

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 25.09.2024 16:58:16

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы МЧС России»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ДИНАМИКИ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

Бакалавриат по направлению подготовки

20.03.01. Техносферная безопасность

направленность (профиль) «Пожарная безопасность»

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины

Формирование знаний и навыков по использованию современных методов расчёта динамики опасных факторов пожара и применения этой информации для профилактики пожаров, обеспечения безопасности людей и личной безопасности при тушении пожаров, анализе причин и условий возникновения и развития пожаров.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Методы расчета динамики опасных факторов пожара»

Компетенции	Содержание
ПК-2	Способен на основе законов теплофизики и термодинамики прогнозировать характер и размеры зон воздействия опасных факторов и их сопутствующих проявлений, применять действующие расчетные и экспериментальные методики, проводить анализ пожарной опасности и обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от негативных воздействий опасных факторов пожаров.
ПК-4	Способен разрабатывать графическую документацию, рассчитывать и моделировать различные технические системы в целях решения задач пожарной безопасности, в том числе с применением средств автоматизированного проектирования.

Задачи дисциплины:

- Формирование первоначальных основ знаний о современных методах, применяемых для прогнозирования динамики опасных факторов пожара при решении задач обеспечения пожарной безопасности,
- Формирование умений анализировать информацию по пожару и выбирать методы расчета динамики опасных факторов пожара, для получения информации, необходимой в ходе решения вопросов, возникающих при исследовании пожара,
- Формирование начальных навыков применения современных методов расчета динамики опасных факторов пожара.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Тип задач профессиональной деятельности: Проектно-конструкторский	
ПК-2.1 Знает действующие расчетные и экспериментальные методики.	Знает основные методы прогнозирования динамики развития опасных факторов пожара в помещениях, зданиях, сооружениях, на технологических установках и открытом пространстве.
ПК-2.2 Умеет проводить анализ пожарной опасности	Умеет с помощью современных программных продуктов прогнозировать динамику опасных факторов пожара
ПК-2.3 Владеет навыком выбора известных устройств, систем и методов защиты человека и окружающей среды от негативных воздействий опасных факторов пожаров	Владеет навыками моделирования динамики развития опасных факторов пожара с помощью современных программных продуктов
ПК-4.1 Знает средства автоматизированного проектирования.	Знает современные программные продукты, реализующие интегральную математическую модель пожара. Знает прикладные программы на основе зонных моделей пожара Знает прикладные программы на основе полевых моделей пожара.
ПК-4.2 Умеет рассчитывать различные технические системы и технологические процессы.	Умеет проводить оценку пожарного риска с помощью современных программных продуктов. Умеет проводить расчет эвакуационной составляющей расчета пожарного риска.
ПК-4.3 Владеет навыком моделирования различных технических систем и технологических процессов для решения задач пожарной безопасности	Владеет навыком моделирования распространений опасных факторов пожара на объекте с помощью современных программных продуктов

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, (профиль) «Пожарная безопасность».

4. Структура и содержание дисциплины «Прогнозирование опасных факторов пожара»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов.

4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения

для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	з.е.	час.	по семестрам
			8
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	108
Контактная работа		54	54
Аудиторные занятия: Лекции		20	20
Практические занятия		34	34
Лабораторные работы			
Консультации перед экзаменом			
Самостоятельная работа		54	54
в том числе:			
курсовая работа (проект)			
Зачёт			
Зачёт с оценкой		+	+
Экзамен			

для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по курсам	
			4	5
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	36	72
Контактная работа, в том числе:		10	2	8
Аудиторные занятия		10	2	8
Лекции (Л)		4	2	2
Практические занятия (ПЗ)		6		6
Самостоятельная работа (СРС)		98	34	64
Зачет с оценкой		+		+

4.2. Тематический план дисциплины, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

для очной формы обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1.	Основные положения и понятия пожарных рисков, а также методов прогнозирования опасных факторов пожара (ОФП).	14	4	2			8
2.	Основные понятия и уравнения интегральной математической модели пожара в помещении.	16	4	4			8
3.	Газообмен помещений теплофизические функции, необходимые для замкнутого описания пожара.	14	4	4			6
4.	Математическая постановка задачи о динамике ОФП в начальной стадии пожара.	12	2	4			6
5.	Прогнозирование ОФП при тушении пожара с использованием интегрального метода.	12	2	4			6
6.	Основные положения зонного моделирования пожаров. Численная реализация зонной модели.	16	2	6			8
7.	Основы дифференциального (полевого) метода прогнозирования ОФП. Численная реализация полевой модели.	24	2	10			12
	Зачет с оценкой	+				+	
	Итого по дисциплине:	108	20	34			54

для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические/ Семинарские занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Понятие опасных факторов пожара (ОФП) и основы прогнозирования их динамики	20	2				18
2.	Уравнения интегральной математической модели динамики ОФП в помещении	10					10
3.	Методы расчета газообмена помещений и теплофизические функции, необходимые для замкнутого описания пожара.	10					10
4.	Методы расчета, применяемые при моделировании ОФП в начальной стадии пожара.	10					10
5.	Использование интегрального метода прогнозирования ОФП.	10					10
6.	Использование расчетных методов при зонном моделировании пожаров.	10					10
7.	Полевой метод прогнозирования ОФП	38	2	6			30
	Зачет с оценкой	+				+	
	Итого	108	4	6		+	98

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1. Содержание дисциплины для обучающихся по очной форме обучения

Тема 1. Основные положения и понятия пожарных рисков, а также методов прогнозирования опасных факторов пожара (ОФП).

Лекция. Физические величины, характеризующие ОФП в количественном отношении. Предельно допустимые значения ОФП. Цели и задачи определения (расчёта) различных видов пожарных рисков для различных объектов. Их критические нормативные значения.

Определение (характеристика) различных видов пожарных рисков. Нормативные документы, определяющие пожарные риски. Какие величины

входят в формулу определения расчётной величины индивидуального пожарного риска. Основные требования к определению пожарной опасности производственных объектов.

Практическое занятие: Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности и её последствий для людей и материальных ценностей.

Самостоятельная работа: Нормативно-правовое регулирование в области оценки пожарной опасности различных объектов. Особенности определения пожарных рисков на нетиповых объектах. Современное положение методик по оценке пожарных рисков на объектах различного назначения.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-3].

Тема 2. Основные понятия и уравнения интегральной математической модели пожара в помещении.

Лекция. Исходные положения и основные понятия интегрального метода термодинамического анализа пожара. Свойства газообразной среды в помещении при пожаре. Интегральный метод описания состояния газовой среды при пожаре в помещении. Дымообразование и параметры дыма, образованного твердыми частицами. Связь между оптической плотностью дыма и дальностью видимости.

Дифференциальные уравнения интегральной математической модели пожара, описывающие динамику опасных факторов пожара. Начальные условия и условия однозначности. Классификация и сущность интегральных математических моделей пожара. Математическая постановка задачи о прогнозировании ОФП на основе полной системы дифференциальных уравнений интегральной модели пожара.

Практическое занятие.

1. Количественная оценка составляющих материального и энергетического баланса пожара в их динамике.

2. Расчет динамику материального и энергетического баланса пожара в программе на основе интегральной математической модели и оформление отчета.

Самостоятельная работа:

Современные программные продукты, реализующие интегральную математическую модель пожара. Экспериментальные методы определения динамики опасных факторов пожара.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-3].

Тема 3. Газообмен помещений и теплофизические функции, необходимые для замкнутого описания пожара.

Лекция. Распределение давлений по высоте помещения. Плоскость равных давлений и режимы работы проема. Расчет расхода газа, выбрасываемого через проемы. Расчет расхода воздуха, поступающего через проемы. Влияние ветра на газообмен.

Оценка величины теплового потока в ограждения. Эмпирические и полуэмпирические методы расчета теплового потока в ограждения. Методы расчета скорости выгорания горючих материалов и скорости тепловыделения.

Практическое занятие.

1. Оценка влияния отдельных свойств горючей нагрузки на динамику опасных факторов пожара.

2. Изучение параметров естественного газообмена при пожаре в их связи между собой, а также с геометрическими характеристиками проемов.

3. Расчет динамики пожара с помощью программ на основе интегральной математической модели и оформление отчета.

Самостоятельная работа: Формулы для расчета скорости движения уходящих газов и поступающего воздуха в разных точках проема. Зависимости массовых расходов уходящих газов и поступающего воздуха для проемов при различных режимах газообмена от геометрических характеристик этого проема и среднеобъемных параметров состояния газовой среды в помещении (плотности и давления). Радиационно - конвективный процесс теплопереноса в газообразной среде при пожаре в помещении.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-3].

Тема 4. Математическая постановка задачи о динамике ОФП в начальной стадии пожара.

Лекция. Классификация интегральных моделей пожара. Интегральная математическая модель пожара для исследования динамики опасных факторов пожара и ее численная реализация. Интегральная математическая модель начальной стадии пожара и расчет критической продолжительности пожара.

Практическое занятие.

1. Оценка влияния работы системы механической вентиляции на режим газообмена и динамику опасных факторов пожара.

2. Изучение влияния типа горючей нагрузки на динамику процессов развития пожара в помещении и теплоотдачи к поверхностям ограждений.

3. Расчет динамики пожара с помощью программ на основе интегральной математической модели и оформление отчета.

Самостоятельная работа:

Теория пожара и процесс горения. Начальный этап пожара в закрытом помещении до полного охвата пламенем. Расчет времени эвакуации из горящего помещения.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-3].

Тема 5. Прогнозирование ОФП при тушении пожара с использованием интегрального метода.

Лекция. Расчет критических значений средних параметров состояния среды в помещении. Расчет коэффициента теплопоглощения при определении критической продолжительности пожара. Режим полностью развившегося пожара и температуры, при этом достигаемые. Выброс пламени из горящего помещения. Распространение пожара из помещения. Особенности развития пожара в жилых зданиях, общественных зданиях, производственных и складских помещениях, сельскохозяйственных объектах, на транспорте.

Практическое занятие.

1. Изучение влияния типа горючей нагрузки на температурный режим пожара.

2. Оценка влияния работы систем объемного пожаротушения на динамику опасных факторов пожара.

3. Расчет динамики пожара с помощью программ на основе интегральной математической модели и оформление отчета.

Самостоятельная работа: Исследование температурного режима в верхней зоне помещения при локальном пожаре. Исследование динамики движения границы задымленной зоны при локальном пожаре. Влияние расположения горючей нагрузки на динамику опасных факторов пожара и газообмен помещения. Оптимизация огнезащиты строительных конструкций с учетом параметров реального пожара.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-3].

Тема 6. Основные положения зонного моделирования пожаров. Численная реализация зонной модели.

Лекция. Особенности распределения локальных параметров состояния газовой среды внутри помещения в начальной стадии пожара и при локальных пожарах. Разделение пространства внутри пожара на зоны. Определение потоков массы и энергии из конвективной колонки в припотолочный слой на основе теории свободной турбулентной конвективной струи. 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 при газообмене притолочного слоя с внешней средой и изменяющимся со временем очагом пожара.

Практическое занятие.

1. Математическая постановка задачи при газообмене притолочного слоя с внешней средой.
2. Зонная математическая модель начальной стадии пожара в помещении.
3. Расчет пожарного риска с помощью прикладных программ на основе зонных моделей пожара.

Самостоятельная работа:

Математическая постановка задачи о динамике опасных факторов пожара в припотолочной зоне и ее аналитическое решение при постоянных значениях размеров и тепловой мощности очага горения. Условия возникновения взрывоопасных смесей, характеристики объемного взрыва, мощность взрыва (расчетные параметры). Сложность численной реализации полной зонной математической модели. Алгоритм численного решения задачи на ПЭВМ. Структура программы и ее запуск. Действия при возникновении ошибок.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-3].

Тема 7. Основы дифференциального (полевого) метода прогнозирования ОФП. Численная реализация полевой модели.

Лекция. Сущность дифференциального метода, его информативность и область практического использования. Современное состояние вопроса. Численная реализация дифференциальной математической модели.

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. Моделирование процессов горения. Одноступенчатая необратимая брутто-реакция 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.

Практическое занятие.

1. Создание топологии объекта для оценки пожарного риска с помощью прикладных программ на основе полевых моделей пожара.
2. Создание и расчет эвакуационной составляющей расчета пожарного риска.
3. Дифференциальная (полевая) математическая модель пожара в здании.
4. Расчет пожарного риска с помощью прикладных программ на основе полевых моделей пожара.

Самостоятельная работа: Сущность метода, его информативность и область практического использования, базовую систему дифференциальных уравнений в частных производных для описания турбулентного нестационарного движения и процессов тепло- и массообмена, алгебраическую модель турбулентности.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],
Дополнительная [1-3].

4.3.2. Содержание дисциплины для обучающихся по заочной форме обучения

Тема 1. Понятие опасных факторов пожара (ОФП) и основы прогнозирования их динамики.

Лекция. Понятие опасных факторов пожара (ОФП). Количественная оценка ОФП и их критические значения. Расчетные методы оценки пожарных рисков для различных объектов. Нормативные документы, определяющие порядок оценки пожарных рисков расчетными методами. Формула определения расчётной величины индивидуального пожарного риска.

Самостоятельная работа:

Расчетные методы оценки пожарных рисков. Современное положение методик по оценке пожарных рисков на объектах различного назначения.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],
Дополнительная [1-2].

Тема 2. Уравнения интегральной математической модели динамики ОФП в помещении.

Самостоятельная работа: Интегральный метод термодинамического анализа пожара. Интегральный метод описания состояния газовой среды при пожаре в помещении. Схема расчета тепломассообмена в помещении.

Уравнения описывающие изменения параметров газовой среды при пожаре. Уравнение закона сохранения массы для газовой среды помещения. Уравнение закона сохранения энергии для газовой среды помещения. Уравнение закона сохранения массы кислорода. Структура интегральной модели пожара. Условия однозначности задачи в интегральной модели. Расчет динамики материального и энергетического баланса пожара в программе на основе интегральной математической модели и оформление отчета. Анализ современных программных продуктов, реализующих интегральную математическую модель пожара.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-2].

Тема 3. Методы расчета газообмена помещений и теплофизические функции, необходимые для замкнутого описания пожара.

Самостоятельная работа: Общая схема распределения давлений по высоте помещения. Формулы расчета расхода газа, выбрасываемого через проемы. Формулы расчета расхода воздуха, поступающего через проемы.

Формулы расчета величины теплового потока в ограждения. Методы расчета теплового потока в ограждения. Методы расчета скорости выгорания горючих материалов и скорости тепловыделения. Расчет динамики пожара с помощью программ на основе интегральной математической модели. Основы расчета скорости движения уходящих газов и поступающего воздуха в разных точках проема.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-2].

Тема 4. Методы расчета, применяемые при моделировании ОФП в начальной стадии пожара.

Самостоятельная работа: Интегральная математическая модель. Численная реализация Интегральной математической модели динамики опасных факторов пожара. Методы расчета критической продолжительности пожара. Практическое занятие. Моделирование динамики пожара с помощью программ на основе интегральной математической модели и оформление отчета. Оценка влияния работы системы механической вентиляции на режим газообмена и динамику опасных факторов пожара. Изучение влияния типа горючей нагрузки на динамику процессов развития пожара в помещении и теплоотдачи к поверхностям ограждений.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-2].

Тема 5. Использование интегрального метода прогнозирования ОФП.

Самостоятельная работа: Методы расчета критических значений средних параметров состояния среды в помещении. Методы расчета коэффициента теплопоглощения при определении критической продолжительности пожара. Моделирование распространения пожара из помещения. Моделирование динамики движения границы задымленной зоны при локальном пожаре. Расчет динамики опасных факторов пожара и оценка пожарного риска с помощью программ на основе интегральной математической. Исследование температурного режима в верхней зоне помещения при локальном пожаре. Влияние расположения горючей нагрузки на динамику опасных факторов пожара и газообмен помещения.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-2].

Тема 6. Использование расчетных методов при зонном моделировании пожаров.

Самостоятельная работа: Моделирование потоков массы и энергии из конвективной колонки в припотолочный слой на основе теории свободной турбулентной конвективной струи. Дифференциальные уравнения, лежащие в основе зонной модели пожара. Расчет динамики ОФП с помощью зонной математической модели начальной стадии пожара в помещении. Оценка пожарного риска с помощью прикладных программ на основе зонных моделей пожара. Условия возникновения взрывоопасных смесей, характеристики объемного взрыва, мощность взрыва (расчетные параметры). Алгоритм численного решения задачи на ПЭВМ. Структура программы и ее запуск. Действия при возникновении ошибок.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-2].

Тема 7. Полевой метод прогнозирования ОФП.

Лекция. Полевой метод прогнозирования ОФП, его информативность и область практического использования. Базовая система дифференциальных уравнений в частных производных, лежащая в основе полевого метода моделирования пожара. Уравнение переноса теплового излучения, методы решения задачи о переносе теплового излучения – потоковый, диффузионный, дискретный и статистический (Монте-Карло). Современная классификация

расчётных методов, основанных на дифференциальных моделях пожара. Дифференциальная (полевая) математическая модель пожара в здании.

Практическое занятие:

Моделирования объекта и расчет пожарного риска для оценки пожарного риска с помощью прикладных программ на основе полевых моделей пожара. Расчет эвакуационной составляющей оценки пожарного риска.

Самостоятельная работа: Базовая система дифференциальных уравнений в частных производных для описания турбулентного нестационарного движения и процессов тепло- и массообмена, алгебраическую модель турбулентности.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2],

Дополнительная [1-2].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные и практические занятия.

Общими целями занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекции являются:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

В ходе практических занятий обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения. Цель практических и семинарских занятий: углубить и закрепить знания, полученные на лекции, формирование навыков работы с информацией и использования знаний для решения практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

Изучение дисциплины завершается зачетом с оценкой.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса/докладов/решения задач/ тестирования.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета/зачета с оценкой/экзамена/курсовой работы.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

1. Интегральный метод описания состояния газовой среды при пожаре в помещении.
2. Интегральное уравнение состояния газовой среды в помещении.
3. Интегральный метод термодинамического анализа пожара.
4. Вывод уравнений материального баланса среды и ее компонентов.
5. Вывод уравнений баланса оптического количества дыма и энергии. Начальные условия и условия однозначности.
6. Приведение уравнений, описывающих динамику ОФП, к безразмерному виду.
7. 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).
8. Формулы для расчета скорости движения уходящих газов и поступающего воздуха в разных точках проема.
9. Модификация базовой математической модели для учета влияния объемного газового тушения.
10. Дифференциальные уравнения материального баланса газовой среды и ее компонентов, баланса оптического количества дыма и энергии для припотолочной зоны при отсутствии газообмена с внешней атмосферой.
11. Дифференциальные уравнения движения нижней границы припотолочной зоны.
12. Математическая постановка задачи о динамике опасных факторов пожара в припотолочной зоне и ее аналитическое решение при постоянных значениях размеров и тепловой мощности очага горения.
13. Математическая постановка задачи при газообмене припотолочного слоя с внешней средой и изменяющимся со временем очагом пожара.
14. 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.

15. Математическая модель образования, коагуляции и переноса дымового аэрозоля.

Типовые темы для докладов:

1. Время блокировки путей эвакуации ОФП – основной вопрос, рассматриваемый в предмете для гражданских зданий.
2. Особенности оценки пожарных рисков для производственных объектов.
3. Методы определения частоты реализации пожароопасных ситуаций.
4. Расчетные методы, применяемые для построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития.
5. Оценка вероятности возникновения аварийных ситуаций и их перечень.
6. Построение логического дерева событий (логической схемы) сценариев возникновения и развития пожароопасной ситуации.
7. Методы оценки последствий воздействия ОФП на людей для различных сценариев развития пожара.
8. Методы применяемые для анализа наличия систем обеспечения пожарной безопасности производственных объектов.
9. Определение расчётного сценария на производственном объекте и количества горючих веществ, вышедших в окружающее пространство.
10. Расчётные методы оценки ОФП на производственных объектах при определении пожарного риска.

Типовые задачи:

1. С помощью программного продукта основанного на интегральной модели пожара построить графики изменения во времени составляющих материального и энергетического баланса пожара, а также графики изменения массы и внутренней энергии газа в помещении.
2. С помощью интегральной модели провести расчет ОФП в помещениях с одним проемом, двумя проемами и с переменной проемностью и построить графики изменения во времени параметров газообмена.
3. С помощью программы Fenix2+ сформировать расчётную модель пожара в квартире (планы квартир прилагаются к заданию на практическое занятие).
4. Провести моделирование динамики опасных факторов пожара по расчетной модели пожара в квартире.
5. Провести расчет времени эвакуации людей. Сведения о необходимом расчете карты путей эвакуации и порядку запуска расчета отражены в инструкции по использованию программы. Полученные результаты занести в таблицу и построить графики процентного соотношения вышедших людей ко времени.

Типовые задания для тестирования:

1. Интегральная математическая модель пожара описывает в самом общем

виде:

1. процесс изменения состояния газовой среды в помещении;
 2. процесс изменения состояния газовой среды в помещении с течением времени;
 3. процесс изменения состояния температуры и давления среды в помещении с течением времени
2. Какая модель используется для помещений сложной геометрической конфигурации
1. Интегральная
 2. Зонная
 3. Полевая
3. Зонные математические модели используются для исследования динамики опасных факторов пожара в
1. стохастических моделях.
 2. делении помещения на зоны.
 3. делении сложных производственных объектов на отдельные зоны.
4. Источниками лучистых тепловых потоков, помимо факелов, возникающих над очагами пожара, является
1. Раскаленные поверхности верхних частей помещения.
 2. Пламена, охватившие потолок.
 3. Раскаленные продукты сгорания, скопившиеся под потолком.
1. Все перечисленное
5. Что означает понятие «первая фаза начальной стадии пожара»?
1. Подразумевается отрезок времени, в течении которого нижняя граница припотолочного слоя достигает верхнего края проема
 2. Подразумевается отрезок времени, в течении которого нижняя граница припотолочного слоя достигает нижнего края проема
 3. Подразумевается отрезок времени, в течении которого произойдет локализация пожара
6. Какие модели расчета ОФП и эвакуации являются наиболее современными и позволяют производить наиболее точные расчеты?
1. Интегральная и имитационно-стохастическая
 2. Зонная и индивидуально-поточная
 3. Полевая и индивидуально-поточная
7. Какая температура является критической при расчете блокирования эвакуационных выходов?
1. 80 градусов
 2. 60 градусов
 3. 70 градусов
 4. 90 градусов
8. Какой параметр всегда рассчитывается при расчете пожарного риска в производственных помещениях
1. Производственный риск
 2. Индивидуальный риск

3. Вероятность взрыва газа в технологической установке
4. Полный риск
9. Какая модель эвакуации является наиболее простой?
 1. Упрощенно-аналитическая
 2. Индивидуально-поточная
 3. Стохастическая
 4. Имитационно-стохастическая
10. Какая модель эвакуации рассчитывает эвакуацию каждого человека в отдельности?
 1. Упрощенно-аналитическая
 2. Индивидуально-поточная
 3. Стохастическая
 4. Имитационно-стохастическая

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой

1. Аналитическое решение задачи о динамике опасных факторов пожара при круговом и линейном распространении пламени по поверхности твердой горючей нагрузки, а также при горении жидкостей.
2. Базовая система дифференциальных уравнений в частных производных для описания турбулентного нестационарного движения и процессов тепло- и массообмена, алгебраическую модель турбулентности.
3. 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.
4. Базовая система дифференциальных уравнений в частных производных, лежащая в основе полевого метода моделирования пожара.
5. Взаимосвязь между критическими среднеобъемными значениями опасных факторов пожара с предельно допустимыми их значениями в зоне пребывания людей.
6. 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.
7. Влияние концентрации огнетушащего вещества на скорость выгорания.
8. Влияние процессов образования слоя золы и угля на массовую скорость выгорания пожарной нагрузки.
9. Влияние работы системы механической вентиляции на режим газообмена и динамику опасных факторов пожара.
10. Влияние размеров проемов на динамику опасных факторов пожара. Критерий проемности. Зависимость критической продолжительности пожара от критерия проемности.

11. Влияние расположения горючей нагрузки на динамику опасных факторов пожара и газообмен помещения.
12. Влияние типа горючей нагрузки на динамику процессов развития пожара в помещении и теплоотдачи к поверхностям ограждений.
13. Горючая нагрузка в помещении и ее характеристики. Линейная скорость распространения пламени по поверхности горючей нагрузки. Расчет площади пожара при различных видах пожарной нагрузки.
14. Дифференциальная (полевая) математическая модель пожара в здании.
15. Дифференциальные уравнения движения нижней границы припотолочной зоны. Начальные условия.
16. Дифференциальные уравнения материального баланса газовой среды и ее компонентов, баланса оптического количества дыма и энергии для припотолочной зоны при отсутствии газообмена с внешней атмосферой.
17. Дифференциальные уравнения, лежащие в основе зонной модели пожара.
18. Интегральная математическая модель пожара.
19. Интегральный метод описания состояния газовой среды при пожаре в помещении.
20. Интегральный метод термодинамического анализа пожара.
21. Исследование температурного режима в верхней зоне помещения при локальном пожаре.
22. Классификация дифференциальных моделей пожара.
23. Количественная оценка ОФП и их критические значения.
24. Математическая модель образования, коагуляции и переноса дымового аэрозоля.
25. Математическая постановка задачи о динамике опасных факторов пожара в припотолочной зоне и ее аналитическое решение при постоянных значениях размеров и тепловой мощности очага горения.
26. Математическая постановка задачи при газообмене припотолочного слоя с внешней средой и изменяющимся со временем очагом пожара.
27. Методы расчета коэффициента теплопоглощения при определении критической продолжительности пожара.
28. Методы расчета критических значений средних параметров состояния среды в помещении.
29. Методы расчета критической продолжительности пожара.
30. Методы расчета скорости выгорания горючих материалов и скорости тепловыделения.
31. Методы расчета теплового потока в ограждения.
32. Моделирование динамики движения границы задымленной зоны при локальном пожаре.
33. Моделирование потоков массы и энергии из конвективной колонки в припотолочный слой на основе теории свободной турбулентной конвективной струи.
34. Моделирование распространения пожара из помещения.

35. Модификация базовой математической модели для учета влияния объемного газового тушения. Дополнительное уравнение баланса.
36. 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.
37. Нормативные документы, определяющие порядок оценки пожарных рисков расчетными методами.
38. Обобщенные дифференциальные уравнения пожара. Подобие и моделирование начальной стадии пожара.
39. Общая схема распределения давлений по высоте помещения.
40. Определение потоков массы и энергии из конвективной колонки в припотолочный слой на основе теории свободной турбулентной конвективной струи.
41. Основы расчета скорости движения уходящих газов и поступающего воздуха в разных точках проема.
42. Особенности распределения локальных параметров состояния газовой среды внутри помещения в начальной стадии пожара и при локальных пожарах.
43. Особенность газообмена помещения с окружающей атмосферой в начальной стадии пожара. Система дифференциальных уравнений интегральной модели пожара с учетом этой особенности газообмена.
44. Полевой метод прогнозирования ОФП, его информативность и область практического использования.
45. Понятие опасных факторов пожара (ОФП).
46. Радиационный теплоперенос в непрозрачной среде. Уравнение переноса теплового излучения, методы решения задачи о переносе теплового излучения.
47. Разделение пространства внутри пожара на зоны. Характерные зоны в начальной стадии пожара. воздуха.
48. Расчетные методы оценки пожарных рисков для различных объектов.
49. Расчетные методы оценки пожарных рисков.
50. Скорости потребления кислорода, образования токсичных продуктов горения и дымовыделения.
51. Скорость выгорания горючих материалов. Скорость тепловыделения в пламенной зоне. Коэффициент полноты горения.
52. Современная классификация расчётных методов, основанных на дифференциальных моделях пожара.
53. Современное положение методик по оценке пожарных рисков на объектах различного назначения.
54. Среднее значение коэффициента теплопотерь, характеризующего теплопоглощение ограждениями.
55. Структура интегральной модели пожара.
56. Схема расчета тепломассообмена в помещении.

57. Теплообмен припотолочной зоны с ограждениями.
58. Удельная массовая скорость выгорания твердых и жидких горючих материалов. Тепловая мощность очага пожара в помещении.
59. Уравнение закона сохранения массы для газовой среды помещения.
60. Уравнение закона сохранения массы кислорода.
61. Уравнение закона сохранения энергии для газовой среды помещения.
62. Уравнение переноса теплового излучения, методы решения задачи о переносе теплового излучения – потоковый, диффузионный, дискретный и статистический (Монте-Карло).
63. Уравнения описывающие изменения параметров газовой среды при пожаре.
64. Условия возникновения взрывоопасных смесей, характеристики объемного взрыва, мощность взрыва (расчетные параметры).
65. Условия однозначности задачи в интегральной модели пожара.
66. Формула определения расчётной величины индивидуального пожарного риска.
67. Формулы для расчета критической продолжительности пожара по условию достижения каждым опасным фактором своего предельно допустимого значения в рабочей зоне.
68. Формулы для расчета среднего значения коэффициента теплотерь при определении критических среднеобъемных значений температуры, концентраций токсических газов, дефицита кислорода и оптической плотности дыма.
69. Формулы расчета величины теплового потока в ограждения.
70. Формулы расчета расхода воздуха, поступающего через проемы.
71. Формулы расчета расхода газа, выбрасываемого через проемы.
72. Численная реализация интегральной математической модели динамики опасных факторов пожара.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
Зачет с оценкой	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный	хорошо

		вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

- Astra Linux Common Edition релиз Орел [ПО-25В-603] - Операционная система общего назначения "Astra Linux Common Edition" [Коммерческая (Full Package Product). Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4433]
- МойОфис Образование [ПО-41В-124] - Полный комплект редакторов текстовых документов и электронных таблиц, а также инструментарий для работы с графическими презентациями [Свободно распространяемое. Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4557]
- Fenix2+ – Оценка рисков пожарной безопасности в зданиях сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности согласно Приложения к приказу МЧС России от 30.06.09 г. № 382 [Коммерческая (ОЕМ)]; ПО-38С-720

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации

- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации
- Справочная правовая система «КонсультантПлюс: Студент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://student.consultant.ru/>, свободный доступ
- Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>, свободный доступ
- Электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ);
- Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

7.3. Литература

Основная литература:

1. Прогнозирование опасных факторов пожара: Учебное пособие / Ю.Д. Моторыгин, В.А. Ловчиков, Ф.А. Дементьев, Ю.Н. Бельшина. – СПб.: Астерион, 2013. – 108 с. <http://elib.igps.ru/?6&type=card&cid=ALSFR-d3dbd08a-bf3c-4abc-abda-1805ea3eb51f>
2. Анализ нарушений нормативных требований в области пожарной безопасности, прогнозирование и экспертное исследование их последствий: учебное пособие / Н.В. Петрова, Ю.Д. Моторыгин, А.О. Антонов и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – 158 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?8&type=card&cid=ALSFR-7a8c8529-6d12-4633-bd39-fed48057158b&remote=false>

Дополнительная литература:

1. Прогнозирование опасных факторов пожара : курс лекций / составители С. А. Сазонова. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 100 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55022.html>
2. Теория горения и взрыва: Учебник для вызов МЧС России / В.Р. Малинин, В.И. Климкин, С.В. Аникеев и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2009- 280 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?3&type=card&cid=ALSFR-171ddc57-2e70-4373-a34c-9592fca88130&remote=false>
3. Прогнозирование опасных факторов пожара / Моторыгин Ю.Д., Ловчиков В.А., Парина Ю.Г. // Лабораторный практикум СПб.: СПб Университет ГПС МЧС России, 2008. <http://elib.igps.ru/?4&type=card&cid=ALSFR-68a97048-8acd-402b-8670-abd4377dddal>

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся, компьютерный класс.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Авторы: Князев В.Н.