МЧС РОССИИ

Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

Методические материалы по подготовке к экзамену

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Год начала реализации ОПОП: 2025

Екатеринбург

2025

Прогнозирование опасных факторов пожара : методические материалы по подготовке к экзамену. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / А. А. Субачева, Д. И. Терентьев. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2025. – 28 с.

Составители:

Субачева А.А., доцент кафедры пожарной безопасности в строительстве Уральского института ГПС МЧС России, кандидат педагогических наук, доцент;

Терентьев Д.И., доцент кафедры пожарной безопасности в строительстве Уральского института ГПС МЧС России, кандидат химических наук, доцент.

Методические материалы по подготовке к экзамену по дисциплине «Прогнозирование опасных факторов пожара» составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата) и предназначены для обучающихся Уральского института ГПС МЧС России.

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании кафедры пожарной безопасности в строительстве Уральского института ГПС МЧС России

© ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», 2025
© А.А. Субачева, Д. И. Терентьев.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи изучения дисциплины ……...4
2. Структура и содержание дисциплины……...5
3. Требования к результатам освоения дисциплины ……5
4. Система контроля знаний по дисциплине…….....6
5. Порядок проведения зачета и система оценки знаний обучающихся…. ..9
6. Перечень вопросов для самостоятельной подготовки к зачету …….. 10
7. Список рекомендуемой литературы ……...…..... 14
8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «интернет» и программное обеспечение, необходимых для освоения дисциплины…….17
9. Рекомендации по подготовке к зачету ……..... 17
10. Вопросы включенные в тестовое задание для сдачи зачета теста к зачету …….17

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические материалы по подготовке к экзамену по дисциплине «Прогнозирование опасных факторов пожара» предназначены для обучающихся 3-го курса по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата), и составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования согласно рабочей программе дисциплины.

Целями освоения учебной дисциплины «Прогнозирование опасных факторов пожара» являются:

– формирование у обучаемых теоретических знаний основных законов, принципов и методов математического моделирования взаимосвязанных термогазодинамических процессов, характеризующих в целом пожар в помещении (здании, сооружении) как сложное физическое явление;

– формирование навыков анализа пожарной опасности объектов с помощью математических моделей пожаров и компьютерных имитационных систем;

– формирование готовности к саморазвитию и самообразованию.

Для достижения данных целей предусматривается решение следующих основных задач:

– изучение свойств газообразной среды в помещении при пожаре как открытой термодинамической системы;

– изучение особенностей изменения состояния этой системы на отдельных этапах развития пожара;

– изучение порядка математической постановки задачи о прогнозировании ОФП с помощью математических моделей пожаров;

– освоение возможностей компьютерных имитационных систем развития и тушения пожаров в зданиях;

– овладение навыками моделирования динамики опасных факторов пожара с помощью компьютерных имитационных систем.

Структура курса предполагает, что по окончании его изучения, обучающиеся должны получить представление об основных законах, принципах и методах математического моделирования взаимосвязанных термогазодинамических процессов, характеризующих в целом пожар в помещении (здании, сооружении) как сложное физическое явление, и сформировать навыки анализа пожарной опасности объектов с помощью математических моделей пожаров и компьютерных имитационных систем.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы или 108 ч, из них контактная работа обучающихся с преподавателем – 56,35 ч, самостоятельная работа обучающихся – 27 ч. Тематический план дисциплины включает 7 тем.

Тематический план

№ п/п	Наименование разделов и тем
РАЗДЕЛ 1. Интегральная математическая модель пожара в помещении	
1	Введение. Исходные понятия и общие сведения о методах прогнозирования опасных факторов пожара в помещениях
2	Основные понятия и уравнения интегральной математической модели пожара в помещении
3	Газообмен помещений и теплофизические функции, необходимые для замкнутого описания пожара
4	Математическая постановка задачи о динамике опасных факторов пожара в начальной стадии пожара
5	прогнозирование опасных факторов пожара при тушении пожара с использованием интегрального метода
РАЗДЕЛ 2. Зонная и дифференциальная математические модели пожара в помещении	
6	Основные положения зонного моделирования пожаров
7	Основные положения дифференциального метода прогнозирования опасных факторов пожара
	Итоговый контроль – экзамен

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Прогнозирование опасных факторов пожара» направлен на формирование следующих компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность:

1) общепрофессиональных компетенций (ОПК):

- способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления (ОПК-2);
- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4);

2) профессиональных компетенций (ПК):

- способен понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения, способен прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках, использовать методики определения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности (ПК-1);

- 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-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать основные понятия методов прогнозирования опасных факторов пожара, а именно:

− виды естественных процессов, протекающих в горящем помещении, основные законы термодинамики и теплообмена;

− существующие виды математических моделей пожаров в помещениях, их возможности и ограничения, возможные источники погрешностей;

− типы распространения пламени, связанные с ними температурные режимы пожаров в помещениях, механизм возникновения и развития естественного газообмена при пожаре в помещении, основные взаимосвязи параметров газовой среды;

− способы поддержания актуальности своих знаний по данной тематике, нахождения новой информации в периодической литературе и нормативных документах, относящихся к расчетам динамики ОФП и критической продолжительности пожара;

− принципы и методы расчета динамики ОФП, способы оценки критической продолжительности пожара, основные источники неточностей в подобных расчетах;

уметь

− организовать обоснованный выбор методик из списка разрешенных к использованию, наиболее подходящих для реализации конкретного сценария пожара в помещении;

− оценивать величину критической продолжительности пожара различными способами;

владеть навыками использования специальных компьютерных программ по определению величины критической продолжительности пожара для различных исходных условий.

4. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В качестве формы итогового контроля по результатам освоения дисциплины «Прогнозирование опасных факторов пожара» на дневной форме обучения по профилю «Надзорно-профилактическая деятельность» предусмотрен экзамен. Экзамен – это конечная форма изучения дисциплины, представляющая собой механизм выявления и оценки результатов учебного процесса. Цель экзамена – завершить курс обучения конкретной дисциплины, проверить у обучающихся сложившуюся систему понятий и отметить степень полученных знаний. Материалы, разработанные для проведения экзамена, обсуждаются на заседании кафедры и утверждаются начальником кафедры. Основные функции экзамена – обучающая, оценивающая и воспитательная.

Обучающая функция экзамена состоит в том, что обучающийся в период экзаменационной сессии вновь обращается к пройденному материалу, перечитывает конспекты лекций, учебник или учебное пособие, нормативно-правовые документы и другие материалы. Он не только повторяет и закрепляет полученные знания, но и получает новые. Во-первых, при подготовке к экзамену знания по дисциплине обобщаются и систематизируются, превращаясь в упорядоченную совокупность данных, что позволяет понять логику дисциплины в целом. Во-вторых, новые знания обучающийся получает в процессе подготовки к экзамену по вопросам, не освещенным на лекциях, практических и лабораторных занятиях: новые нормативно-правовые акты, статьи, интернет-ресурсы, а также по темам, рекомендованным к самостоятельному изучению.

Оценивающая функция экзамена заключается в том, что он подводит итог знаний обучающегося, полученных в процессе изучения дисциплины. В том числе экзамен является формой оценки результатов учебно-педагогической деятельности преподавателя дисциплины (самооценка).

Экзамен принимается преподавателем объективно и доброжелательно, что играет определенную *воспитательную* роль – стимулирует трудолюбие, принципиальность, ответственность, развивает чувство справедливости и уважения.

При подготовке к экзамену следует руководствоваться рабочей программой, которая включает в себя темы и основные вопросы, подлежащие изучению.

Литература для подготовки к экзамену рекомендуется преподавателем и представлена в рабочей программе дисциплины. Для полноты учебной информации лучше использовать не менее двух

литературных источников. Кроме того, основным источником подготовки к экзамену является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к экзамену обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем.

Усвоение материала дисциплины на лекциях, практических и лабораторных занятиях, а также в результате самостоятельной подготовки и изучения отдельных вопросов дисциплины позволят обучающемуся подойти к экзамену подготовленным, и потребует лишь повторения ранее пройденного материала.

Экзамен по дисциплине «Прогнозирование опасных факторов пожара» проводится в комплексной форме: обучающиеся решают задачу на нахождение необходимого времени эвакуации людей из помещения и выполняют компьютерный тест. По результатам выставляется оценка за экзамен.

Тестирование может быть, как письменное, так и с использованием тестирующих компьютерных программ (например, программы АРМ «Тестирование»). Компьютерное тестирование является не только наиболее быстрым и объективным методом контроля, но и наименее трудоемким, особенно с появлением современных информационных технологий. Данная форма контрольного мероприятия разработана в соответствии с рабочей программой дисциплины, включает в себя вопросы по всем разделам дисциплины и имеет цель проверить теоретические знания и практические навыки решения задач, сформированные при изучении дисциплины.

При сдаче экзамена в письменной форме, заранее готовятся варианты тестовых заданий, причем количество вариантов должно превышать число обучающихся в учебной группе на 15 %. При использовании компьютерной программы вариант задания, для каждого сдающего экзамен, формируется программой индивидуально.

Допуск обучающегося к сдаче экзамена осуществляется по итогам его текущей работы в семестре. Основными видами текущего контроля являются: выполнение тестовых заданий по изучаемым разделам, выполнение и сдача отчетов по лабораторным работам и кейс-заданиям.

Часть лабораторных работ представляет собой нестандартные профессиональные задачи, так называемые кейс-задания, решение которых требует от обучающихся ориентировки в информации по различным дисциплинам, навыков в области компьютерного моделирования, умений оценивать собственную деятельность и вносить в нее коррективы. В процессе выполнения задания учащимся предлагается смоделировать

нестандартную профессиональную ситуацию, найти всевозможные варианты решения, проанализировать эффективность и экономическую целесообразность выбора такого решения. Иными словами, задачи имеют несколько вариантов решения, из которых необходимо выбрать наиболее оптимальное, что предполагает многократное решение задачи, оценку и сопоставление полученных результатов.

Задания на самоподготовку к лабораторным и практическим занятиям выдаются обучаемым заблаговременно на аудиторных занятиях.

Контроль знаний по дисциплине «Прогнозирование опасных факторов пожара» осуществляется на основе традиционной четырехбалльной системы оценки.

К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, полностью выполнившие график контрольных мероприятий, предусмотренный при изучении дисциплины.

Для проведения экзамена на кафедре разрабатываются следующие материалы:

- учебно-методическая документация;
- материалы для проведения экзамена;
- тестовые вопросы в бумажном и электронном вариантах.

В аудитории, где проводится экзамен, должны находиться следующие документы и материально-техническое обеспечение:

- рабочая программа учебной дисциплины;
- учебно-методическая документация для проведения экзамена;
- билеты для решения задачи;
- варианты тестовых вопросов для проведения экзамена;
- персональные компьютеры с установленной программой АРМ «Тестирование»;
- тестовые вопросы в электронном варианте;
- инженерные калькуляторы;
- зачетная ведомость;
- зачетные книжки обучающихся;
- журнал учебной группы.

5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА И СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Комплексный экзамен предполагает решение задачи на нахождение необходимого времени эвакуации людей из помещения и выполнение компьютерного теста. Компьютерный тест состоит не менее чем из 40 тестовых вопросов нескольких уровней сложности.

Критерии оценивания экзамена, проводимого в комплексной форме

следующие:

отлично (оценка «5») – правильное решение задачи и выполнение тестовых заданий в диапазоне от 90 % до 100 %;

хорошо (оценка «4») – допущены несущественные ошибки в формулах при решении задачи, сильно не влияющие на конечный результат и выполнено тестовое задание в диапазоне от 75 % до 89 %;

удовлетворительно (оценка «3») – допущены ошибки математического характера при решении задачи, исправленные после наводящих вопросов и правильно выполнено тестовое задание в диапазоне от 60 % до 74 %;

неудовлетворительно (оценка «2») – обучающийся не владеет навыками применения математических формул при решении задачи и правильно выполнил менее 60 % тестовых заданий.

За 10 минут до начала экзамена дежурный раздает средства материального обеспечения, разрешенные для использования на экзамене. Экзамен проводится в течение 6 учебных часов (3 пары).

В начале экзамена преподаватель принимает рапорт командира учебной группы о готовности обучающихся к сдаче экзамена, кратко напоминает порядок проведения экзамена, правила поведения обучающихся, объявляет фамилии обучающихся, освобожденных либо не допущенных до экзамена.

В течение 2 учебных часов (1 пара), обучающиеся решают задачу , после выполняют либо письменный, либо компьютерный тест по индивидуальным вариантам. На выполнение компьютерного теста отводится 90 минут. Количество набранных за тест баллов компьютер выдает по окончании тестирования на экране дисплея в процентах.

Отметка о сдаче экзамена выставляется в зачетную ведомость и зачетную книжку. Зачетная ведомость подписывается преподавателем и сдается в учебно-методический отдел.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

Раздел I. Интегральная математическая модель пожара в помещении

Тема 1. Введение. Исходные понятия и общие сведения о методах прогнозирования опасных факторов пожара в помещениях

1. Опасные факторы пожара и физические величины их характеризующие. Предельно допустимые значения ОФП.
2. Математическое моделирование ОФП. Основные требования, предъявляемые к моделям.

3. Методы математического моделирования динамики развития ОФП, их особенности и области практического использования.

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

4. Свойства газообразной среды в помещении при пожаре. Локальное равновесие и взаимосвязь между локальными термодинамическими параметрами состояния газовой среды.
5. Влияние изменения состава и температуры газовой среды при пожаре на ее газовую постоянную, показатель адиабаты и теплоемкость.
6. Интегральный метод описания состояния газовой среды при пожаре в помещении.
7. Среднеобъемная плотность газовой среды и среднеобъемные парциальные плотности ее компонентов.
8. Среднеобъемная внутренняя энергия и среднеобъемное давление газовой среды в помещении.
9. Среднемассовая и среднеобъемная температура среды в помещении.
10. Методика определения среднеобъемного давления, среднемассовой и среднеобъемной температур в помещении на основе инструментальных измерений.
11. Интегральное уравнение состояния газовой среды в помещении.
12. Дымообразование и параметры дыма, образованные твердыми частицами. Коагуляция и седиментация частиц дыма.
13. Оптическое количество дыма и среднеобъемная оптическая плотность дыма. Связь между оптической плотностью дыма и дальностью видимости.
14. Экспериментальные методы измерения оптической плотности дыма.
15. Интегральный метод термодинамического анализа пожара.
16. Среда в помещении как открытая термодинамическая система. Взаимодействие этой системы с внешней средой и интегральные характеристики этого взаимодействия.
17. Квазиравновесный процесс изменения состояния термодинамической системы при пожаре. Особенности процесса изменения состояния этой системы на отдельных этапах развития пожара.
18. Вывод дифференциальных уравнений интегральной математической модели пожара, описывающих динамику опасных факторов пожара. Начальные условия и условия однозначности.
19. Классификация интегральных математических моделей пожара.
20. Математическая постановка задачи о прогнозировании опасных факторов пожара на основе полной системы дифференциальных

уравнений интегральной модели пожара. Методы численного решения этой задачи.

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

21. Причины, обуславливающие движение газа и газообмен помещений с внешней средой через проемы на пожаре.
22. Распределение гидростатических давлений по вертикали внутри и снаружи помещения.
23. Плоскость равных давлений и зависимость ее расположения от среднеобъемных значений давления и плотности газовой среды в помещении.
24. Возможные режимы газообмена помещения через круглые вертикальные и горизонтальные проемы. Влияние вязкости газов на их движение в проеме. Коэффициент сопротивления проема.
25. Влияние ветра на газообмен помещения с окружающей атмосферой. Распределение гидростатических давлений по вертикали снаружи здания на наветренной и подветренной его сторонах.
26. Теплоотдача горизонтальных стержневых конструкций и вертикальных поверхностей ограждений помещения при различных стадиях пожара. Тепловое взаимодействие перекрытий с восходящим потоком газов от очага горения.
27. Процессы нагревания строительных конструкций при пожаре и математическая постановка задачи о нагревании строительных конструкций при пожаре.
28. Общие сведения о процессах горения. Горючие вещества и их характеристики. Особенности горения твердых, жидких и газообразных веществ.
29. Пламя и его характеристики.
30. Скорость тепловыделения в пламенной зоне. Коэффициент полноты горения.
31. 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.
32. Тепловая мощность очага пожара в помещении. Влияние газообмена на процесс горения материалов в помещении.
33. Режимы пожаров в помещении в зависимости от количества поступающего через проем воздуха. Скорости потребления кислорода, образования токсичных продуктов горения и дымовыделения.

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

34. Понятие о начальной стадии пожара с позиции задачи о безопасности эвакуации людей.
35. Особенность газообмена помещения с окружающей атмосферой в начальной стадии пожара.
36. Система дифференциальных уравнений интегральной модели пожара с учетом этой особенности газообмена.
37. Динамика опасных факторов пожара при круговом и линейном распространении пламени по поверхности твердой горючей нагрузки и при горении жидкостей.
38. Взаимосвязь между критическими среднеобъемными значениями опасных факторов пожара с предельно допустимыми их значениями в зоне пребывания людей.
39. Влияние размеров проемов на динамику опасных факторов пожара. Критерий проёмности. Зависимость критической продолжительности пожара от критерия проемности.
40. Подобие и моделирование начальной стадии пожара.

Тема 5. Прогнозирование опасных факторов пожара при тушении пожара с использованием интегрального метода

41. Модификация базовой математической модели для учета влияния объемного газового тушения. Влияние концентрации огнетушащего вещества на скорость выгорания.
42. Модификация базовой математической модели для учета тушения распыленной водой.
43. Особенности применения интегральной модели для прогнозирования ОФП. Недочеты в существующих нормативных документах. Возможности развития и перспективные направления исследований.

Раздел II. Зонная и дифференциальная математические модели пожара в помещении

Тема 6. Основные положения зонного моделирования пожаров

44. Основные положения зонного моделирования пожаров. Область практического применения зонных моделей пожаров.
45. Особенности распределения локальных параметров состояния газовой среды внутри помещения в начальной стадии пожара и при локальных пожарах.
46. Разделение пространства внутри пожара на зоны. Условные

границы между зонами и среднеобъемные параметры в этих зонах.

47. Взаимодействие между зонами и изменение их размеров с течением времени. Интегральный метод описания изменения состояния среды в каждой среде.
48. Определение потоков массы и энергии из конвективной колонки в припотолочный слой на основе теории свободной турбулентной конвективной струи.
49. Модификация теории свободной конвективной струи от точечного источника для очагов горения конечных размеров.
50. Теплообмен припотолочной зоны с ограждениями. Среднее значение коэффициента теплопотерь, характеризующего теплообмен припотолочной зоны с ограждениями.
51. Скорость поступления токсичных газов и оптического количества дыма в припотолочный слой.
52. Газообмен припотолочного слоя с внешней атмосферой через проемы. Работа расширения припотолочной зоны.
53. Дифференциальные уравнения материального баланса газовой среды и ее компонентов, баланса оптического количества дыма и энергии для припотолочной зоны при отсутствии газообмена с внешней атмосферой.
54. Математическая постановка задачи о динамике опасных факторов пожара в припотолочной зоне при постоянных значениях размеров и тепловой мощности очага горения.
55. Компьютерная программа CFAST, основные понятия и положения. Соответствие российским нормативным требованиям.
56. Возможность использования программы CFAST для расчета необходимого времени эвакуации.

Тема7. Основные положения дифференциального метода прогнозирования опасных факторов пожара

57. Сущность дифференциального метода прогнозирования опасных факторов пожара, его информативность и область практического использования
58. Базовая система дифференциальных уравнений в частных производных для описания турбулентности нестационарного движения и процессов тепло- и массопереноса в многокомпонентной газовой смеси с учетом химических реакций и образования дымового аэрозоля.
59. Моделирование процессов горения. Классификация дифференциальных моделей пожара.
60. Модель FDS, основные понятия и содержание.

7. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

7.1. Основная литература

1. Терентьев, Д. И. Моделирование и анализ динамики опасных факторов пожара в здании : учебное пособие (Гриф МЧС: Допущено) / Д. И. Терентьев, А. А. Субачева, И. В. Тикина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2025. – 97 с.
2. Терентьев, Д. И. Прогнозирование опасных факторов пожара [Текст] : учебное пособие (Гриф МЧС: Допущено) / Д.И. Терентьев, А.А. Субачева, С.В. Субачев, Н.А. Третьякова, Н.М. Барбин. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 99 с.

7.2. Дополнительная литература

3. Варнатц, Ю. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ [Текст] : учеб. издание / Ю. Варнатц, У. Маас, Р Диббл. – Пер. с англ. – М.: Физматлит, 2003. – 352 с.
4. Марков, В. Ф., Маскаева Л.Н., Пазникова С.Н. Физико-химические основы развития и тушения пожаров [Текст] : учебник для курсантов, студентов и слушателей образовательных учреждений МЧС России / В. Ф Марков, Л. Н. Маскаева, С.Н. Пазникова; ред. В. Ф. Марков. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2013. – 305 с.
5. Моделирование пожаров и взрывов [Текст] / Под общ. ред. Н. Н. Брушлинского и А. Я. Корольченко. – М.: Изд. «Пожнаука», 2000. – 482 с.

7.3. Нормативные правовые акты и нормативные документы:

6. Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
7. Приказ МЧС России от 14.11.2022 № 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности».

7.4. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

1. Терентьев, Д. И. Моделирование и анализ динамики опасных факторов пожара в помещении : учебно-методическое пособие : специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Д. И. Терентьев, А. А. Субачева, А. В. Пономарев. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. – 110 с.

2. Терентьев, Д. И. Прогнозирование опасных факторов пожара. Курс лекций [Текст]: учеб.-метод. пособие / Д. И. Терентьев, А. А. Субачева, Н. А. Третьякова, Н.М. Барбин. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. – 182 с.
3. Субачева, А. А. Прогнозирование опасных факторов пожара [Текст] : лабораторный практикум для обучающихся по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность и направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / А. А. Субачева, Д. И. Терентьев, И. Г. Коснырева. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 64 с.
4. Терентьев, Д. И. Прогнозирование опасных факторов пожара [Текст] : сборник задач. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Направление подготовки 20.03.01. Специальность 40.05.0 Судебная экспертиза / сост. Терентьев Д. И., Субачева А. А., Третьякова Н. А. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 63 с.
5. Терентьев, Д. И. Применение термодинамического моделирования при решении задач пожарной и промышленной безопасности [Текст] : учеб. пособие / сост. Д. И. Терентьев, А. А. Субачева, Н. М. Барбин., А. В. Борисенко – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 99 с.

8. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» и ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. www.elibrary.ru
2. www.rsl.ru
3. www.fireevacuation.ru
4. www.firesafetyblog.ru
5. www.sitis.ru
6. Офисный пакет Microsoft Office.
7. Операционная система Microsoft Windows.
8. Свободное программное обеспечение:

− Компьютерная программа АРМ «Тестирование 4.7».

− Компьютерная программа «КИС РТП» (компьютерная имитационная система развития и тушения пожаров).

− Компьютерная программа «СИТИС: БЛОК» (демо-версия).

9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

Подготовку к сдаче экзамена рекомендуется начинать по порядку следования тем изложения лекционного материала. Для этого

обучающиеся могут воспользоваться конспектами лекций и учебными пособиями, приведенными в списке литературы. При первом чтении материала не стоит задерживаться на математических выводах и запоминании уравнений, сначала следует получить общее представление о рассматриваемых вопросах, а также выявить сложные и непонятные моменты. Внимательно прочитывайте текст, старайтесь выявить сущность вопросов и не пытайтесь сразу запомнить все определения и детали. Такой подход, при котором все изучаемые процессы и явления, протекающие при горении, рассматриваются на уровне сущности, а не набора отдельных понятий и фактов, способствует не только более глубокому и прочному усвоению материала, но и формированию логического мышления, способности воспринимать и осмысливать сущность процессов и явлений. При последующей проработке материала в прочитанном тексте выделяются главные идеи, устанавливаются логические взаимосвязи между ними, большее внимание уделяется деталям, материал повторяется несколько раз для лучшего запоминания определений и формул.

Подготовка к экзамену должна обязательно сопровождаться решением задач, т.к. в тестовые вопросы включены задачи, решаемые на занятиях.

Следует напомнить, что для качественного освоения материала, облегчения подготовки к экзамену и успешной его сдачи необходимо *систематическое* выполнение заданий на самоподготовке в течение семестра.

Во время сдачи компьютерного теста следует четко выполнять требования преподавателя, следить за временем при работе с тестом, не отвлекаться на посторонние дела. Если у обучающегося возникают затруднения при подготовке к экзамену, следует обратиться за консультацией к преподавателю.

8. ВОПРОСЫ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ ДЛЯ СДАЧИ ЗАЧЕТА

Вопрос 1.

К параметрам, характеризующим горючую нагрузку, можно отнести следующее …

Вопрос 2.

Какое из выражений представляет собой среднеобъемное давление?

Вопрос 3.

Критическая продолжительность пожара – это …

Вопрос 4.

Символом $ОФП_m$ обозначают …

Вопрос 5.

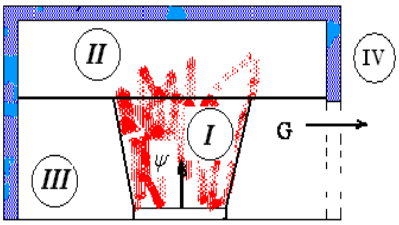
Предельно допустимое значение опасного фактора пожара (ПДЗ) – это…

Вопрос 6.

В уравнении состояния идеального газа (уравнение Клайперона) $p_m = \rho_m \cdot R_m \cdot T_m$, $\rho_m (T_m, R_m)$ – это…

Вопрос 7.

Для трехзонной математической модели пожара зона I (II, III, IV) – это …



Вопрос 8.

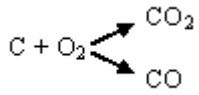
Опасные факторы пожара – это факторы пожара, воздействие которых приводит к …

Вопрос 9.

Свободный объем помещения – это…

Вопрос 10.

Если горение горючего материала протекает по двум основным реакциям:



то при протекании пожара в режиме «пожар, регулируемый нагрузкой» (пожар, регулируемый вентиляцией) преимущественно образуется…

Вопрос 11.

Какой фактор не является опасным фактором пожара в помещении?

Вопрос 12.

Скорость выгорания горючей нагрузки зависит от…

Вопрос 13.

При увеличении удельного потребления кислорода горючей нагрузкой при пожаре меняется следующий параметр состояния газообразной среды в помещении:…

Вопрос 14.

При включении приточной вентиляции (приточно-вытяжной вентиляции и т.д.) в уравнении материального баланса (уравнение изменения массы газовой среды в помещении при пожаре) $\frac{\partial M}{\partial \tau} = G_B + \Psi - G_\Gamma$ появятся слагаемые …

Вопрос 15.

Причиной движения газов через проемы в помещении является…

Вопрос 16.

Какая из перечисленных моделей пожара позволяет получить только средние по объему значения параметров пожара?

Вопрос 17.

Какое основное допущение используется при выводе формул зонной

математической модели пожара?
Вопрос 18.
Какой формулой описывается взаимосвязь между локальными и предельно – допустимыми значениями ОФП в начальной стадии пожара согласно интегральной математической модели пожара?
Вопрос 19.
В схеме энергетических потоков Q_W – это…
Вопрос 20.
Что такое критическая продолжительность пожара?
Вопрос 21.
При переходе от режима горения «пожар, регулируемый нагрузкой» к режиму горения «пожар, регулируемый вентиляцией» полнота сгорания горючей нагрузки…
Вопрос 22.
К параметрам, характеризующим свойства газообразной среды во время пожара, можно отнести следующие показатели:
Вопрос 23.
В квазистационарной стадии пожара соотношения между притоком воздуха и оттоком газа будет следующим:
Вопрос 24.
Какое из уравнений является уравнением баланса оптического количества дыма при пожаре в помещении?
Вопрос 25.
Укажите уравнение материального баланса пожара, учитывающего работу механической вентиляции.
Вопрос 26.
Какое из значений температуры является предельно-допустимым значением ОФП?
Вопрос 27.
При увеличении дымообразующей способности горючего материала происходит…
Вопрос 28.
Зонная математическая модель пожара позволяет получить …
Вопрос 29.
В помещении возник очаг пожара с постоянной скоростью тепловыделения ($Q_{пож}$= const), расположенный на уровне пола. Как изменяется, согласно зонной модели пожара, с течением времени нижняя граница припотолочной зоны нагретых газов?
Вопрос 30.
Какое допущение принимается в трёхзонной математической модели пожара относительно статических давлений в разных зонах?
Вопрос 31.
Какое из выражений представляет собой среднеобъемную температуру

согласно интегральной модели пожара?

Вопрос 32.

Горение описывается реакцией $C + O_2 = CO_2 + 380$ кДж/моль. Тогда количество тепла, которое выделяется в результате протекания данной реакции, будет характеризоваться параметром…

Вопрос 33.

От каких факторов зависит высота плоскости равных давлений при пожаре в помещении?

Вопрос 34.

Что называется нейтральной плоскостью?

Вопрос 35.

Если проем расположен ниже (выше) ПРД, он работает…

Вопрос 36.

Символом $ОФП_0$ обозначают опасный фактор пожара …

Вопрос 37.

Какое из уравнений отражает изменение массы газовой среды в помещении при пожаре?

Вопрос 38.

Какое из уравнений является уравнением баланса массы кислорода в помещении при пожаре?

Вопрос 39.

По какой из формул определяется значение коэффициента теплопотерь φ?

Вопрос 40.

Если ПРД расположена между верхним и нижним срезом проема, то проем работает…

Вопрос 41.

Какое из уравнений является уравнением баланса массы токсичных продуктов горения при пожаре в помещении?

Вопрос 42.

Необходимое время эвакуации людей из рассматриваемого помещения $\tau_{НБ}$ связно с критической продолжительностью пожара формулой…

Вопрос 43.

Уравнение материального баланса для припотолочного слоя нагретых газов имеет вид…

Вопрос 44.

Если пожар находится в стадии затухания, то для скоростей притока воздуха и оттока газа справедливо следующее утверждение:

Вопрос 45.

В уравнении изменения массы газовой среды в помещении при пожаре за единицу времени (уравнение материального баланса) $\frac{\partial M}{\partial \tau} = G_B + \Psi - G_\Gamma$, слагаемое $\psi -$ это …

Вопрос 46.

При каком режиме пожара скорость выгорания горючей нагрузки зависит (не зависит) от количества поступающего в помещение кислорода?

Вопрос 47.

Изменение какого параметра горючей нагрузки практически не влияет на динамику протекания пожара в помещении?

Вопрос 48.

Назовите характерные области (зоны) пространства внутри помещения, рассматриваемые в трёхзонной математической модели пожара?

Вопрос 49.

При каком режиме пожара скорость выгорания горючего материала не зависит от количества воздуха, поступающего в помещение?

Вопрос 50.

Горючей нагрузкой является газообразное вещество. Тогда скорость выгорания данной горючей нагрузки будет зависеть от…

Вопрос 51.

Объем припотолочного слоя нагретых газов (II зона), согласно зонной модели пожара, непрерывно изменяется во времени, т.к. …

Вопрос 52.

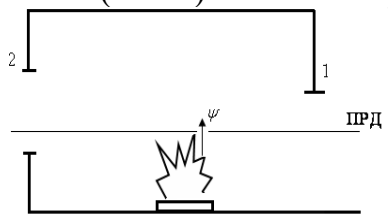
Укажите уравнение материального баланса пожара, учитывающего работу системы пожаротушения.

Вопрос 53.

При переходе от режима горения «пожар, регулируемый нагрузкой» к режиму горения «пожар, регулируемый вентиляцией» скорость выгорания горючей нагрузки (скорость газификации)…

Вопрос 54.

Выше (ниже) плоскости равных давлений проем работает …



Вопрос 55.

При удельном увеличении количества потребляемого кислорода при сгорании 1 кг горючего материала происходит …

Вопрос 56.

Какое из значений парциальной плотности кислорода является предельно-допустимым значением ОФП?

Вопрос 57.

Какое из выражений представляет собой среднеобъемную плотность газовой среды в помещении?

Вопрос 58.

Если горение протекает по реакции $C + O_2 = CO_2 + 380$ кДж/моль, то количество кислорода, которое необходимо для горения будет

характеризоваться параметром…

Вопрос 59.

Если горение протекает по реакции C + O_2 = CO_2 + 380 кДж/моль, то количество двуокиси углерода, которое образуется в результате горения будет характеризоваться параметром…

Вопрос 60.

В уравнении изменения массы газовой среды в помещении при пожаре в единицу времени (уравнение материального баланса интегральной математической модели) $\frac{\partial M}{\partial \tau} = G_B + \Psi - G_\Gamma$ слагаемое $G_B\,(G_г)$ – это …

Вопрос 61.

Какое из выражений представляет собой среднеобъемную внутреннюю энергию?

Вопрос 62.

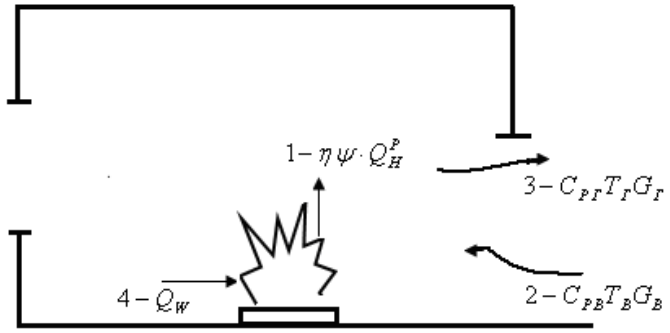
Полевая (дифференциальная) математическая модель пожара позволяет получить …

Вопрос 63.

Расчет высоты уровня рабочей зоны проводят по формуле…

Вопрос 64.

На рисунке приведена схема энергетических потоков в помещении при пожаре. Направление какого из потоков указано не верно?



Вопрос 65.

От каких факторов зависит режим работы проема при пожаре в помещении?

Вопрос 66.

Интегральная математическая модель пожара позволяет получить …

Вопрос 67.

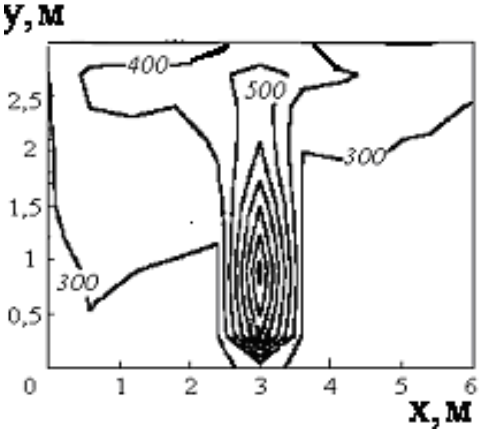
Дальность видимости в помещении связана с оптической плотностью газовой среды следующим соотношением:

Вопрос 68.

Предельно-допустимым значением опасного фактора пожара по дальности видимости (температуре, концентрации токсичных газов и кислорода) (согласно 123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности») является значение…

Вопрос 69.

Полевая модель пожара. На рисунке представлено распределение температур потока газовой смеси на развитой стадии пожара в помещении 6*6*3 м.



Чему равна локальная температура в точке (X=2, Y=1)

Вопрос 70.

Каким выражением описывается закон распределения давлений внутри помещения при пожаре?

Вопрос 71.

При тушении пожара газообразным огнетушащим веществом (ОВ) в уравнении материального баланса $\frac{\partial M}{\partial \tau} = G_B + \Psi - G_\Gamma$ появится слагаемое …

Вопрос 72.

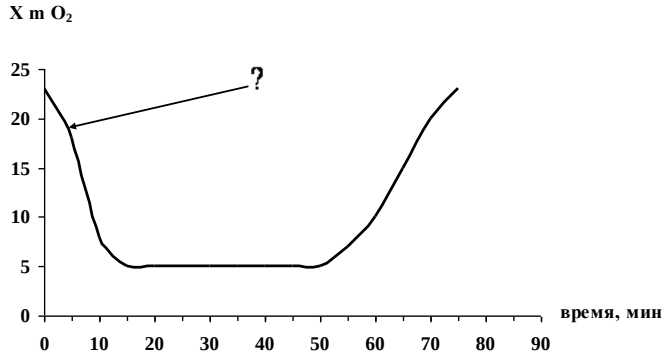
В уравнении состояния идеального газа (уравнение Клайперона, интегральная математическая модель пожара) $p_m = \rho_m \cdot R_m \cdot T_m$ R_m - это…

Вопрос 73.

Почему объемный отток воздуха из помещения больше притока?

Вопрос 74.

На рисунке приведен график изменения концентрации кислорода в помещении при пожаре. Какой режим горения реализуется с 3 по 8 минуту горения (отмечен на рисунке вопросом):



Вопрос 75.

Укажите наиболее правильное расположение вентиляционных отверстий при оборудовании помещения приточно-вытяжной противодымной

вентиляцией.

Вопрос 76.

Как установка противопожарных дверей влияет на эффективность газового пожаротушения?

Вопрос 77.

Как установка противопожарных дверей влияет на время срабатывания систем обнаружения и тушения пожара?

Вопрос 78.

Каким будет режим работы проема, если нейтральная плоскость расположена между его нижним и верхним срезом?

Вопрос 79.

Как в целом влияет работа механической вентиляции на динамику опасных факторов пожара?

Вопрос 80.

Почему массовый отток воздуха из помещения при установившемся горении больше притока?

Вопрос 81.

Начальная температура в помещении 20°С. На 5 минуте горения среднеобъемная температура газовой среды в помещении равна 60°С. Безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения среднеобъемных параметров газовой среды по высоте помещения, на уровне рабочей зоны равен Z=0,9. Чему равна локальная температура газовой среды на уровне рабочей зоны?

Вопрос 82.

Согласно расчетам, критическое время продолжительности пожара составляет 300 с. Тогда необходимое время эвакуации из помещения будет равно…

Вопрос 83.

Рассматривается квазистационарный режим горения. Если отток нагретых газов из помещения составляет 3 кг/с, скорость выгорания горючей нагрузки равна 500 г/с, тогда величина притока свежего воздуха в помещение равна…

Вопрос 84.

В таблице приведены среднеобъемные значения параметров газовой среды в помещении для 30-й минуты развития пожара в цехе деревообрабатывающего предприятия:

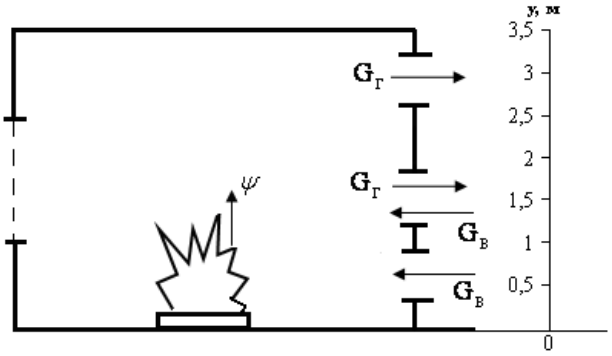
время, мин	X_{O_2}, *масс*%	X_{CO}, *масс*%	X_{CO_2}, *масс*%	$\rho_m, \frac{кг}{м^3}$
30	10	0,4	15	0,6

Как Вы считаете, достигла или нет парциальная плотность двуокиси углерода (CO_2) своего предельно-допустимого значения?

Вопрос 85.

На рисунке приведена работа трех различных по высоте помещения

проемов во время развитой стадии пожара.



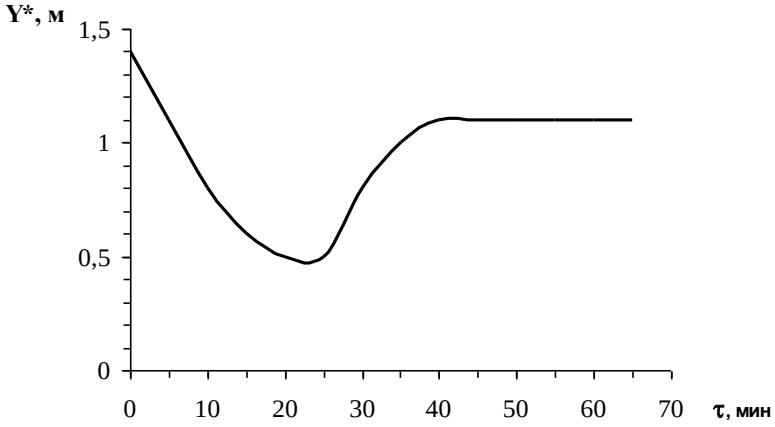
Выберите правильную эпюру давлений для данного режима работы проемов.

Вопрос 86.

Проведены два эксперимента по развитию пожара в помещении размером 10*15*4 м. Горючий материал в обоих экспериментах одинаковый. В первом эксперименте масса горючего материала равна M_0= 15000 кг; во втором M_0= 12000 кг. Тогда изменение среднеобъемной температуры в помещении для двух различных экспериментов будет описываться следующей графической зависимостью…

Вопрос 87.

Изменение положения плоскости равных давлений со временем развития пожара описывается следующим графиком:



Выберите правильную эпюру давлений для момента времени 25 мин…

Вопрос 88.

Для определения необходимого времени эвакуации при моделировании пожаров с помощью зонных моделей требуется…

Вопрос 89.

На какие характерные зоны обычно разделяют помещение с точки зрения трехзонной математической модели пожара?

Вопрос 90.

Что происходит с припотолочным задымленным слоем газов, согласно зонной модели пожара, по мере развития пожара?

Вопрос 91.

Что подразумевается под понятием «первая фаза пожара», согласно зонной модели?

Вопрос 92.

В чем основное различие в схеме газообмена первой и второй фаз пожара, согласно зонной модели?

Вопрос 93.

Существует ли взаимосвязь между параметрами состояния газов в различных зонах помещения, согласно трехзонной модели пожара?

Вопрос 94.

Температура в зоне чистого воздуха в горящем помещении составляет 25 градусов, его плотность – 1,2 кг/м^3. Чему равна плотность газов припотолочного нагретого слоя, согласно зонной модели, если его температура равна 100 градусам?

Вопрос 95.

Математическую основу зонной модели составляет…

Вопрос 96.

Что понимается, согласно зонной модели, под понятием свободной границы?

Вопрос 97.

В ходе развития пожара свободная граница перемещается…

Вопрос 98.

Давление в зоне чистого воздуха в горящем помещении составляет 1 атм, температура воздуха – 25 градусов. Чему равно давление газов припотолочного нагретого слоя, согласно зонной модели, если их температура равна 100 градусам?

Вопрос 99.

В энергетическом балансе припотолочного слоя газов $\frac{dU_2}{d\tau} = Q_n - Q_w - P_2 \frac{dV_2}{d\tau}$ величина $P_2 \frac{dV_2}{d\tau}$ это…

Вопрос 100.

В материальном балансе припотолочного слоя газов $\frac{d(\rho_2 V_2)}{d\tau} = G_k$ величина G_k – это…

Вопрос 101.

Какой из нижеперечисленных параметров, согласно зонной модели, лучше всего позволяет отслеживать нарастание опасности для находящихся в горящем помещении людей?

Вопрос 102.

В формуле для расчета температуры горячего газа в конвективной колонке $T_1 = \frac{Q_{пож}(1-\varphi)}{c_p G_k}$ величина $Q_{пож}$ – это…

Вопрос 103.

В формуле для расчета высоты положения свободной границы $Y_{CB} = H - \frac{V_2}{F}$

величина H – это…

Вопрос 104.

В формуле для расчета высоты положения свободной границы $Y_{CB} = H - \frac{V_2}{F}$

величина F – это…

Вопрос 105.

В формуле для расчета высоты положения свободной границы $Y_{CB} = H - \frac{V_2}{F}$

величина V_2 – это…

Вопрос 106.

В формуле для расчета температуры горячего газа в конвективной колонке $T_1 = \frac{Q_{ïîæ}\ (1-\varphi)}{\tilde{n}_p G_k}$ величина G_k – это…

Вопрос 107.

В энергетическом балансе припотолочного слоя газов $\frac{dU_2}{d\tau} = Q_n - Q_w - P_2 \frac{dV_2}{d\tau}$

величина Q_w (Q_n) – это…

Вопрос 108.

Что происходит с геометрической конфигурацией зон, условно выделяемых в помещении по мере развития пожара, согласно зонной модели пожара?

Вопрос 109.

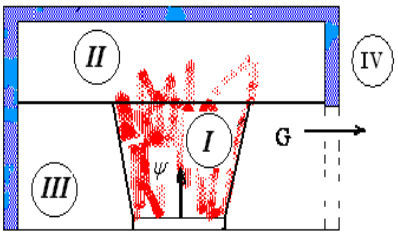
Позволяет ли зонная модель рассчитать динамику накопления токсичных газовых продуктов в зоне III?

Вопрос 110.

Применима ли зонная модель для моделирования пожаров с интенсивным газообменом горящего помещения с окружающей средой?

Вопрос 111.

Назовите характерные области (зоны) пространства внутри помещения, рассматриваемые в трёхзонной математической модели пожара.



Вопрос 112.

Объем горячих газов припотолочного задымленного слоя составляет 24 м^3. Высота помещения – 3,2 м, площадь пола – 30 м^2. На какой высоте над

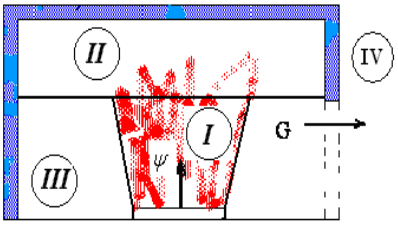
полом находится свободная граница припотолочной задымленной зоны?

Вопрос 113.

В зонной модели пожара первая (вторая) фаза начальной стадии пожара – это отрезок времени, в течение которого…

Вопрос 114.

Как изменяется со временем количество газов в зоне II, согласно трёхзонной математической модели пожара?



Вопрос 115.

На какой стадии пожара для исследования используют зонные математические модели пожара?