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»

Кафедра химии и процессов горения

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ»

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
(уровень бакалавриата)

Профиль – Надзорно-профилактическая деятельность

Екатеринбург
2025

Физико-химические основы развития и тушения пожаров. Методические рекомендации по изучению дисциплины [Электронный ресурс] : направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата) / Е.В. Гайнуллина – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2025. – 30 с.

Составитель:
Гайнуллина Е.В., доцент кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, доцент, к.т.н.

Приведены рекомендации для организации изучения дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров». Описывается порядок организации, планирования и контроля деятельности обучающихся. Представлена структура и содержание дисциплины, тематика лабораторных и практических занятий, темы рефератов, требования к результатам освоения дисциплины, список литературы и рекомендации для подготовки к занятиям и экзамену. Рекомендуется обучающимся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата) при изучении дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров».

© ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цели и задачи курса «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» 5
2. Структура и содержание дисциплины..... 9
3. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины 15
4. Рекомендации по подготовке к экзамену..... 23
5. Информационное обеспечение обучения 27

Введение

Данные методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» и предназначены для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата).

Целью изучения дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» является овладение знаниями физических и химических основ процессов возникновения и тушения пожаров, а также прогнозирования их развития в зависимости от различных условий и умением использовать их для решения практических задач в области обеспечения пожарной безопасности объектов техносферы. В ней последовательно представлены все основные направления современной науки о процессах возникновения, развития и тушения пожаров, знание основ которых необходимы сотрудникам Государственной противопожарной службы в современных условиях для грамотного ведения боевых действий в критических ситуациях, возникающих в процессе развития пожара, разработки мер, направленных на профилактику пожаров, обеспечение безопасности людей и личного состава при тушении пожаров и эвакуации, а также для анализа причин и условий возникновения и развития пожаров.

Изучение дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» является важным этапом учебного процесса, совершенствующим теоретическую и практическую подготовку обучающихся. Умело организованная учебная работа, в том числе и самостоятельная, способствует воспитанию привычки и устойчивых навыков повышения общекультурных и профессиональных компетенций, формированию потребности в самообразовании. Главное не просто изучить материал дисциплины, а научиться эффективно учиться. Это означает, что за период обучения необходимо выработать такую технику учебной познавательной деятельности, которая позволит полностью освоить материалы программы обучения, а в процессе активной профессиональной деятельности заниматься самосовершенствованием.

Данные методические рекомендации составлены в помощь обучающимся при организации, управлении учебной деятельностью и обеспечении эффективности их работы в процессе изучения дисциплины. Для этого в пособии представлены рекомендации по организации, планированию и контролю различных видов учебной деятельности: конспектированию лекций, работе на практических и лабораторных занятиях, изучению вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение, выполнению реферата, подготовке к экзамену и т.д., которые позволят обучающимся качественно организовать свою работу, сообразуясь со своим внутренним ритмом, и тем самым добиться максимальных успехов.

1. Цели и задачи курса «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»

Целью освоения дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» является формирование теоретической основы для профессиональной подготовки специалиста в области техносферной безопасности путем овладения знаниями физических и химических основ процессов возникновения и тушения пожаров в условиях современной высокотехнологичной среды и умениями прогнозировать их развитие в зависимости от различных условий, а также приобретение навыков практического использования полученных знаний для изучения, анализа и профилактики пожаров.

Для достижения данной цели предусматривается решение следующих основных задач:

– формирование основных представлений о физико-химической природе процессов, приводящих к возникновению пожаров;

– изучение физико-химических основ возникновения, развития и тушения пожаров в условиях техносферы;

– развитие способности к познавательной деятельности и умения анализировать полученный результат;

– формирование навыков применения знаний физической химии при решении профессиональных задач;

– развитие способности к прогнозированию возможного развития чрезвычайной ситуации.

Изучение данной дисциплины направлено на формирование следующих компетенций (табл. 1):

Таблица 1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Результат освоения образовательной программы	Содержание компетенции	Результат обучения по дисциплине
1	2	3
РО-2.1: Способность использовать научные знания и методологию для решения профессиональных задач, в том числе с применением современных информационных технологий	ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей	Знать: основы высшей математики, физики, химии, электротехники, вычислительной техники и программирования. Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования; учитывать современные тенденции

1	2	3
РО-2.1: Способность использовать научные знания и методологию для решения профессиональных задач, в том числе с применением современных информационных технологий	среды и обеспечением безопасности человека	развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	ПК-1: Способен понимать основные закономерности процессов 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	Знать: основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения; особенности динамики пожаров, механизмы действия, номенклатуру и способы применения огнетушащих веществ и составов. Уметь: определять показатели пожаровзрывоопасности, токсичности, дымообразующей способности веществ и материалов, навыками оценки эффективности огнетушащих составов. Владеть: методами анализа пожарной опасности и обеспечения пожарной безопасности технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами и определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
РО-3.1: Способность осуществлять деятельность по обеспечению противопожарного режима и выполнению требований пожарной безопасности на предприятии или в организации	ОПК-2. Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления	Знать: основные подходы к обеспечению безопасности социально-экономических и организационно-технических систем, правовую и нормативно-техническую документацию по охране труда, промышленной безопасности, охране окружающей среды. Уметь: производить оценку обеспечения безопасности человека и окружающей среды исходя из уровня допустимого риска.

		Владеть: навыками выбора методов и/или средств обеспечения безопасности человека и окружающей среды, отвечающих требованиям в области обеспечения безопасности, снижения рисков, в том числе в области минимизации вторичных негативных воздействий
РО-3.1: Способность осуществлять деятельность по обеспечению противопожарного режима и выполнению требований пожарной безопасности на предприятии или в организации	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	Знать: методик прогнозирования характера и размеров зон воздействия опасных факторов и их сопутствующих проявлений на основе законов теплофизики и термодинамики. Уметь: применять действующие расчетные и экспериментальные методики. Владеть: навыками анализа пожарной опасности и обоснованного выбора известных устройств, систем и методов защиты человека и окружающей среды от негативных воздействий опасных факторов пожаров

В курсе «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» используются элементы математического анализа, прикладные компьютерные программы, а также различные физико-химические методы исследования. Поэтому для успешного освоения дисциплины обучаемые должны владеть основами высшей математики, физики и информационных технологий в объеме вузовской программы, а также быть знакомыми с разделами общей и органической химии, удовлетворительно усвоить программу дисциплины «Теория горения и взрыва».

Знания, получаемые при изучении дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» необходимы для дальнейшего успешного освоения профессиональных дисциплин и написания выпускной аттестационной работы. Данная дисциплина выступает в качестве теоретической базы для изучения других специальных курсов, таких, как «Прогнозирование опасных факторов пожара», «Пожарная тактика», «Производственная и пожарная автоматика», «Пожарная безопасность в строительстве», «Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре», «Пожарная безопасность технологических процессов», «Экспертиза пожаров».

Материал дисциплины предназначен показать будущим сотрудникам и работникам МЧС, как следует применять теоретические знания специальной химии при решении профессиональных задач различной сложности, научить обучающихся вдумчиво относиться к полученным расчётным и опытным данным, правильно применять уже известные и новые формулы и уравнения.

Прежде чем приступить к изучению дисциплины в контексте компетентностного подхода, к усвоению знаний: «знать, уметь, владеть», необходимо ознакомится с общими методическими рекомендациями.

В соответствии с рабочими учебными планами на изучение дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» в рамках среднего профессионального образования отводится следующее количество часов:

Максимальная учебная нагрузка	144 ч.
Аудиторная учебная работа (обязательные учебные занятия)	80,35 ч.
в том числе:	
- лекционные занятия	30 ч.
- практические занятия	24 ч.
- контрольная работа	2 ч.
- лабораторные занятия	20 ч.
- КСР	2 ч.
Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа	63,65 ч.
Промежуточная аттестация (экзамен)	2,35 ч.

Обучение осуществляется в течение одного (5-го) семестра.

В рамках изучения дисциплины обучаемые должны выполнить следующие письменные работы:

- 1 контрольная работа;
- 5 отчётов по лабораторным работам;
- контроль самостоятельной работы (КСР).

Кроме того, оценивается текущая активность обучаемых во время практических и лабораторных занятий. По возможности текущему контролю знаний также предшествует предварительный входной тестовый контроль знаний на одном из первых практических занятий.

Таким образом, чтобы быть допущенным к экзамену, обучающийся должен успешно пройти все контрольные точки промежуточной аттестации. Экзаменационные билеты обычно содержат три вопроса: два теоретических вопроса и задачу. Эти вопросы являются одновременно основными структурными элементами конспекта лекций и календарно–тематического плана практических занятий.

Основные теоретические положения по изучаемым темам доводятся до обучающихся на лекциях. Часть теоретических вопросов изучается самостоятельно. Теоретические знания закрепляются на практических занятиях путём решения задач по основным разделам курса и при выполнении лабораторных работ. При проведении занятий используются технические

средства обучения, наглядные пособия, раздаточный и демонстрационный материал.

Для самостоятельной проработки учебного материала при подготовке к экзамену, к практическим и лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д. обучающиеся могут воспользоваться многочисленными пособиями, имеющимися в библиотеке института, в том числе и в электронной. Данные пособия указаны в рабочей программе дисциплины и в методических указаниях к различным видам занятий.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умения использовать теоретические знания при выполнении различных практических заданий;
- сформированность общеучебных умений;
- обоснованность и четкость изложения ответа.

Для подготовки к сдаче экзамена рекомендуется в первую очередь воспользоваться конспектом лекций, а также литературой, перечень которой представлен в рабочей программе дисциплины и в п. 5 данных методических указаний.

2. Структура и содержание дисциплины

Структура дисциплины определяется содержанием рабочей программы дисциплины.

Курс «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» включает в себя 2 раздела и 9 основных тем (табл. 2).

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы
1	*2*	*3*
Раздел 1. Пожар как физико-химическое явление. Основные закономерности возникновения и развития пожаров		
1	Тема 1. Понятие пожара и их классификации. Процессы и явления на пожаре	Определение пожара. Процессы и явления, его сопровождающие. Отличие пожара от других видов горения. Пожар как энергетическая система. Опасные факторы пожара. Особенности пожаров в современных условиях. Классификации пожаров и их особенности

1	*2*	*3*
2	Тема 2. Параметры и зоны пожара	Параметры пожара: продолжительность, площадь, температура, теплота, линейная скорость распространения пожара, скорость выгорания горючих веществ, интенсивность газообмена, плотность задымления, коэффициент поверхности горения. Теплота пожара. Расчет основных параметров пожара. Понятие пожарной и горючей нагрузки. Зависимость основных параметров пожара от характеристик горючей нагрузки. Зоны пожара и их основные характеристики.
3	Тема 3. Закономерности процессов тепло- и газообмена на пожаре	Процесс теплообмена пожара с окружающей средой. Механизмы теплообмена на пожаре. Перенос теплоты теплопроводностью. Закон Фурье. Перенос тепла конвекцией. Уравнение Ньютона. Теплоперенос излучением. Формула Стефана-Больцмана. Расчет облученности поверхности горючего материала. Применение основных закономерностей теплопереноса при создании оборудования для фиксации и измерения инфракрасного и теплового излучения при обнаружении пожаров беспилотными летательными аппаратами, роботизированной и авиационной техникой. Роль газообмена на внутреннем пожаре. Закономерности формирования газообмена и его движущая сила. Плоскость равных давлений. Работа проемов, динамический напор. Режимы пожара, регулируемого нагрузкой и вентиляцией. Интенсивность газообмена и её расчет. Коэффициент избытка воздуха, его определение. Определение интенсивности поступления воздуха в помещение.
4	Тема 4. Понятие динамики пожара. Общие закономерности распространения пламени	Понятие динамики пожара. Факторы, влияющие на нее. Общие принципы распространения пламени по твердой поверхности. Влияние ориентации поверхности на скорость распространения пламени. Влияние толщины горючего материала. Влияние плотности, теплоемкости и теплопроводности горючего материала. Влияние геометрии поверхности горючего. Влияний условий окружающей среды. Распространения пламени при объемной пожарной нагрузке. Влияние влажности материала. Влияние материала подложки. Механизм распространения пламени по жидкости. Роль эффекта Марангони в распространении пламени по поверхности жидкости.
5	Тема 5. Развитие внутреннего пожара	Стадии и фазы развития внутреннего пожара. Тепловой баланс внутреннего пожара. Факторы, влияющие на нарастание пожара в закрытом помещении. Условия, необходимые для полного охвата помещения пламенем. Факторы, влияющие на время наступления полного охвата помещения пламенем. Режим полностью развитого пожара. Динамика распространения дыма на внутреннем пожаре. Прогнозирование скорости развития внутреннего пожара. Пути распространения пожара за пределы помещения. Особенности динамики пожаров на транспорте.

1	*2*	*3*
6	Тема 6. Особенности открытых пожаров. Открытые пожары промышленных объектов	Отличительные особенности открытых пожаров. Огненный шторм. Развитие пожаров в городах. Особенности и закономерности пожаров в резервуарах с горючими жидкостями. Вскипание и выброс горящих жидкостей. Условия формирования гомотермического слоя. Особенности пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах. Пожары, связанные с образованием паровых облаков в открытом и замкнутом пространстве. Горение жидких аэрозолей. Пожары и взрывы промышленных пылей. Причины и меры их предупреждения. Загрязнение атмосферы дымовым аэрозолем при крупных пожарах. Применение роботизированной техники для разведки и тушения крупных технологических пожаров.
7	Тема 7. Открытые пожары твердых горючих материалов. Природные пожары	Пожары на складах лесоматериалов. Лесные пожары. Виды лесных пожаров (низовые, верховые пожары) и их динамика. Особенности распространения пламени в лесу. Физико-химические закономерности, лежащие в основе способов раннего обнаружения и тушения лесных пожаров с помощью спутниковой связи, роботизированной и авиационной техники, беспилотных летательных аппаратов. Торфяные пожары и их опасность. Экологический вред лесных и торфяных пожаров. Степные пожары и их опасность.
Раздел 2. Теоретические основы тушения пожаров		
8	Тема 8. Физико-химические механизмы прекращения горения, приемы и способы реализации	Приемы и способы, используемые для тушения пожара с позиций тепловой теории прекращения горения. Тушение пожара как процесс устранения одного из нескольких поддерживающих факторов. Снижение интенсивности тепловыделения (уменьшение концентрации горючего, окислителя, снижение давления, температуры процесса, введение ингибиторов горения). Повышение интенсивности теплоотвода (повышение излучательной способности пламени, коэффициента теплопередачи, экранирование источника зажигания).

1	*2*	*3*
9	Тема 9. Огнетушащие вещества, их свойства и применение	Понятие огнетушащего вещества и их классификации. Физико-химические свойства воды. Смачивание и растекание воды. Тушение пожаров водой, способы повышения эффективности тушения. Пены, их состав, основные свойства. Поверхностно-активные вещества, их применение в качестве пенообразователей и смачивателей. Критическая концентрация мицеллообразования. Явление солюбилизации. Зависимость устойчивости пен от дисперсности и температуры окружающей среды. Особенности применения пен. Инертные газообразные разбавители (азот, диоксид углерода, аргон, водяной пар и др.). Флегматизирующие концентрации. Области применения. Огнетушащие вещества химического торможения процесса горения, их виды, механизм ингибирующего действия. Особенности применения химически активных ингибиторов. Тушение пожаров порошковыми огнетушащими составами. Аэрозольное пожаротушение. Вещества комбинированного действия. Понятие синергетического эффекта. Пути создания новых огнетушащих веществ. Особенности применения огнетушащих веществ различных классов для тушения пожаров крупномасштабных зрелищно-спортивных комплексов, объектов с массовым пребыванием людей. Особенности применения огнетушащих веществ различных классов для тушения пожаров с помощью авиационной техники и робототехнических комплексов.

2.1.Тематика практических занятий

По дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» предусмотрено 24 часа практических занятий (12 практик и 1 контрольная работа) и контроль самостоятельной работы (2 часа) по очной форме обучения.

Таблица 3 – Примерная тематика практических занятий по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»

№ темы	Тема занятия	Трудоемкость, час
1	*2*	*3*
Раздел 1. Пожар как физико-химическое явление. Основные закономерности возникновения и развития пожаров		
2	Определение расчетным путем основных параметров пожара: продолжительность, площадь, температура, теплота, скорость выгорания горючих материалов, удельная пожарная и горючая нагрузка. Расчет уровня жидкости и границы гомотермического слоя	2
3	Процессы тепло- и газообмена на пожаре. Передача теплоты теплопроводностью, конвекцией, излучением.	2
3	Расчет основных характеристик газообмена: интенсивности газообмена, требуемого и фактического расхода воздуха, определение положения плоскости равных давлений	2
4	Расчёт времени воспламенения материалов, расстояний на которых возможно воспламенение от лучистых тепловых потоков	2
5	Расчет площади внутреннего пожара в зависимости от локализации очага возгорания, построение плана и графика развития пожара	4
5	Определение времени полного охвата помещения пламенем. Расчет линейной скорости распространения пожара в помещении	2
	Контрольная работа	2
6	Расчет облученности от факела пламени газового фонтана, определение границ зон теплового воздействия	2
6	Расчет параметров пожаров резервуаров с горючими жидкостями и открытых технологических установок	2

1	*2*	*3*
Раздел 2. Теоретические основы тушения пожаров		
8	Определение температуры потухания индивидуальных веществ и их смесей. Расчет минимальной флегматизирующей концентрации и минимального взрывоопасного содержания кислорода	2
9	Параметры тушения горючих веществ и материалов: расчет параметров тушения водой; определение критической и оптимальной интенсивности подачи противопожарных пен. Расчет удельного расхода и интенсивности подачи огнетушащих веществ. Определение показателя эффективности тушения и коэффициента использования огнетушащих веществ.	4
	КСР	2
	Итого:	28

Практическое занятие (2 часа) посвящено контролю самостоятельной работы (КСР). На данном занятии осуществляется контроль:

- уровня освоения теоретического материала дисциплины, как для самостоятельного изучения, так и материала лекционных занятий;
- знания алгоритма и методик решения задач и умения их использования при решении задач;
- умения поиска информации и подачи материала на заданную тему (доклады и рефераты).

2.2. Тематика лабораторного практикума

Таблица 4 –Примерная тематика лабораторных занятий по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»

№ работы	№ темы	Наименование работы	Трудоемкость, час
Раздел 1. Раздел 1. Пожар как физико-химическое явление. Основные закономерности возникновения и развития пожаров			
1	4	Изучение особенностей динамики распространения пламени по твердой поверхности	4
2	5	Расчет температуры внутреннего пожара методом последовательных приближений	4

3	6	Расчет величин выбросов вредных веществ и продуктов горения в атмосферу в результате открытого пожара на технологической установке	4
Раздел 2. Теоретические основы тушения пожара			
4	9	Дисперсные системы в пожарной практике: определение угла смачивания; увеличение гидрофильности твердой поверхности; определение критической концентрации мицеллообразования пенообразователей огнегасящих пен	4
5	9	Исследование свойств воздушно-механических пен	4
		Итого:	20

В ходе работы на практических и лабораторных занятиях очень важно своевременно и систематически выполнять домашние задания и задания для самоконтроля знаний. Самоконтроль обучающихся обеспечивает функционирование внутренней обратной связи в процессе обучения, получение информации о полноте и качестве изучения программного материала, прочности сформированных умений и навыков, возникших трудностях и недостатках. Самопроверка имеет большое психологическое значение, стимулирует учение. С ее помощью обучающийся реально убеждается в том, как он овладел знаниями, проверяет правильность выполнения упражнений путем обратных действий, оценивает практическую значимость результатов выполненных задач, упражнений, опытов и т.д.

3. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

3.1. Рекомендации для преподавателя

Учебный процесс при преподавании дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями, лабораторными и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы обучающихся в информационной образовательной среде.

Основными формами организации учебного процесса при изучении дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» являются: лекции, практические занятия и лабораторные работы. Лекционный материал должен быть актуальным, носить прикладной характер, излагаться в доступной, логичной форме. Практические занятия должны способствовать

развитию самостоятельного мышления, умения обобщать теоретический материал. Лабораторный практикум должен способствовать формированию умений планирования и самостоятельного выполнения эксперимента, поиска методов исследования для достижения поставленной цели.

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первой лекции лектор обязан предупредить обучающихся, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству обучающихся на самостоятельное изучение материала.

Лекционный материал изучается в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером; проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран. Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории, оснащенной в соответствии с тематикой изучаемого материала.

При проведении лекционных, практических и лабораторных занятий необходимы:

- составление списка литературы, обязательной и дополнительной для изучения материала;
- разработка методики изложения курса: структуры и последовательности подачи материала, составление тестовых заданий, контрольных вопросов;
- разработка методики проведения и совершенствование тематики лабораторных работ; использование в лабораторном практикуме реальных данных и получение имеющих практический смысл результатов;
- разработка методики самостоятельной работы обучающихся;
- привитие обучаемым навыков практического применения методов расчётов и расчетного обоснования предлагаемых решений;
- постоянная корректировка структуры и содержания курса в соответствии с современными научно-практическими достижениями.

Практические занятия проводятся в целях: выработки умений и приобретения навыков решения задач при определении параметров открытых и внутренних пожаров, прогнозирования развития площади пожара, качественного и количественного определения параметров тушения, снижение угроз при тушении пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций, проведении расчетов уровней негативного воздействия излучения на личный состав пожарных и спасателей.

На самостоятельное изучение материала дисциплины выносятся вопросы, являющиеся важными для освоения данной дисциплины, но на которые выделяется недостаточно аудиторного времени. Вопросы, позволяющие контролировать степень усвоения содержания курса «Физико-химические основы развития и тушения пожаров», включены в перечень

вопросов практических, экзамена, либо проверяются преподавателем при текущем контроле и промежуточных аттестациях (контрольные точки), а также при контроле самостоятельной работы.

Наибольший активизирующий эффект на занятиях, направленный на развитие самостоятельности мышления, дают ситуации, в которых обучаемые должны:

- аргументировано отстаивать своё мнение;
- формулировать вопросы своим товарищам и преподавателям;
- оценивать ответы и письменные работы товарищей;
- помогать отстающим;
- находить несколько вариантов решения задач и выбирать из них оптимальный.

Наряду с традиционными формами обучения рекомендуется активно внедрять современные методы и средства обучения, основанные на использовании информационных систем и технологий. Опорной методологией в этом является компьютеризация и информатизация образовательного процесса.

3.2. Рекомендации для обучающихся

Для успешного освоения дисциплины в течение семестра необходимо систематически выполнять следующие виды работ:

- обязательная запись лекций преподавателя (лекция - основное методическое руководство при изучении дисциплины, оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; даются необходимые подходы к изучаемым вопросам);
- подготовка и активная работа на практических и лабораторных занятиях;
- своевременное и качественное выполнение таких видов работ как: самостоятельная и расчетная работы, лабораторная работа;
- проработка материалов лекций, практических и лабораторных работ, рекомендованной учебной литературы при подготовке к сдаче экзамена.

Методические указания по изучению разделов и тем

Введение

Приступая к освоению дисциплины следует уяснить цель, содержание и задачи её изучения, основные направления, этапы и особенности изучения физико-химических основ развития и тушения пожаров. Особо следует отметить вклад российских ученых в становление науки об исследовании и тушении пожаров. Обратить внимание на современное состояние: задачи и перспективы, связь с другими научными направлениями, практическая

значимость для решения специальных задач совершенствования деятельности МЧС России.

Раздел 1. Пожар как физико-химическое явление. Основные закономерности возникновения и развития пожаров

Тема 1. Понятие пожара и их классификации. Процессы и явления на пожаре

При изучении данной темы основное внимание целесообразно уделить рассмотрению процессов, происходящих при пожаре, запомнить основные понятия и определения. Далее следует рассмотреть закономерности развития пожара, запомнить процессы, приводящие к возникновению и распространению пожаров. Важно также ознакомиться наиболее распространенными классификациями пожаров, запомнить классы пожаров и соответствующие им огнетушащие вещества.

Тема 2. Параметры и зоны пожара

Изучение данной темы следует начать с рассмотрения пожара как энергетической системы, параметров и зон пожара, в том числе зон горения, теплового воздействия и задымления.

При изучении данной темы важно получить представление о параметрах пожара и факторах развития процесса горения в различных зонах пожара, освоить порядок их расчета. каждого из видов. Охарактеризуйте и запомните следующие параметры пожара: продолжительность пожара, площадь пожара, температура пожара, скорость распространения пожара, скорость выгорания горючих веществ и материалов, интенсивность газообмена, интенсивность или плотность задымления, теплота пожара.

Следует также четко усвоить понятия пожарной и горючей нагрузки, методики их расчета, различия между понятиями и область их применения. Необходимо уяснить порядок определения пожарной нагрузки как потенциального запаса химической энергии, переходящей в теплоту пожара, и её влияние на все остальные параметры пожара.

Далее необходимо рассмотреть зоны пожара и их основные характеристики, ознакомиться с методами определения границ зон пожара. Следует четко понимать связь динамики параметров пожара с величиной пожарной нагрузки и изменением их в различных зонах пожара.

Тема 3. Закономерности процессов тепло- и газообмена на пожаре

При изучении данной темы основное внимание целесообразно уделить рассмотрению теоретических основ расчета основных параметров и механизмов тепло- и газообмена, а также процессов, происходящих при пожаре.

Изучая процесс теплопередачи, необходимо уяснить ее основные виды: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение и их роль в зависимости от стадии пожара. Далее следует уяснить роль газообмена на внутреннем пожаре, влияние на газообмен величины пожарной нагрузки, вентиляции, а

также закономерности формирования газообмена. Следует запомнить, чем отличаются режимы пожара, регулируемого нагрузкой и вентиляцией и их особенности, условия перехода одного режима в другой.

При подготовке к практическим занятиям следует отработать расчеты основных параметров теплообмена путем теплопроводности и конвекции, расчет облученности поверхности горючего материала, расчет интенсивности газообмена, определение коэффициента избытка воздуха и интенсивности поступления воздуха в помещение.

В заключении самостоятельно разобрать применения основных закономерностей теплопереноса при создании оборудования для фиксации и измерения инфракрасного и теплового излучения при обнаружении пожаров беспилотными летательными аппаратами, роботизированной и авиационной техникой.

Тема 4. Понятие динамики пожара. Общие закономерности распространения пламени

Рассмотрение материала целесообразно начать с особенностей поверхностного распространения пламени, рассмотреть влияние состава смесей, давления, начальной температуры и примесей на скорость распространения пламени. Важно усвоить механизм смесеобразования затопленных струй, понять структуру диффузионного факела пламени и скорость его распространения над различными поверхностями.

Особое внимание необходимо уделить изучению пламен естественных пожаров и их классификации, линейной и массовой скорости выгорания, поверхностного распространения пламени. Кроме того, следует ознакомиться с факторами, влияющими на скорость распространения пламени.

Закончить изучение темы следует рассмотрением особенностей механизма горения жидкостей, особое внимание уделив эффекту Марангони и механизму формирования и распространения пламени над поверхностью жидкости.

Тема 5. Развитие внутреннего пожара

Изучение темы следует начать с рассмотрения основных особенностей динамики внутренних пожаров. Познакомиться с закономерностями теплового баланса и газообмена внутреннего пожара. Затем разобрать и запомнить правила расчета площади пожара и построения плана и графика развития пожара в помещении. Далее рассмотреть режим полностью развитого пожара, условия полного охвате помещения пламенем. Особое внимание следует уделить решению задач и выполнению расчетов.

При подготовке к практическим занятия больше внимания уделить овладению методиками расчета динамики параметров пожара, в том числе с использованием известных компьютерных программ.

В качестве итога изучения раздела рассмотреть особенности и закономерности динамики развития и тушения внутреннего пожара.

Тема 6. Особенности открытых пожаров. Открытые пожары промышленных объектов

Изучение данной темы целесообразно начать с рассмотрения факторов возникновения возгорания на промышленных объектах (источники возгорания, самонагревания, самовозгорания, пламенного горения и тления) и особенностей развития пожаров крупных промышленных объектов.

Условия горения газовых, нефтяных и газонефтяных фонтанов удобнее рассмотреть на примере газовых струй. Обязательно следует разобрать пример расчета основных параметров горения газовых фонтанов и требуемых расходов воды на их тушение.

При освоении процессов горения жидкости (нефтепродуктов) в промышленных резервуарах следует уяснить различие между ее стационарным и нестационарным видами горения. Особое внимание следует обратить на изучение показателей огнеопасности и взрывоопасности нефтепродуктов: температуры вспышки, пределов воспламенения, температуры самовоспламенения. При этом необходимо уяснить механизм протекания таких процессов, как испарение жидкости, распространение пламени по поверхности зеркала жидкости, выгорание жидкости. Важно также изучить вопросы прогрева жидкости в глубину, причину вскипания и выброса жидких нефтепродуктов в процессе горения в резервуарах. Далее следует изучить горение жидких аэрозолей и сжиженных газов.

При рассмотрении особенностей пожаров и взрывов промышленных пылей важно изучить концентрационные пределы воспламенения гибридных смесей и распространения пламени в таких смесях. Кроме того, необходимо усвоить учебный материал по предельно безопасному содержанию воздуха в пылевоздушных смесях. В завершение изучения темы целесообразно ознакомиться с перечнем горючих взрывоопасных пылей и волокон.

Тема 7. Открытые пожары твердых горючих материалов. Природные пожары

После этого целесообразно перейти к изучению процессов горения твердых горючих материалов, в том числе горения неоднородных горючих древесных материалов – складов древесины и лесоматериалов. Далее подробно изучить лесные пожары, пожары торфополей и особенности их тушения. Затем кратко рассмотреть основные особенности пожаров хлебных массивов и степные пожары. В заключении самостоятельно изучить вопрос особенностей организации тушения природных пожаров и противопожарной защиты населенных пунктов.

Раздел 2. Теоретические основы тушения пожара

Тема 8. Физико-химические механизмы прекращения горения, приемы и способы реализации

Начать изучение данной темы следует с повторения основные положений тепловой теории прекращения горения, запомнить критическое

условие прекращения горения. Затем подробно рассмотреть физико-химические механизмы, лежащие в основе практических приемов и способов прекращения горения и их объяснение с позиций тепловой теории. При подготовке к практическим занятиям обязательно отработать расчёты температуры потухания пламени индивидуальных веществ и их смесей, интенсивности подачи и расхода огнетушащего вещества. В заключении следует рассмотреть и запомнить параметры процесса прекращения горения на пожарах и принципы их оптимизации.

Тема 9. Огнетушащие вещества, их свойства и применение

Начать изучение темы необходимо с вопроса классификации огнетушащих веществ: в зависимости от вида горючего, способа применения и ряда других факторов. Затем познакомиться с понятиями поверхностного и объемного тушения, требованиями к огнетушащим веществам и механизмами их огнегасящего действия, изучить и запомнить. номенклатуру, способы применения и механизм действия огнетушащих составов. Далее рассмотреть основные свойства и особенности применения наиболее распространенных огнетушащих веществ.

Механизм прекращения процесса горения и использования тех или иных огнетушащих средств в значительной степени зависит от вида и режима горения, окружающих условий, агрегатного состояния горючего вещества и т.д., поэтому при ознакомлении с материалом данной темы следует тщательно изучить физико-химические свойства и механизмы прекращения горения водой, пеной, порошковыми огнетушащими составами, нейтральными газами, химически активными ингибиторами и аэрозолями.

При подготовке к практическим занятиям обратить внимание на формирование умений и навыков расчета параметров прекращения горения различными огнетушащими веществами, выбора оптимальных способов их подачи в зону горения.

В заключении следует проанализировать основные принципы создания новых комбинированных огнетушащих составов, а также самостоятельно ознакомиться с особенностями применения огнетушащих веществ различных классов для тушения пожаров крупномасштабных зрелищно-спортивных комплексов, объектов с массовым пребыванием людей, для тушения пожаров с помощью авиационной техники и робототехнических комплексов.

3.2.1. Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение

Раздел 1. Пожар как физико-химическое явление. Основные закономерности возникновения и развития пожаров

Тема 1. Понятие пожара и их классификации. Процессы и явления на пожаре

1. Классификация источников и природа пожарной опасности.
2. Опасные факторы пожара.
3. Химические реакции с участием сильных окислителей и восстановителей.

Тема 2. Параметры и зоны пожара

4. Зависимость основных параметров пожара от характеристик пожарной нагрузки.
5. Определение границ зон пожара.

Тема 3. Закономерности процессов тепло- и газообмена на пожаре.

6. Зависимость теплоемкости и теплоты реакции горения от температуры.
7. Зависимость теплопередачи при конвекции от различных факторов.
8. Применение основных закономерностей теплопереноса при создании оборудования для фиксации и измерения инфракрасного и теплового излучения при обнаружении пожаров беспилотными летательными аппаратами, роботизированной и авиационной техникой.
9. Понятие проемности помещения.

Тема 4. Понятие динамики пожара. Общие закономерности распространения пламени

10. Влияние материала подложки и условий окружающей среды на скорость распространения пламени по твердым поверхностям.
11. Распространение пламени при объемной пожарной нагрузке.

Тема 5. Развитие внутреннего пожара

12. Факторы, влияющие на нарастание пожара в закрытом помещении
13. Динамика распространения дыма на внутреннем пожаре.
14. Прогнозирование скорости развития внутреннего пожара.
15. Особенности развития пожаров в зданиях повышенной этажности.
16. Пожары в подземных транспортных сооружениях.

Тема 6. Особенности открытых пожаров. Открытые пожары промышленных объектов

17. Условия образования гомотермального слоя.
18. Загрязнение атмосферы дымовым аэрозолем при крупных пожарах.
19. Огненный шторм. Развитие пожаров в городах.
20. Изменение состояния жидкостей и газов при изменении объема.
21. Физико-химические процессы, приводящие к пожарам с токсическими выбросами и опасностью радиоактивного заражения.
22. Опасность физико-химических процессов, протекающих при развитии пожаров на предприятиях пищевой, химической и атомной промышленности.
23. Причины пожаров и взрывов промышленных пылей и методы их предупреждения.

Тема 7. Открытые пожары твердых горючих материалов. Природные пожары

24. Способы раннего обнаружения лесных пожаров (спутниковое наблюдение, беспилотные летательные аппараты и др.)
25. Экологический вред лесных и торфяных пожаров.

Раздел 2. Теоретические основы тушения пожара

Тема 8. Физико-химические механизмы прекращения горения, приемы и способы реализации

26. Тушение пожара как процесс устранения одного или нескольких поддерживающих факторов
27. Основные механизмы, приемы и способы прекращения горения с позиций тепловой теории.

Тема 9. Огнетушащие вещества, их свойства и применение

28. Зависимость устойчивости пен от различных факторов.
29. Особенности применения огнетушащих веществ в условиях низких температур.
30. Пути создания новых огнетушащих веществ для тушения особо опасных техногенных объектов и крупномасштабных ЧС.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

По окончании семестра по названной дисциплине предусмотрен экзамен в устной форме. Экзамен является итоговым контролем и имеет целью проверить учебную работу обучающихся, уровень полученных ими знаний и умение применять их при решении профессиональных практических задач.

Допуск обучающегося к итоговой семестровой аттестации осуществляется по итогам его текущей работы в семестре. Основными видами текущего контроля являются: сдача коллоквиумов, решение задач в проверочных и контрольной работах, выполнение лабораторных работ, работа на практических занятиях. Критериями оптимального усвоения знаний, умений и навыков при проведении промежуточной аттестации обучающихся (при завершении этапа формирования компетенций) являются объем, системность, осмысленность, прочность и действенность знаний обучающихся.

В каждом экзаменационном билете формулируются два теоретических вопроса и одна задача. Вопросы к промежуточной аттестации приводятся в данных методических указаниях. Задачи к билетам подбираются аналогичные тем задачам, которые решались на практических занятиях, предлагались для самостоятельной работы и на аудиторных контрольных работах.

Для самостоятельной подготовки к экзамену, к практическим занятиям, коллоквиумам и выполнению контрольных работ обучающиеся могут воспользоваться многочисленными пособиями, в которых приводятся образцы решения задач. Данные пособия указаны в рабочей программе дисциплины и в методических указаниях к практическим занятиям. Здесь же укажем рекомендуемое в качестве основной литературы пособие: *Гайнуллина, Е. В., Кондратьева М. Л., Кокшаров А. В.* и др. «Физико-химические основы развития и тушения пожаров : учебное пособие» 2021 г. Для подготовки по теоретической части курса рекомендуется воспользоваться

конспектом лекций, а также учебником Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Пазникова С.Н. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учебник – Екатеринбург. УрО РАН, 2013. – 304 с. Кроме того, можно пользоваться дополнительной литературой, перечень которой представлен в рабочей программе дисциплины и в приложении 1 данных методических указаний рекомендаций.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

Раздел 1. Пожар как физико-химическое явление. Основные закономерности возникновения и развития пожаров.

Тема 1. Понятие пожара и их классификации. Процессы и явления на пожаре.

1. Определение пожара как физико-химического явления и его отличительные особенности в современных условиях.
2. Процессы, лежащие в основе любого пожара.
3. Классификации горючих веществ и материалов.
4. Классификации пожаров.

Тема 2. Параметры и зоны пожара.

5. Основные зоны пожара.
6. Параметры пожара: продолжительность, площадь, температура, теплота, линейная скорость распространения пожара, скорость выгорания горючих материалов, интенсивность газообмена, плотность задымления.
7. Понятие пожарной и горючей нагрузки, ее влияние на параметры пожара.
8. Коэффициент поверхности горения и его влияние на развитие пожара.

Тема 3. Закономерности процессов тепло- и газообмена на пожаре.

9. Выделение тепла на пожаре. Элементы химической термодинамики процесса горения.
10. Перенос теплоты теплопроводностью. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
11. Перенос тепла конвекцией. Уравнение Ньютона. Зависимость теплопередачи при конвекции от различных факторов.
12. Теплоперенос излучением. Формула Стефана-Больцмана. Расчет облученности поверхности горючего материала. Понятие степени черноты.
13. Понятие газообмена и его основные закономерности на внутреннем пожаре.
14. Плоскость равных давлений.
15. Пожар, регулируемый нагрузкой и вентиляцией.
16. Коэффициент избытка воздуха, его определение.

Тема 4. Понятие динамики пожара. Общие закономерности распространения пламени.

17. Понятие динамики пожара и факторы, влияющие на нее.
18. Тепловой режим пожара.

19. Общие принципы распространения пламени по твердой поверхности: влияние ориентации поверхности, толщины, плотности, теплоемкости и теплопроводности, влажности, геометрии поверхности горючего материала, условий окружающей среды на скорость распространения пламени.

20. Механизм распространения пламени по жидкости.

Тема 5. Развитие внутреннего пожара.

21. Стадии и фазы развития внутреннего пожара.

22. Тепловой баланс внутреннего пожара.

23. Факторы, влияющие на нарастание пожара в закрытом помещении.

24. Условия, необходимые для полного охвата помещения пламенем.

25. Прогнозирование скорости развития внутреннего пожара.

26. Режим полностью развитого пожара.

27. Динамика распространения дыма на внутреннем пожаре.

28. Пути распространения пожара за пределы помещения.

29. Особенности динамики пожаров на наземном транспорте.

30. Пожары в подземных транспортных сооружениях.

Тема 6. Особенности открытых пожаров. Открытые пожары промышленных объектов.

1. Отличительные особенности открытых пожаров.
2. Особенности и закономерности пожаров в резервуарах с горючими жидкостями.
3. Особенности пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах.
4. Поведение жидкостей и сжиженных газов и потеря герметичности.
5. Объемные взрывы.
6. Пожары и взрывы промышленных пылей.
7. Опасности, связанные с образованием паровых облаков в открытом и замкнутом пространстве.
8. Горение жидких аэрозолей.
9. Загрязнение атмосферы дымовым аэрозолем при крупных пожарах.
10. Понятие огневого шторма, условия его возникновения.

Тема 7. Открытые пожары твердых горючих материалов. Природные пожары.

11. Пожары на складах лесоматериалов.
12. Лесные пожары, их виды и особенности.
13. Торфяные пожары и особенности их тушения.
14. Степные пожары, их опасность.
15. Экологический вред лесных и торфяных пожаров.

Раздел 2. Теоретические основы тушения пожаров.

Тема 8. Физико-химические механизмы прекращения горения, приемы и способы реализации.

16. Тепловая теория прекращения горения.

17. Тушение пожара как процесс устранения одного из нескольких поддерживающих факторов.

18. Основные механизмы, приемы и способы, используемые для прекращения горения: снижение интенсивности тепловыделения (уменьшение концентрации горючего, окислителя, снижение давления, температуры процесса, введении ингибиторов горения) и повышение интенсивности теплоотвода (повышение излучательной способности пламени, коэффициента теплопередачи, экранирование источника зажигания).

19. Основные параметры прекращения горения на пожаре: интенсивность подачи огнетушащих средств, удельный расход, показатель интенсивности тушения.

Тема 9. Огнетушащие вещества, их свойства применение.

20. Понятие огнетушащего вещества. Классификации огнетушащих веществ.

21. Поверхностное и объемное тушение.

22. Физико-химические свойства воды как огнетушащего вещества.

23. Особенности тушения пожаров водой, способы повышения эффективности тушения.

24. Смачивание и растекание жидкостей. Угол смачивания.

25. Тушение пожаров водой, способы повышения эффективности тушения.

26. Противопожарные пены, их состав, зависимость устойчивости от дисперсности и температуры окружающей среды.

27. Поверхностно-активные вещества, их применение в качестве смачивателей и пенообразователей.

28. Критическая концентрация мицеллообразования. Явление солюбилизации.

29. Свойства пен. Особенности тушения пожаров пенами.

30. Тушение пожаров инертными газообразными разбавителями (азот, диоксид углерода, аргон, водяной пар и др.). Области применения.

31. Огнетушащие вещества химического торможения процесса горения, их виды, механизм ингибирующего действия.

32. Особенности применения ингибиторов, их расход.

33. Тушение пожаров порошковыми огнетушащими составами, их свойства, рецептура, области применения.

34. Аэрозольное пожаротушение.

35. Вещества комбинированного действия.

36. Понятие синергетического эффекта. Пути создания новых огнетушащих веществ.

Тематика заданий и задач, выносимых на экзамен:

1. расчет основных параметров пожара, пожарной и горючей нагрузки;

2. расчет потоков тепла, обусловленных теплопроводностью, конвекцией, излучением;

3. расчет расхода воздуха через дверной проем;

4. определение остаточной концентрации кислорода в продуктах горения;

5. определение положения нейтральной зоны по высоте проема относительно его нижней отметки;

6. расчет облученности поверхности горючего материала;

7. расчет пределов воспламенения газообразных и жидких горючих веществ;

8. определение расхода жидкости при утечке из отверстия;

9. расчет периода индукции твёрдых материалов различной толщины;

10. расчет основных параметров пожара жидкости в резервуаре;

11. расчет интенсивности подачи воды, требуемой для прекращения пламенного горения и охлаждения;

12. определение критической и оптимальной интенсивности подачи раствора пенообразователя;

13. определение расходов и интенсивности подачи огнетушащих веществ;

14. расчет показателя эффективности тушения и коэффициента использования огнетушащих веществ.

Примерный вариант билета

ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России»	Билет № … Кафедра химии и процессов горения Дисциплина ФХОРиТП	Утверждаю Начальник кафедры _____ «___» _____2021 г.
1. Горение жидких аэрозолей. ***2.*** Тушение пожаров веществами комбинированного действия. ***3.*** Какова температура пламени очага пожара штабеля древесины площадью 10 м^2, если на расстоянии 10 м облученность от него составляет 7000 Вт. Степень черноты пламени 0,8; температура окружающей среды 25^{o}С.		

5.

5. Информационное обеспечение обучения

1. Основная литература

1. Адамян, В. Л. Физико-химические основы развития и тушения пожаров : учебное пособие / В. Л. Адамян. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-3207-3. — Текст : электронный // Лань : ЭБС. — URL: https://e.lanbook.com/book/169199.

2. Гайнуллина, Е. В. Сборник задач по курсу «Физико-химические основы пожароопасных процессов в техносфере» [Текст] : учебное пособие / Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 173 с.
3. Гайнуллина, Е. В. Пожаровзрывоопасные процессы в техносфере [Текст] : учебное пособие. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Е. В. Гайнуллина, А. В. Кокшаров, Н. Ю. Добрынина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 123 с.
4. Марков, В. Ф. Физико-химические основы развития и тушения пожаров [Текст] : учебник / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, С. Н. Пазникова. – Екатеринбург : УрО РАН, 2013. – 305 с.

2. Дополнительная литература

1. Гайнуллина, Е. В. Расчет основных характеристик техногенной аварии, сопровождающейся горением газовых и газонефтяных фонтанов [Текст] : учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Физико-химические основы пожароопасных процессов в техносфере» Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / авт.-сост. Е. В. Гайнуллина, Н. Ю. Добрынина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 41 с.
2. Гайнуллина, Е. В. «Физико-химические основы пожароопасных процессов в техносфере» [Электронный ресурс] : Курс лекций. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата) / Е. В. Гайнуллина, Н. Ю. Добрынина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 163 с. – Режим доступа: http: //10.97.170.7.
3. Гайнуллина Е. В. Определение основных параметров динамики развития и тушения внутреннего пожара [Электронный ресурс] : Учебное пособие Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / авт.-сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 84 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
4. Физико-химические основы пожароопасных процессов в техносфере. Практикум : Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата) [Текст] / : учебное пособие, сост. Е. В. Гайнуллина – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 96 с.
5. Теребнев, В. В. Пожаротушение на объектах добычи, переработки и хранения горючих жидкостей и газов [Текст] / В. В. Теребнев, Н. С. Артемьев, А. В. Подгрушный, Д. В. Тараканов. – Екатеринбург : Калан, 2009. – 244 с.
6. Марков, В. Ф. Дисперсные системы в пожарной практике [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, А. А. Францев. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. – 226 с.

7. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : \\172.16.1.12\GarantClient\garant.exe.
8. Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : \\172.16.1.12\GarantClient\garant.exe.
9. Приказ МЧС Росси от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : \\172.16.1.12\GarantClient\garant.exe.
10. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : \\172.16.1.12\GarantClient\garant.exe.
11. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http: \\172.16.1.12\GarantClient\garant.exe.

3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000 – Режим доступа: http://eLibrary.ru.
2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. – Москва. 2010. – Режим доступа: http://e.lanbook.com.
3. Znanium.com [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства Инфра-М и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. – Режим доступа: http://znanium.com.
4. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, периодических изданий. – Режим доступа: http://www.rbc.ru.
5. Сайт Охрана труда и промышленная безопасность, http://alf-center.com.
6. Информационно-образовательный ресурс по безопасности жизнедеятельности, http://bgdudsu.ru.
7. Электронный журнал «Без аварий и травм», http://econavt.ru/bait.

8. Сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, http://www.mchs.gov.ru.
9. Сайт Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны, http://www.vniipo.ru.

4. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Портал Электронная библиотека: диссертации - http://diss.rsl.ru/?menu=disscatalog/.
2. Портал научной электронной библиотеки - http://elibrary.ru/defaultx.asp.
3. Российский портал открытого образования - http://www.openet.ru/University.nsf/.
4. Сайт Российской Академии Наук. - Режим доступа: http://www.ras.ru/sciencestructure.aspx.
5. Федеральный портал «Российское образование» - http://www.edu.ru.
6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов - http://fcior.edu.ru.
7. Федеральный интернет-портал "Нанотехнологии и наноматериалы" - www.portalnano.ru.
8. Федеральная университетская компьютерная сеть России - http://www.runnet.ru/res/.

5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Офисный пакет Microsoft Office.
2. Операционная система Windows.
3. Программа по расчету среднеобъемной температуры на внутреннем пожаре в редакторе Microsoft Exell.
4. Программа по расчету величины выброса дымового аэрозоля в атмосферу при пожаре в редакторе Microsoft Exell.
5. Информационно-справочная система «Гарант».