеспечивающая сбор информации о состоянии контролируемых точек оборудования, критических узлов технологического оборудования приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.08).

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

Студенту:

Группа	ФИО
3–8А21	Зубарев Павел

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):

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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8А21	Зубарев Павел		

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

4.1 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 противоаварийная автоматическая защита печи пиролиза F-15.

В таблице 13 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 13 – Карта сегментирования рынка

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

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

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 14). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система ПАЗ, существующая система противоаварийной защиты пиролиза печи F-15, и проект ПАЗ сторонней компанией.

Таблица 14 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект ПАЗ	Существующая система ПАЗ	Разработка ПАЗ сторонней компанией	Проект ПАЗ	Существующая система ПАЗ	Разработка ПАЗ сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,03	5	1	4	0,15	0,03	0,12
Удобство в эксплуатации	0,06	3	2	4	0,18	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,05	4	3	2	0,2	0,15	0,1
Надежность	0,3	5	2	5	1,5	0,6	1,5
Безопасность	0,3	5	3	5	1,5	0,9	1,5
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	2	2	1	0,06	0,06	0,03
Простота эксплуатации	0,03	5	3	4	0,15	0,09	0,12
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,06	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
Цена	0,04	2	5	1	0,08	0,2	0,04
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	3	5	0,2	0,15	0,25
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Итого:	1	44	33	40	4,39	2,63	4,23

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

4.3 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 15.

Таблица 15 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Экономичность и энергоэффективность проекта</p> <p>С2. Экологичность технологии</p> <p>С3. Более низкая стоимость</p> <p>С4. Наличие бюджетного финансирования</p> <p>С5. Квалифицированный персонал</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа проекта</p> <p>Сл2. Отсутствие у потребителей квалифицированных кадров</p> <p>Сл3. Мало инжиниринговых компаний, способной построить</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования</p> <p>Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Использование существующего программного обеспечения</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>В1, В3 – С1, С2, С3</p> <p>Разработка новой печи позволит эффективнее и экологически безопаснее расходовать топливо.</p> <p>В3, В4, В5 – С4, С5</p> <p>На новой базе производства более высокий стандарт качества продукции и её стоимости.</p>	<p>В1, В3 – Сл1, Сл2, Сл3</p> <p>В отсутствии аналогичных проектов занимает долгий и дорогое проектирование</p> <p>В1, В3 – Сл4, Сл5</p> <p>Долгое переоборудование установки занимает большой простой производства.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Ограничения на экспорт технологии</p> <p>У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p> <p>У5. Несвоевременное финансовое обеспечение</p>	<p>У1, У2 – С1, С3</p> <p>В случае отсутствия спроса то технологию можно применить во многих других отраслях</p> <p>У4 – С5</p> <p>Наличие дополнительных государственных требований снижает риск возникновения появления конкурентных производств.</p>	<p>У5 – Сл4</p> <p>Несвоевременное финансирование необходимо принять меры по наличию запаса средств на реализацию проекта.</p> <p>У2 – Сл2</p> <p>В случае отсутствия квалифицированного рабочего персонала по обслуживанию установки создать учебную базу</p>

научного исследования со стороны государства		
--	--	--

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

4.3.1 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 16.

Таблица 16 – 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 ПАЗ	Инженер
	11	Разработка структурной схемы	Инженер
	12	Разработка противопожарной сигнализации	Инженер
	13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	14	Разработка системы контроля уровня загазованности	Инженер
	15	Разработка автоматизированной системы технического обслуживания и ремонта	Инженер
	16	Подбор оборудования ПАЗ	Инженер
	17	Проектирование SCADA-системы	Инженер
	18	Составление пояснительной записки	Инженер

4.4 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 17 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 17 – 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 ПАЗ	1	2	1,4	1	1,4	2
Разработка структурной схемы	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка противопожарной сигнализации	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	1	3	1,8	1	1,8	3

Разработка системы контроля уровня загазованности	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка автоматизированной системы технического обслуживания и ремонта	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Подбор оборудования ПАЗ	2	4	2,8	1	2,8	4
Проектирование SCADA-системы	2	5	3,2	1	3,2	5
Составление пояснительной записки	1	3	1,8	1	1,8	3

На основе таблицы 17 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 18 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 18 – План-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ													
			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь	
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	■													
3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер		■												
4	Календарное планирование работ	Руководитель		■												
		Инженер		■												
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер			■											
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер			■											
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер				■										
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель					■									
		Инженер					■									
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель					■									
		Инженер					■									
10	Разработка функциональной схемы ПАЗ	Инженер						■								
11	Разработка структурной схемы	Инженер							■							
12	Разработка противопожарной сигнализации	Инженер								■						
13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер								■						
14	Разработка системы контроля уровня загазованности	Инженер								■						
15	Разработка автоматизированной системы технического обслуживания и ремонта	Инженер									■					
16	Подбор оборудования ПАЗ	Инженер										■				
17	Проектирование SCADA-системы	Инженер												■		

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Единица	Количество	Цена за ед., руб вар.1	Цена за ед., руб вар.2.	Цена за ед., руб вар.2	Затраты на метериалы вар.1	Затраты на метериалы вар.2	Затраты на метериалы вар.2
	измерения							
Контроллер Siemens S7-400H	шт.	1	320000	350000	30000	400000	437500	375000
Извещатель пожарный ИП 212-45	шт.	30	290	400	320	10005	15000	12000
Пожарный извещатель ИП 114-5-A2	шт.	30	48,3	50	51	1666,35	1875	1912,5
Извещатель пламени Пульсар 2-012СК	шт.	30	3250	3500	3650	117000	131250	136875
Извещатель пожарный ручной ИОПР-513/101-1	шт.	10	450	500	500	5625	6250	6250
Газоанализатор CGS	шт.	15	8000	7840	7400	150000	147000	138750
Итого:						534296,35	738875	670787,5

4.5.2 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 20 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 20 – 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

4.5.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 21, 22, 23.

Таблица 21 – основная заработная плата

Таблица 21 – основная заработная плата вар.1

Исполнители	Тарифная заработная плата в час	Районный коэффициент	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	100	1,3	10	1300
Инженер	56	1,3	30	2184
Итого:				3484

Таблица 22 – основная заработная плата вар.2

Исполнители	Тарифная заработная плата в час	Районный коэффициент	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	100	1,3	40	5200
Инженер	56	1,3	80	5824
Инженер	56	1,3	100	7280
Итого:				18304

Таблица 23 – основная заработная плата вар.3

Исполнители	Тарифная заработная плата в час	Районный коэффициент	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	100	1,3	60	7800
Инженер	56	1,3	20	1456
Инженер	56	1,3	20	1456
Инженер	56	1,3	30	2184
Итого:				12896

4.5.4. 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:

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

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 1300 = 195$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 2184 = 327,6$$

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 5200 = 780$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 5824 = 873,6$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 7280 = 1092$$

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 7800 = 1170$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 1456 = 218,4$$

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 1456 = 218,4$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 2184 = 327,6$$

4.5.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 24, 25, 26.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды вар.1

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	1300	195
Инженер	2184	327,6
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Итого:	1052	157,8

Таблица 25 – Отчисления во внебюджетные фонды вар.2

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	5200	780
Инженер	5824	873,6
Инженер	7280	1092
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Итого:	5527,8	829,1

Таблица 26 – Отчисления во внебюджетные фонды вар.3

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	7800	1170
Инженер	1456	218,4
Инженер	1456	218,4
Инженер	2184	327,6
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Итого:	3894,5	584,1

4.5.6 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:

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{накл}} &= (534296,35 + 1970000 + 3484 + 522,6 + 1209,8) \cdot 0,15 \\
 &= 376426,91 \text{ руб}
 \end{aligned}$$

$$Z_{\text{накл}} = (738875 + 1500000 + 18304 + 2745,6 + 6356,9) \cdot 0,15 \\ = 339942,2 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{накл}} = (670787,5 + 2472500 + 12896 + 1934,4 + 4478,6) \cdot 0,15 \\ = 474389,47 \text{ руб}$$

Где 0,16 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

4.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 23.

Таблица 23 – расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.вар.1	Сумма, руб.вар.2	Сумма, руб.вар.2
1. Материальные затраты	534296,35	738875	670787,5
2. Затраты на специальное оборудование	1 970 000	1 500 000	2 472 500
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	3484	18304	12896
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	522,6	2745,6	1934,4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	1209,8	6356,9	4478,6
6. Накладные расходы	376426,91	339942,2	474389,47
7. Бюджет затрат НТИ	2885936,66	2606223,7	3636985,97

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

4.6.1 Интегральный финансовый показатель

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исл.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{пих}}},$$

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

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

$\Phi_{\text{тах}}$ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральные финансовые показатели для альтернативных вариантов:

- 1 альтернативный вариант – 0,79;
- 2 альтернативный вариант – 0,71;
- 3 альтернативный вариант – 1.

4.6.2 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

4.6.3 Сравнительная эффективность проекта

Таблица 9 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	В.1	В.2	В.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,79	0,71	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	5,1	5,8	5,15
3	Интегральный показатель эффективности	5,44	4,118	5,15
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,32	1	1,25

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.

5. Социальная ответственность

Введение

Одной из важнейших задач по сохранению производительности труда и экономической эффективности производства является организация и улучшение условий труда на рабочем месте. Необходимые показатели в этой области достигаются соблюдением законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

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

В ВКР рассматривается проектирование системы защиты печи пиролиза F-15 цеха пиролиза углеводородов нефти и ректификации ароматических углеводородов производства мономеров ООО «Томскнефтехим». В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочему месту и рабочей зоны. Проанализированы опасные и вредные факторы труда.

5.1. Профессиональная социальная безопасность

5.1.1. 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 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные фактора при работе оператора АСУ ТП

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<i>Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров печи пиролиза F-15. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории печи пиролиза F-15.</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Повышенный уровень шумов2. Повышенный уровень вибрации3. Электромагнитные излучения	<ol style="list-style-type: none">1. Электро-безопасность2. Пожаро-взрывобезопасность	Шумы – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [1] Вибрация – ГОСТ 31192.2-2005 [3] Электромагнитное излучение - СанПиН 2.2.2/2.4.1340 [5] Электробезопасность – ГОСТ 12.1.038-82 [6] Пожарная безопасность – СНиП 2.11.03-93 [7]

5.1.2. Анализ вредных факторов

5.1.2.1. Повышенный уровень шума

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

концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБ(А)) на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

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

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

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 25.

Таблица 25 – 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

При разработки проектируемой системы добавилось электрооборудование, которое является источником шума, такие как автоматические задвижки, электромагнитные реле. При этом основным источником шума являются насосы. До разработки противоаварийной автоматической защиты шум на площадке составлял 60 дБ, после внедрения автоматизированной установки уровень шума повысился до 61 дБ. При этом

дополнительных мер защиты, как наушники не требуется.

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

5.1.2.2. Виброакустические факторы

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека [4].

Вибрация определяется следующими основными параметрами:

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

Таблица 26 – Гигиенические нормы вибрации

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

Основными источниками вибрации в цехе пиролиза нефти являются работающие задвижки, электроприводы, насосные агрегаты.

Методы защиты от вибрации:

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

уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника: вибродемпфирование, виброгашение, виброизоляция, жесткое

присоединение агрегата к фундаменту большой массы. Средства индивидуальной защиты не требуются, так как вибрация не значительная.

5.1.2.3. Электромагнитное излучение

Каждое устройство, которое производит или потребляет электроэнергию, создает электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. Нарушение в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимый характер.

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

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания работающих без средств защиты в электрическом поле приведены в таблице 27 [5].

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

После внедрения автоматизированного комплекса, уровень магнитного поля не превышает 200 А/м, а время пребывания обслуживающего персонала не более 2 часов в смену. Трансформаторы (активная часть) – помещены в

металлических маслonaполненный бак, вся коммутационная аппаратура устанавливается в металлических шкафах.

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

5.1.3. Анализ опасных факторов

5.1.3.1. Электробезопасность

Требования электробезопасности данного объекта направлены на создание условий эксплуатации оборудования, при которых исключаются образование электрической цепи через тело человека. Под действием тока сокращаются мышцы тела. Если человек взялся за находящуюся под постоянным напряжением часть оборудования, он, возможно, не сумеет оторваться от нее без посторонней помощи.

Более того, его, возможно, будет притягивать к опасному месту. Под действием переменного тока мышцы периодически сокращаются с частотой тока. Больше всего от действия электрического тока страдает центральная нервная система. Ее повреждение ведет к нарушению дыхания и сердечной деятельности. Смерть обычно наступает вследствие остановки сердца, или прекращения дыхания, или того и другого вместе.

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

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока и электромагнитного поля на организм человека;

– условий внешней среды [6].

После внедрения средств автоматизации добавились, а также изменился ряд электрических приборов. Большую часть из них составляют измерительные приборы, исполнительные механизмы такие как реле, задвижки с электроприводами.

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

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

Контроллерное оборудование, исполнительные нагревательные элементы работают от сети переменного напряжения 220 В и частотой 50 Гц. Данное оборудование подключено через распределительный шкаф. Эти виды оборудования являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При осмотре, работе, наладке этого оборудования возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

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

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

5.2. 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.

Воздействие на селитебные зоны не распространяется, в связи удаленность месторождения от жилых построек.

Воздействия на атмосферу незначительное, т. к. системы противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки, аварии и другие опасные ситуации. При этом все технологические аппараты оснащены защитными фильтрами.

Воздействие на гидросферу. С целью охраны водоемов от попадания загрязненных стоков, все промышленные стоки направляются по системе трубопроводов на очистные сооружения с последующей подачей их в систему поддержки пластового давления.

Воздействие на литосферу. В связи с тем, что для производства и обслуживания оборудования средств автоматизации необходимы ресурсы, оказывается влияние на литосферу, а именно на недра земли, добыча ископаемых. В этом случае мы не можем повлиять на защиту литосферы, однако после использования оборудования необходимо его утилизировать в соответствующих местах утилизации.

5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.3.1. Пожарная безопасность

Возникшее пламя при пожаре в цехе пиролиза нефти можно потушить одним из следующих способов:

- удаление горючих материалов;
- прекращение доступа кислорода;
- охлаждение горящего вещества ниже его температуры воспламенения;
- цех пиролиза должен быть оснащен первичными средствами пожаротушения (вода, огнетушители, песок).

Система автоматического тушения пожаров (АПТ) предназначена для автоматического обнаружения очага пожара в защищаемых сооружениях с включением пожарной сигнализации и подачи пены к очагу пожара.

К основным причинам пожаров на нефтебазах можно отнести следующие:

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

Пожарная безопасность резервуаров и резервуарных парков в соответствии с требованиями [7] должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения разлива и растекания нефти;
- предотвращения образования на территории резервуарных парков горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;

- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход нефти из резервуаров, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего резервуарный парк, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и загораний.

В качестве основного средства тушения пожара нефти и нефтепродуктов принят 6% раствор пенообразователя. Инертность систем АПТ (с момента возникновения пожара до поступления пены) должна быть не более 3 мин.

Расчётное время тушения пожара пенным раствором принято в соответствии с ВНПБ 01-01-01 и составляет 15 минут. Продолжительность водотушения (охлаждение горящих резервуаров) составляет 4 часа по СНиП 2.11.03-93 [7].

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

5.4. Особенности законодательного регулирования проектных решений

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

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

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

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

5. СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарные правила устанавливают санитарно-эпидемиологические требования к условиям производственных воздействий ЭМП, которые должны соблюдаться при проектировании, реконструкции, строительстве производственных объектов, при проектировании, изготовлении и эксплуатации отечественных и импортных технических средств, являющихся источниками ЭМП.

6. Гост Р 12.1.019 – 2009. Электробезопасность. Настоящий стандарт относится к группе стандартов, регламентирующих требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового

назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации.

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

Заключение

В результате проделанной работы была выполнена автоматизация цеха пиролиза. В частности, были спроектированы следующие автоматизированные системы: автоматизированная система противоаварийной защиты, автоматизированная система пожарной сигнализации, автоматизированная система контроля уровня загазованности, автоматизированная система технического обслуживания и ремонта.

Противоаварийная защита осуществляет аварийную защиту персонала, оборудования и окружающей среды при отказах технологического оборудования, либо ошибочных действий персонала за счет автоматического размыкания энергии и останова технологического объекта.

Система пожарной сигнализации обнаруживает признаки возгорания на объекте и подает сигнал тревоги, управляет системами оповещения, и автоматического тушения пожара.

Автоматизированная система контроля уровня загазованности осуществляет контроль дозрывных и опасных для здоровья человека концентраций газа, паров нефти и нефтепродуктов, обеспечивает получение, индикацию, хранение и срабатывание исполнительных устройств для остановки работы источников газовой выделенности или перевод процесса в безопасное состояние при превышении допустимых значений дозрывных концентраций горючих газов.

Автоматизированная система технического обслуживания и ремонта позволяет увеличить срок службы и производительности оборудования, уменьшить число поломок и простоев.

Таким образом, разработанные системы способствуют повышению надежности, стабильности работы печи пиролиза F-15, снижению рисков возникновения аварий.

Список использованных источников

1. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация».
2. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
3. СП 51.13330.2011. Защита от шума.
4. ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека.
5. СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях.
6. Гост Р 12.1.019 – 2009. Электробезопасность.
7. СНиП 2.11.03–93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы».