

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Минцарь Михаил Иванович

Должность: Ректор

Дата подписания: 23.11.2023 09:18:06

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРОЗНЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор  
И.Г. Гайрабеков



09 2020г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

ДИСЦИПЛИНЫ

**«Прогнозирование опасных факторов пожара»**

**Направление подготовки**

20.03.01 Техносферная безопасность

**Профиль**

**«Пожарная безопасность»**

**Квалификация**

Бакалавр

Грозный – 2020

## 1. Цели и задачи дисциплины

Изучить принципы и методы математического описания (моделирования) взаимосвязанных термогазодинамических процессов, характеризующих в целом пожар в помещении (здании, сооружении) как сложное физическое явление, при котором наряду с выделением тепловой энергии (вследствие горения) изменяется со временем температура газовой среды и содержание кислорода в помещении, образуются токсичные газы, в результате задымления меняются оптические свойства газовой среды, происходит газообмен помещения с внешней атмосферой (или со смежными помещениями) через проемы и прогреваются строительные конструкции. Теоретически и практически подготовить будущих бакалавров к проведению научно обоснованного прогнозирования динамики опасных факторов пожара (ОФП) в помещениях (зданиях, сооружениях), а также к проведению исследований реально произошедших пожаров при их экспертизе.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла. Для изучения курса требуется знание: пожарной тактики, правопедения, надзора и контроля в сфере безопасности, государственного пожарного надзора.

Данная дисциплина является курсом самостоятельного значения. Ей предшествуют дисциплины: «Математика», «Теория горения и взрыва», «Физика», «Химия» и «Экология».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### **общепрофессиональные:**

способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды (ОПК-4);

### **профессиональные:**

способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности (ПК-19);

способность применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных (ПК-23).

## В результате изучения данной дисциплины студент должен:

### знать:

- основные математические модели пожаров (интегральные, зонные, дифференциальные) и методы их численной реализации с помощью компьютеров; причины и условия появления источников зажигания в горючей среде; причины и условия развития начавшегося пожара; причины и условия влияния технологических параметров на взрывопожарную опасность процессов, протекающих в технологическом оборудовании;

**уметь:** проводить численные эксперименты по моделированию пожаров применительно к решению профилактических и тактических задач; найти и правильно использовать нормативные документы по обеспечению пожарной безопасности технологического оборудования и процессов; разрабатывать рекомендации по обеспечению безопасной эвакуации людей при пожаре и совершенствовать системы сигнализации и автоматические системы пожаротушения; привести действующие производственные процессы в соответствие с требованиями норм и правил пожарной безопасности;

производить качественную и количественную оценку риска в техногенной сфере;

**владеть:** методиками основных математических моделей пожаров и компьютерными программами расчета динамики опасных факторов пожара; методами моделирования опасностей и снижения техногенного риска в статических и динамических задачах принятия решений в условиях неопределенности с помощью современных программ персональных компьютеров (Excel, Mathcad).

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов/зач. ед.		Семестры	
		ОФО	ЗФО	8	9
<b>Контактная работа (всего)</b>		<b>48/1,3</b>	<b>16/0,4</b>	<b>48/1,3</b>	<b>16/0,4</b>
В том числе:					
Лекции		24/0,65	8/0,2	24/0,65	8/0,2
Практические занятия (ПЗ)		24/0,65	8/0,2	24/0,65	8/0,2
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>60/1,66</b>	<b>92/2,6</b>	<b>60/1,66</b>	<b>92/2,5</b>
В том числе:					
Реферат		10/0,28	28/0,8	10/0,28	28/0,8
Темы для самостоятельного изучения		14/0,38	28/0,8	14/0,38	28/0,8
Подготовка к зачету		36/1	36/1	36/1	36/1
<b>Вид отчетности</b>		зачет	зачет	зачет	зачет
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>Всего в часах</b>	108	108	108	108
	<b>Всего в зач. единицах</b>	3	3	3	3

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	ОФО			ЗФО		
		Лекц.	Практ зан.	Всего часов	Лекц.	Практ зан.	Всего часов
1	Интегральная математическая модель пожара в помещении.	8	8	16	2	2	4
2	Зонная математическая модель пожара в помещении.	8	8	16	2	2	4
3	Дифференциальная (полевая) математическая модель пожара в помещении.	8	8	16	4	4	8

### 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	<b>Раздел 1. Интегральная математическая модель пожара в помещении.</b>	
	Исходные понятия и общие сведения о методах прогнозирования ОФП в помещениях.	Опасные факторы пожара. Физические величины, характеризующие ОФП в количественном отношении; предельно допустимые значения ОФП. Математическое моделирование, как наиболее современный научный метод прогнозирования ОФП. Основные требования, предъявляемые к моделям. Методы математического моделирования динамики ОФП, их особенности и области практического использования. Обзор развития методов прогнозирования ОФП.
	Основные понятия и уравнения интегральной математической модели пожара в помещении.	Свойства газообразной среды в помещении при пожаре. Локальное равновесие и взаимосвязь между локальными термодинамическими параметрами состояния газовой среды. Пространственно-временное распределение локальных параметров состояния среды в помещении при пожаре. Влияние изменения состава и температуры газовой среды при пожаре на ее газовую постоянную, показатель адиабаты и теплоемкость. Присутствие мельчайших твердых частиц в газообразной среде и их вклад в интегральные значения внутренней (тепловой) энергии и массы среды, заполняющей помещение при пожаре. Влияние этих частиц на процессы тепломассопереноса и оптические свойства среды.
3	Интегральный метод описания состояния	Среднеобъемная плотность газовой среды и среднеобъемные парциальные плотности ее компонентов. Среднеобъемная внутренняя энергия и

	газовой среды при пожаре в помещении.	<p>среднеобъемное давление газовой среды в помещении. Среднемассовая и среднеобъемная температуры среды в помещении. Методика определения среднеобъемного давления, среднемассовой и среднеобъемной температур на основе инструментальных измерений. Интегральное уравнение состояния газовой среды в помещении. Дымообразование и параметры дыма, образованного твердыми частицами. Коагуляция и седиментация частиц дыма. Оптическое количество дыма и среднеобъемная оптическая плотность дыма. Связь между оптической плотностью дыма и дальностью видимости. Экспериментальные методы измерения оптической плотности дыма. Интегральный метод термодинамического анализа пожара. Среда в помещении как открытая термодинамическая система. Взаимодействие этой системы с внешней средой и интегральные характеристики этого взаимодействия. Квазиравновесный процесс изменения состояния этой системы при пожаре. Особенности процесса изменения состояния этой системы на отдельных этапах развития пожара. Вывод дифференциальных уравнений интегральной математической модели пожара, описывающих динамику опасных факторов пожара, – уравнений материального баланса среды и ее компонентов, уравнений баланса оптического количества и энергии. Начальные условия и условия однозначности. Классификация интегральных математических моделей пожара. Математическая постановка задачи о прогнозировании ОФП на основе полной системы дифференциальных уравнений интегральной модели пожара. Методы численного решения этой задачи. Приведение уравнений описывающих динамику ОФП, к безразмерному виду. Подобие и критерии подобия пожаров.</p>
4	Газообмен помещений и теплофизические функции, необходимые для замкнутого описания пожара.	<p>Причины, обуславливающие движение газа и газообмен помещения с внешней средой через проемы при пожаре. Распределение гидростатических давлений по вертикали внутри и снаружи помещения. Плоскость равных давлений (ПРД). Зависимость расположения ПРД от среднеобъемных значений давления и плотности газовой среды в помещении. Возможные режимы газообмена помещения через проем. Зависимость величины перепада между внутренним и внешним давлениями от координаты, отсчитываемой по вертикали от пола, высоты расположения ПРД и среднеобъемной плотности газовой среды в помещении. Формулы для расчета скорости движения уходящих газов и поступающего воздуха в разных точках проема. Зависимости массовых расходов уходящих газов и поступающего воздуха для вертикального прямоугольного проема при различных режимах газообмена от геометрических характеристик этого проема и среднеобъемных параметров состояния газовой среды в помещении (плотности и давления). Влияние вязкости газов на их движение в проеме. Коэффициент расхода (сопротивления) проема. Газообмен через круглые вертикальные проемы. Газообмен через горизонтальные</p>

		<p>проемы. Влияние ветра на газообмен помещения с окружающей атмосферой. Распределение гидростатических давлений по вертикали снаружи здания на наветренной и подветренной его сторонах. Формулы для расчета массовых расходов газа через прямоугольный проем с учетом влияния ветра. Влияние неоднородности температурного поля в помещении на распределение гидростатических давлений внутри помещения и на ПШ обмен через проемы.</p>
5	<p>Радиационно-конвективный процесс теплопереноса в газообразной среде при пожаре в помещении.</p>	<p>Теплоотдача горизонтальных стержневых конструкций, омываемых пламенем. Тепловое взаимодействие перекрытий с восходящим потоком газов от очага горения. Теплоотдача вертикальных поверхностей ограждений помещения при различных стадиях пожара. Процессы нагревания строительных конструкций при пожаре и математическое описание этих процессов. Сопряженная математическая постановка задачи о нагревании строительных конструкций при пожаре. Эмпирические формулы для расчета средних коэффициентов теплоотдачи на вертикальных и горизонтальных поверхностях ограждений. Эмпирические формулы для расчета интегрального теплового потока в ограждениях. Лучистый тепловой поток через проемы. Общие сведения о процессах горения. Горючие вещества и их характеристики. Особенности горения твердых, жидких и газообразных веществ. Гомогенное и гетерогенное горение. Классификация видов горения в зависимости от скорости распространения пламени по горючей смеси – дефляграционное, взрывное и детонационное горение. Турбулентное диффузионное горение газовых струй, жидких и твердых материалов. Пламя и его характеристики. Скорость выгорания горючих материалов. Скорость тепловыделения в пламенной зоне. Коэффициент полноты горения. Горючая нагрузка в помещении и ее характеристики. Линейная скорость распространения пламени по поверхности горючей нагрузки. Расчет площади пожара при различных видах пожарной нагрузки. Удельная массовая скорость выгорания твердых и жидких горючих материалов. Тепловая мощность очага пожара в помещении. Влияние газообмена на процесс горения материалов в помещении. Режимы пожаров в помещении в зависимости от количества, поступающего через проем воздуха. Зависимость мощности тепловыделения при пожаре от концентрации кислорода в помещении. Влияние процессов образования слоя золы и угля на массовую скорость выгорания пожарной нагрузки. Скорости потребления кислорода, образования токсичных продуктов горения и дымовыделения.</p>
6	<p>Математическая постановка задачи о динамике ОФП в начальной стадии пожара.</p>	<p>Понятие о начальной стадии пожара с позиции задачи о безопасности эвакуации людей. Особенности газообмена помещения с окружающей атмосферой в начальной стадии пожара. Система дифференциальных уравнений интегральной модели пожара с учетом этой особенности газообмена. Среднее значение коэффициента теплопотерь, характеризующего теплопоглощение ограждениями.</p>

		<p>Преобразование системы дифференциальных уравнений пожара с учетом понятия о среднем коэффициенте теплопотерь. Аналитическое решение задачи о динамике опасных факторов пожара при круговом и линейном распространении пламени по поверхности твердой горючей нагрузки, а также при горении жидкостей. Формулы для расчета среднего значения коэффициента теплопотерь при определении критических среднеобъемных значений температуры, концентраций токсических газов, дефицита кислорода и оптической плотности дыма. Взаимосвязь между критическими среднеобъемными значениями опасных факторов пожара с предельно допустимыми их значениями в зоне пребывания людей. Формулы для расчета критической продолжительности пожара по условию достижения каждым опасным фактором своего предельно допустимого значения в рабочей зоне.</p> <p>Влияние размеров проемов на динамику опасных факторов пожара. Критерий проемности. Зависимость критической продолжительности пожара от критерия проемности. Обобщенные дифференциальные уравнения пожара. Подобие и моделирование начальной стадии пожара.</p>
7	<p>Прогнозирование ОФП при тушении пожара с использованием интегрального метода.</p>	<p>Модификация базовой математической модели для учета влияния объемного газового тушения. Дополнительное уравнение баланса. Влияние концентрации огнетушащего вещества на скорость выгорания. Модификация алгоритма численного решения задачи. Модификация базовой математической модели для учета тушения распыленной водой. Дополнительная система уравнений и начальных условий для описания испарения капель, охлаждения конструкций и скорости выгорания материала. Алгоритм численной реализации модели.</p>
8	<p>Основные положения зонного моделирования пожаров.</p>	<p><b>Раздел 2. Зонная математическая модель пожара в помещении.</b></p> <p>Область практического применения зонных моделей пожаров. Особенности распределения локальных параметров состояния газовой среды внутри помещения в начальной стадии пожара и при локальных пожарах. Разделение пространства внутри пожара на зоны. Характерные зоны в начальной стадии пожара – пламенная зона, конвективная колонка над очагом горения, припотолочный слой нагретых газов и зона холодного воздуха. Условные границы между зонами и среднеобъемные параметры среды в этих зонах. Взаимодействие между зонами и изменение их размеров с течением времени. Интегральный метод описания изменения состояния среды в каждой зоне. Определение потоков массы и энергии из конвективной колонки в припотолочный слой на основе теории свободной турбулентной конвективной струи. Модификация теории свободной конвективной струи от точечного источника для очагов горения конечных размеров. Теплообмен припотолочной зоны с ограждениями. Среднее значение коэффициента теплопотерь, характеризующего теплообмен припотолочной зоны с ограждениями. Скорость</p>

		<p>поступления токсичных газов и оптического количества дыма в припотолочный слой. Газообмен припотолочного слоя с внешней атмосферой через проемы. Работа расширения припотолочной зоны. Дифференциальные уравнения материального баланса газовой среды и ее компонентов, баланса оптического количества дыма и энергии для припотолочной зоны при отсутствии газообмена с внешней атмосферой. Дифференциальные уравнения движения нижней границы припотолочной зоны. Начальные условия. Математическая постановка задачи о динамике опасных факторов пожара в припотолочной зоне и ее аналитическое решение при постоянных значениях размеров и тепловой мощности очага горения.</p>
9	Численная реализация зонной математической модели.	<p>Математическая постановка задачи при газообмене припотолочного слоя с внешней средой и изменяющимся со временем очагом пожара. Сложность численной реализации полной зонной математической модели. Алгоритм численного решения задачи на ПЭВМ. Структура программы и ее запуск. Действия при возникновении ошибок.</p>
<b>Раздел 3. Дифференциальная математическая модель пожара в помещении.</b>		
10	Основы дифференциального метода прогнозирования ОФП.	<p>Сущность метода, его информативность и область практического использования. Современное состояние вопроса. Базовая система дифференциальных уравнений в частных производных для описания турбулентного нестационарного движения и процессов тепло – и массопереноса в многокомпонентной газовой смеси с учетом химических реакций и образования дымового аэрозоля. Турбулентная вязкость, теплопроводность и диффузия. Алгебраическая модель турбулентности. К–ε модель турбулентности. Граничные условия для параметров турбулентности на ограждениях.</p>
11	Моделирование процессов горения.	<p>Одноступенчатая необратимая бруттореакция между горючим и окислителем. Двухступенчатая реакция и образование сажи. Математическая модель образования, коагуляции и переноса дымового аэрозоля. Поглощение, рассеивание и ослабление света в аэрозоле. Радиационный теплоперенос в непрозрачной среде. Уравнение переноса теплового излучения, методы решения задачи о переносе теплового излучения - потоковый, диффузионный, дискретный и статистический (Монте-Карло). Граничные и начальные условия на ограждающих поверхностях и на поверхности горючего. Условия в сечениях проемов и в прилегающей к ним внешней области пространства. Классификация дифференциальных моделей пожара.</p>
12	Численная реализация дифференциальной математической модели.	<p>Конечно-разностная аппроксимация определяющих дифференциальных уравнений. Расчетные сетки для скалярных величин и проекций скорости. Аппроксимация по времени. Расчет поля давлений. Структура алгоритма решения. Тестирование и апробация математической модели и ее численной реализации. Описание программы численной реализации модели и ее запуск. Задание исходных данных.</p>



**5.3. Лабораторные занятия (не предусмотрены)****5.4. Практические занятия****Таблица 4**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	<b>Раздел 1.</b> Исходные понятия и общие сведения о методах прогнозирования ОФП в помещениях.	Методы математического моделирования динамики ОФП, их особенности и области практического использования.
2	<b>Раздел 1.</b> Основные понятия и уравнения интегральной математической модели пожара в помещении.	Влияние изменения состава и температуры газовой среды при пожаре на ее газовую постоянную, показатель адиабаты и теплоемкость. Исследование материального и энергетического баланса пожара.
3	<b>Раздел 1.</b> Интегральный метод описания состояния газовой среды при пожаре в помещении.	Математическая постановка задачи о прогнозировании ОФП на основе полной системы дифференциальных уравнений интегральной модели пожара. Исследование динамики опасных факторов пожара при объемном тушении инертным газом.
4	<b>Раздел 1.</b> Газообмен помещений и теплофизические функции, необходимые для замкнутого описания пожара.	Формулы для расчета массовых расходов газа через прямоугольный проем с учетом влияния ветра. Расчет массовых расходов воздуха и нагретого газа при пожаре в помещении.
5	<b>Раздел 1.</b> Радиационно-конвективный процесс теплопереноса в газообразной среде при пожаре в помещении.	Расчет площади пожара при различных видах пожарной нагрузки. Удельная массовая скорость выгорания твердых и жидких горючих материалов. Исследование динамики движения границы задымленной зоны при локальном пожаре.
6	<b>Раздел 1.</b>	Формулы для расчета среднего значения

	Математическая постановка задачи о динамике ОФП в начальной стадии пожара.	коэффициента теплотерьер при определении критических среднеобъемных значений температуры, концентраций токсических газов, дефицита кислорода и оптической плотности дыма. Формулы для расчета критической продолжительности пожара по условию достижения каждым опасным фактором своего предельно допустимого значения в рабочей зоне. Расчет критической продолжительности пожара.
7	<b>Раздел 1.</b> Прогнозирование ОФП при тушении пожара с использованием интегрального метода.	Алгоритм численной реализации модели. Расчет ОФП в помещении в его начальной стадии.
8	<b>Раздел 2.</b> Основные положения зонного моделирования пожаров.	Определение потоков массы и энергии из конвективной колонки в припотолочный слой на основе теории свободной турбулентной конвективной струи. Определение температурного режима в помещении при моделировании пожара.
9	<b>Раздел 2.</b> Численная реализация зонной математической модели.	Алгоритм численного решения задачи на ПЭВМ. Структура программы и ее запуск. Действия при возникновении ошибок. Влияние расположения горючей нагрузки на динамику опасных факторов пожара и газообмен помещения.
10	<b>Раздел 3.</b> Основы дифференциального метода прогнозирования ОФП.	Алгебраическая модель турбулентности. Влияние конфигурации и расположения проема на динамику опасных факторов пожара.
11	<b>Раздел 3.</b> Моделирование процессов горения.	Уравнение переноса теплового излучения, методы решения задачи о переносе теплового излучения - потоковый, диффузионный, дискретный и статистический (Монте-Карло). Расчет параметров припотолочного слоя нагретого газа при локальном пожаре.
12	<b>Раздел 3.</b> Численная реализация дифференциальной математической модели.	Расчет поля давлений. Структура алгоритма решения. Тестирование и апробация математической модели и ее численной реализации.

## **6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине**

Темы, выносимые для самостоятельного изучения.

1. Математическое моделирование, как наиболее современный научный метод прогнозирования ОФП.
2. Основные требования, предъявляемые к моделям.
3. Методы математического моделирования динамики ОФП, их особенности и области практического использования.
4. Обзор развития методов прогнозирования ОФП.
5. Свойства газообразной среды в помещении при пожаре.
6. Локальное равновесие и взаимосвязь между локальными термодинамическими параметрами состояния газовой среды.
7. Пространственно-временное распределение локальных параметров состояния среды в помещении при пожаре.
8. Влияние изменения состава и температуры газовой среды при пожаре на ее газовую постоянную, показатель адиабаты и теплоемкость.
9. Присутствие мельчайших твердых частиц в газообразной среде и их вклад в интегральные значения внутренней (тепловой) энергии и массы среды, заполняющей помещение при пожаре.
10. Влияние этих частиц на процессы теплопереноса и оптические свойства среды.
11. Интегральный метод описания состояния газовой среды при пожаре в помещении.
12. Среднеобъемная плотность газовой среды и среднеобъемные парциальные плотности ее компонентов.
13. Среднеобъемная внутренняя энергия и среднеобъемное давление газовой среды в помещении.
14. Среднемассовая и среднеобъемная температуры среды в помещении.
15. Методика определения среднеобъемного давления, среднемассовой и среднеобъемной температур на основе инструментальных измерений.
16. Интегральное уравнение состояния газовой среды в помещении.

17. Интегральный метод термодинамического анализа пожара.
18. Взаимодействие этой системы с внешней средой и интегральные характеристики этого взаимодействия.
19. Квазиравновесный процесс изменения состояния этой системы при пожаре.
20. Среда в помещении как открытая термодинамическая система.
21. Особенности процесса изменения состояния этой системы на отдельных этапах развития пожара.
22. Причины, обуславливающие движение газа и газообмен помещения с внешней средой через проемы при пожаре.
23. Влияние вязкости газов на их движение в проеме.
24. Коэффициент расхода (сопротивления) проема.
25. Газообмен через круглые вертикальные проемы.
26. Теплоотдача горизонтальных стержневых конструкций, омываемых пламенем.
27. Лучистый тепловой поток через проемы.
28. Особенности горения твердых, жидких и газообразных веществ.
29. Гомогенное и гетерогенное горение.
30. Турбулентное диффузионное горение газовых струй, жидких и твердых материалов.
31. Скорость выгорания горючих материалов.
32. Скорость тепловыделения в пламенной зоне. Коэффициент полноты горения.

### **Темы рефератов**

1. Удельная массовая скорость выгорания твердых и жидких горючих материалов.
2. Среднее значение коэффициента теплопотерь, характеризующего теплопоглощение ограждениями.
3. Формулы для расчета среднего значения коэффициента теплопотерь при определении критических среднеобъемных значений температуры.
4. Влияние размеров проемов на динамику опасных факторов пожара.

5. Модификация базовой математической модели для учета влияния объемного газового тушения. Дополнительное уравнение баланса.
6. Особенности распределения локальных параметров состояния газовой среды внутри помещения в начальной стадии пожара и при локальных пожарах.
7. Теплообмен припотолочной зоны с ограждениями.
8. Математическая постановка задачи при газообмене припотолочного слоя с внешней средой и изменяющимся со временем очагом пожара.
9. Математическая модель образования, коагуляции и переноса дымового аэрозоля.
10. Связь между оптической плотностью дыма и дальностью видимости.
11. Экспериментальные методы измерения оптической плотности дыма.
12. Подобие и критерии подобия пожаров.
13. Возможные режимы газообмена помещения через проем.
14. Газообмен через горизонтальные проемы.
15. Процессы нагревания строительных конструкций при пожаре.
16. Общие сведения о процессах горения.
17. Горючие вещества и их характеристики.
18. Пламя и его характеристики.
19. Горючая нагрузка в помещении и ее характеристики.
20. Расчет площади пожара при различных видах пожарной нагрузки.

*Методические рекомендации студентам по выполнению реферата.*

Данный вид работы – определенный итог самостоятельной учебы студента в области прогнозирования опасных факторов пожара.

Реферат выполняется по личной инициативе студента или по рекомендации преподавателя. Его тема определяется в порядке, установленном, руководителем занятий.

Обязательно необходимо получить у преподавателя консультацию о порядке написания работы и требованиях к ней.

При выполнении реферата важно использовать материалы периодической печати, особенно научно-практической и специальной литературы. В тексте

работы по установленным стандартам должны быть даны сноски на факты, примеры, цитаты, взятые из печати и из научных работ.

Реферат выполняется, представляется преподавателю для проверки и защиты не позднее, чем за один месяц до завершения семестра. Защита реферата может проходить на семинарских занятиях или в часы индивидуальных занятий преподавателя со студентами.

Работа над рефератом, который является продолжением углубленного изучения темы контрольной работы, должна отвечать ряду правил и требований.

#### Правило 1.

Требования к структуре и оформлению реферата.

Титульный лист. На нем должны быть: наименование ведомства, вуза и кафедры, фамилия, инициалы студента, шифр, а так же тема работы.

Первый лист должен давать представление о структуре и содержании реферата. На нем оформляется план работы (вступление, первый, второй, третий вопросы, заключение, список использованной литературы).

Литература, таблицы, схемы, рисунки, графики, представленные в работе, оформляются в соответствии с установленными требованиями.

Реферат, как правило, разрабатывается на листе форматом А4. Размеры полей: правое – 3 см., левое – 1,5 см., верхнее и нижнее по 2 см.

Шрифт - Times New Roman, размер – 14, интервал – 1,5; отступ – 1,27.

Общий объем работы – 10 – 11 страниц, без учета титульного и первого листа.

#### Правило 2.

Реферат должен состоять из следующих частей:

План (он же - оглавление работы), определяющий основные разделы реферата и указание страниц, которыми раздел начинается.

Первая строка плана - введение, занимающее 1/2 страницу текста. Во введении автор четко определяет предмет своего исследования, кратко обосновывает важность и актуальность рассматриваемой проблемы, указывает, чем конкретно эта проблема представляет интерес лично для него.

Далее цифрами 1, 2, 3 обозначаются первый, второй и третий вопросы основной части реферата, на которые автор, сообразуясь с логикой изложения темы, разбивает ее содержание с обязательным указанием страниц.

Названия вопросов обязательно должны присутствовать в тексте работы.

В заключение работы, занимающем 1/2страницы, должны быть ясно и четко сформулированы те выводы, к которым автор пришел в результате самостоятельно проведенного исследования проблемы.

Последняя часть - список литературы. В алфавитном порядке дается список использованных источников и литературы, при этом, если это какой-либо документ, сборник документов или монография, написанная коллективом авторов, надо указать название книги (документа), место издания, издательство, год издания и ее общий объем в страницах; если это авторская работа, начинать надо с фамилии автора, затем следует название статьи (книги), далее - место издания, издательство, год издания и общий объем работы в страницах; при использовании статьи, взятой из журнала или газеты, указывается фамилия автора, название статьи, название журнала (газеты, брошюры и т.п.), год издания, номер выпуска и страницы, на которых в журнале располагается статья.

Защита реферата - устное изложение сути проделанной вами работы в течение 15-20 мин, когда вы подчеркиваете важность, актуальность и интерес выбранной темы, излагаете самое главное, самое интересное в содержании и выводы.

Успешная защита реферата является условием допуска обучающегося к установленной форме контроля, а также, по согласованию с руководством кафедры, ее итоги преподаватель может использовать для определения оценки знаний студента по дисциплине, если он не имеет задолженностей по семинарским занятиям.

1. Экспертиза пожарной безопасности зданий и сооружений: учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т ; под общ. ред. С. А. Колодяжного. - Воронеж, 2014. - 315 с.
2. Определение зон воздействия опасных факторов аварий / А.И. Сечин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 57 с.
3. Пожарная безопасность : учебник / под ред. Л. А. Михайлова. — Москва: Академия, 2013. — 223 с..

## **7. Оценочные средства**

### **7.1. Вопросы для текущего контроля**

1. Методы математического моделирования динамики ОФП, их особенности и области практического использования.
2. Влияние изменения состава и температуры газовой среды при пожаре на ее газовую постоянную, показатель адиабаты и теплоемкость. Исследование материального и энергетического баланса пожара.
3. Математическая постановка задачи о прогнозировании ОФП на основе полной системы дифференциальных уравнений интегральной модели пожара. Исследование динамики опасных факторов пожара при объемном тушении инертным газом.
4. Формулы для расчета массовых расходов газа через прямоугольный проем с учетом влияния ветра. Расчет массовых расходов воздуха и нагретого газа при пожаре в помещении.
5. Расчет площади пожара при различных видах пожарной нагрузки. Удельная массовая скорость выгорания твердых и жидких горючих материалов. Исследование динамики движения границы задымленной зоны при локальном пожаре.
6. Формулы для расчета среднего значения коэффициента теплотерь при определении критических среднеобъемных значений температуры, концентраций токсических газов, дефицита кислорода и оптической плотности дыма. Формулы для расчета критической продолжительности пожара по условию достижения каждым опасным фактором своего предельно допустимого значения в рабочей зоне. Расчет критической продолжительности пожара.



7. Алгоритм численной реализации модели. Расчет ОФП в помещении в его начальной стадии.
8. Определение потоков массы и энергии из конвективной колонки в припотолочный слой на основе теории свободной турбулентной конвективной струи. Определение температурного режима в помещении при моделировании пожара.
9. Алгоритм численного решения задачи на ПЭВМ. Структура программы и ее запуск. Действия при возникновении ошибок. Влияние расположения горючей нагрузки на динамику опасных факторов пожара и газообмен помещения.
10. Алгебраическая модель турбулентности. Влияние конфигурации и расположения проема на динамику опасных факторов пожара.
11. Уравнение переноса теплового излучения, методы решения задачи о переносе теплового излучения - потоковый, диффузионный, дискретный и статистический (Монте-Карло). Расчет параметров припотолочного слоя нагретого газа при локальном пожаре.
12. Расчет поля давлений. Структура алгоритма решения. Тестирование и апробация математической модели и ее численной реализации.

## **7.2. Вопросы к первой рубежной аттестации**

1. Опасные факторы пожара (ОФП).
2. Физические величины, характеризующие ОФП в количественном отношении.
3. Предельно допустимые значения величин для ОФП.
4. Внутренняя энергия вещества. Ее природа и количественная оценка.
5. Способы высвобождения внутренней энергии вещества.
6. Термодинамика – наука о передаче теплоты.
7. Законы (начала) термодинамики.
8. Скорость течения химического процесса.
9. Влияние различных факторов на скорость химического процесса.
10. Температура горения вещества
11. Зависимость температуры горения вещества от состава, строения вещества и внешних условий.
12. Теплота сгорания вещества.
13. Зависимость теплоты сгорания вещества от его состава и строения.
14. Тепловое поле пожара.
15. Формирование теплового поля пожара.
16. Допустимые значения действия пламени на вещества и материалы.
17. Зона действия теплового поля пожара.
18. Теплопередача в окружающей среде.
19. Законы теплопередачи.
20. Горение газовой смеси.
21. Условия формирования газовой смеси.

22. Процессы, протекающие в объеме газовой смеси.
23. Расчет массы газовой смеси.
24. Оценка запаса внутренней энергии газовой смеси как показатель опасности.
25. Испарение горючих жидкостей.
26. Факторы, влияющие на испарение жидкости.
27. Образование паровой смеси и диффузионной зоны при горении жидкости.
28. Оценка зоны пожара путем моделирования разлива горючей жидкости.

### **ФОС к первой рубежной аттестации**

#### **Карточка №1**

1. Физические величины, характеризующие ОП в количественном отношении.
2. Допустимые значения действия пламени на вещества и материалы.

### **7.3. Вопросы ко второй рубежной аттестации**

1. Сценарии развития событий при пожаре
2. Прогнозирование параметров пожара на сложном объекте.
3. Оценка обстановки при пожаре на сложном объекте.
4. Световое излучение пожара.
5. Излучение как способ передачи энергии в окружающей среде.
6. Виды излучений.
7. Шкала излучений.
8. Зависимость величины переносимой энергии от вида излучения.
9. Характер излучения в зависимости от природы излучающего вещества и материала.
10. Огненный шар.
11. Механизм формирования огненного шара.
12. Условия формирования огненного шара.
13. Основная опасность огненного шара.
14. Тепловые потоки исходящие от огненного шара.
15. Время опасного воздействия огненного шара – время его горения.
16. Взаимодействие излучения с веществами и материалами.
17. Предельные значения воздействия излучений на различные материалы.
18. Травмы, получаемые человеком при воздействии излучений.
19. Предельные значения воздействия излучений на человека.
20. Световой поток огненного шара.

21. Зависимость величины светового потока от расстояния.
22. Расчет светового потока огненного шара.
23. Дымообразование и параметры дыма, образованного твердыми частицами.
24. Коагуляция и седиментация частиц дыма.
25. Оптическое количество дыма и среднеобъемная оптическая плотность дыма.
26. Токсичность продуктов горения.
27. Распространения дыма в пространстве.
28. Расчет зоны задымления.

### **ФОС ко второй рубежной аттестации**

#### **Карточка №1**

1. Излучение как способ передачи энергии в окружающей среде.
2. Предельные значения воздействия излучений на человека.

#### **7.4. Вопросы к зачету**

1. Опасные факторы пожара (ОФП).
2. Физические величины, характеризующие ОФП в количественном отношении.
3. Предельно допустимые значения величин для ОФП.
4. Внутренняя энергия вещества. Ее природа и количественная оценка.
5. Способы высвобождения внутренней энергии вещества.
6. Термодинамика – наука о передаче теплоты.
7. Законы (начала) термодинамики.
8. Скорость течения химического процесса.
9. Влияние различных факторов на скорость химического процесса.
10. Температура горения вещества
11. Зависимость температуры горения вещества от состава, строения вещества и внешних условий.
12. Теплота сгорания вещества.
13. Зависимость теплоты сгорания вещества от его состава и строения.
14. Тепловое поле пожара.
15. Формирование теплового поля пожара.
16. Допустимые значения действия пламени на вещества и материалы.
17. Зона действия теплового поля пожара.
18. Теплопередача в окружающей среде.
19. Законы теплопередачи.
20. Горение газовой смеси.
21. Условия формирования газовой смеси.

22. Процессы, протекающие в объеме газовой смеси.
23. Расчет массы газовой смеси.
24. Оценка запаса внутренней энергии газовой смеси как показатель опасности.
25. Испарение горючих жидкостей.
26. Факторы, влияющие на испарение жидкости.
27. Образование паровой смеси и диффузионной зоны при горении жидкости.
28. Оценка зоны пожара путем моделирования разлива горючей жидкости.
29. Сценарии развития событий при пожаре
30. Прогнозирование параметров пожара на сложном объекте.
31. Оценка обстановки при пожаре на сложном объекте.
32. Световое излучение пожара.
33. Излучение как способ передачи энергии в окружающей среде.
34. Виды излучений.
35. Шкала излучений.
36. Зависимость величины переносимой энергии от вида излучения.
37. Характер излучения в зависимости от природы излучающего вещества и материала.
38. Огненный шар.
39. Механизм формирования огненного шара.
40. Условия формирования огненного шара.
41. Основная опасность огненного шара.
42. Тепловые потоки исходящие от огненного шара.
43. Время опасного воздействия огненного шара – время его горения.
44. Взаимодействие излучения с веществами и материалами.
45. Предельные значения воздействия излучений на различные материалы.
46. Травмы, получаемые человеком при воздействии излучений.
47. Предельные значения воздействия излучений на человека.
48. Световой поток огненного шара.
49. Зависимость величины светового потока от расстояния.
50. Расчет светового потока огненного шара.
51. Дымообразование и параметры дыма, образованного твердыми частицами.
52. Коагуляция и седиментация частиц дыма.
53. Оптическое количество дыма и среднеобъемная оптическая плотность дыма.
54. Токсичность продуктов горения.
55. Распространения дыма в пространстве.
56. Расчет зоны задымления.

## ФОС к зачету

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.Д. Миллионщикова

**Карточка № \_\_\_\_\_**

Дисциплина: Прогнозирование опасных факторов пожара

ИНГ                    Группа \_\_\_\_\_

1. Взаимодействие излучения с веществами и материалами.
2. Прогнозирование параметров пожара на сложном объекте.

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) основная литература:

1. Прогнозирование опасных факторов пожара [Электронный ресурс]: курс лекций/ — Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 100 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55022>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Экспертиза пожарной безопасности зданий и сооружений: учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т ; под общ. ред. С. А. Колодяжного. - Воронеж, 2014. - 315 с.
3. Определение зон воздействия опасных факторов аварий / А.И. Сечин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 57 с.
4. Пожарная безопасность : учебник / под ред. Л. А. Михайлова. — Москва: Академия, 2013. — 223 с..
5. Екимова И.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Екимова И.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и

радиоэлектроники, Эль Контент, 2012.— 192 с.— Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/13876>.— ЭБС «IPRbooks»

**б) дополнительная литература:**

1. Любимов, М.М. Пожарная и охранно-пожарная сигнализация. Проектирование, монтаж, эксплуатация и обслуживание: Справочник. 3-е изд., перераб. / М.М. под ред. Любимов. — Москва: Пожарная книга, 2013. — 258 с.. — Доступ только с авторизованных компьютеров.. — ISBN 978-5-98629-052-2. **Схема доступа:** <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-98629-052-2>
2. Собурь, С.В. Установки пожаротушения автоматические: Учебно-справочное пособие. — 8-е издание, с изменениями / С.В. Собурь. — Москва: Пожарная книга, 2014. — 320 с.. — Доступ только с авторизованных компьютеров.. — ISBN 978-5-98629-043-0. **Схема доступа:** <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-98629-043-0>
3. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т ; сост.: С. А. Сазонова, С. А. Колодяж- ный, Е. А. Сушко. - Воронеж, 2013. - 148 с.

**в) интернет-ресурсы:**

1. <http://www.mchs.gov.ru/>
2. <http://pojaru.net.ru/>
3. <http://www.0-1.ru/>
4. <http://pozhproekt.ru/>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Проектные материалы, учебные видео-, кино- и фотоматериалы, плакаты, ЭВМ.

**Составитель:**

Ст. преподаватель кафедры «БЖД»



/Джанхотов А.А./

**Согласовано:**

Зав. выпускающей каф. «БЖД»



/Хасиханов М.С./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./