



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»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ
И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ»**

Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза
(уровень специалитета)

Екатеринбург
2021

Методические рекомендации для подготовки к экзамену по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» [Электронный ресурс]: Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза (уровень специалитета) / сост. Е.В. Гайнуллина – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 19 с.

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

Приведены рекомендации для подготовки к экзамену по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров». Описывается порядок проведения и система оценки знаний на экзамене. Представлен перечень вопросов и задач по дисциплине, которые используются при составлении билетов. Приведен пример ответа на билет. Рекомендации дополнены списком литературы по дисциплине. Рекомендуются обучающимся по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза (уровень специалитета) при изучении дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров».

© ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2021

© Кафедра химии и процессов горения, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Система контроля знаний по дисциплине	5
2. Порядок проведения экзамена. Система оценки знаний обучающихся ...	7
2.1. Критерии оценки ответа и порядок проведения экзамена	7
3. Перечень вопросов для самостоятельной подготовки	8
3.1. Перечень вопросов для подготовки к экзамену	8
3.2. Тематика заданий и задач, выносимых на экзамен	11
4. Список рекомендуемой литературы	12
5. Рекомендации по подготовке	15
5.1. Пример ответа на экзаменационный билет	16

ВВЕДЕНИЕ

Целями освоения дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» являются:

- овладение знаниями физических и химических основ процессов возникновения и тушения пожаров, а также прогнозирования их развития в зависимости от различных условий;
- приобретение навыков практического использования фундаментальных представлений и законов химической термодинамики и кинетики, теории тепло- и массообмена, физикохимии дисперсного состояния для изучения и анализа пожаров, освоения основ обработки и интерпретации экспериментальных данных, правильного представления получаемых результатов;
- формирование теоретической основы для профессиональной подготовки специалиста в области пожарно-криминалистической экспертизы.

Структура курса такова, что по окончании его изучения учащиеся должны получить представление об основных законах и теориях современной науки, изучающей процессы возникновения, развития и тушения пожаров в современных условиях, а также овладеть методиками прикладных пожарно-технических расчетов и основами лабораторных исследований и экспертиз в данной области. Полученные знания необходимы сотрудникам, работающим в сфере пожарно-криминалистической экспертизы, для успешного решения сложных задач расследования причин возникновения пожаров, реконструкции уже произошедших событий и профилактики новых возгораний.

Организационными формами изучения курса являются лекционные, практические и лабораторные занятия, выполнение и защита курсовой работы, самостоятельная проработка материала, рекомендуемого преподавателем, а также индивидуальная работа преподавателей с обучаемыми.

При подготовке к сдаче экзамена по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» важная роль принадлежит умению обучаемых эффективно организовать самостоятельную работу, в ходе которой дорабатываются вопросы, рассмотренные на лекциях, происходит ознакомление с литературой, нормативными документами, справочными пособиями, указанными в методических рекомендациях, а также проводится повторение основных методик решения задач. Данное методическое пособие составлено в помощь обучающимся при подготовке к промежуточной аттестации и содержит конкретные методические указания, направленные на организацию их самостоятельной работы на завершающем этапе изучения дисциплины.

1. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» изучается на III курсе в 5-м семестре. По окончании обучения по названной дисциплине предусмотрен экзамен. Экзамен как форма итогового контроля является неотъемлемой частью учебного процесса, естественным его завершением. Подготовка к промежуточной аттестации содействует обобщению и закреплению знаний, приведению их в стройную систему, устранению имеющихся пробелов. Аттестация дисциплинирует обучающихся, приучает владеть собой, учит выражать свои мысли, вести дискуссию – все это необходимо человеку для его последующей деятельности.

Экзамен является итоговым контролем по дисциплине в целом и имеет целью проверить учебную работу обучающихся, уровень полученных ими знаний и умение применять их при решении профессиональных практических задач.

Количество квалификационных заданий готовится не менее чем на 15% больше числа обучающихся в учебной группе, а их содержание охватывает весь пройденный материал.

Допуск обучающихся к промежуточной аттестации осуществляется по итогам его текущей работы в семестре. Основными видами текущего контроля являются: выборочный опрос перед лекцией и при допуске к лабораторным занятиям, фронтальный теоретический или расчетный контроль на практических и лабораторных занятиях, индивидуальная работа на практических занятиях и защита курсовой работы.

К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все требования учебной программы по дисциплине: все предусмотренные планом лабораторные, проверочные и контрольную работы и защитившие курсовую работу. Кроме того, для допуска к экзамену необходимо выполнить задания, выдаваемые для самостоятельной работы на практических занятиях.

Задания для самостоятельной работы (домашние контрольные работы) задаются обучающимся во время проведения занятий по следующим темам:

1. Тема №2 «Параметры и зоны пожара», тема №3 «Закономерности процессов тепло- и газообмена на пожаре», тема №5 «Дисперсное состояние веществ и особенности их поведения»
2. Тема №6 «Развитие внутреннего пожара», тема №7 «Особенности открытых пожаров. Открытые пожары промышленных объектов», тема №9 «Физико-химические механизмы прекращения горения, приемы и способы их реализации».

При выполнении данных заданий следует во время консультаций предъявлять решения на проверку преподавателю с целью разбора ошибок и объяснения преподавателем правильного решения.

Аудиторная контрольная работа проводится в часы практических занятий и включает в себя задачи по разделу №1 следующей тематики: расчет основных параметров пожара; тепловой баланс пожара; расчет основных параметров теплопередачи по механизму теплопроводности, конвекции и излучения.

Итоговая семестровая аттестация проводится по экзаменационным билетам в устной форме. 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., Кокишаров А. В. и др. «Физико-химические основы развития и тушения пожаров : учебное пособие» 2021 г.*

Для подготовки к сдаче экзамена 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», 2013 г.* Кроме того, можно пользоваться дополнительной литературой, перечень которой представлен в рабочей программе дисциплины и в разделе 4 данных методических указаний.

Для проведения экзамена на кафедре разрабатываются следующие материалы:

- учебно-методическая документация;
- билеты для проведения экзамена;
- программные вопросы для подготовки к экзамену.

В аудитории, где проводится экзамен, должны находиться следующие документы и материалы:

- учебно-методическая документация по проведению экзамена;
- билеты для проведения экзамена;
- средства материального обеспечения и справочные материалы, разрешенные для использования на экзамене согласно Перечню, приведенному в материалах для проведения экзамена.

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА. СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Критерии оценки ответа и порядок проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме и включает в себя выполнение двух теоретических вопросов для проверки усвоения знаний лекционного материала курса, а также решение комбинированной задачи для контроля практических умений и навыков выполнения инженерно-технических расчетов.

Оценка знаний и умений обучающихся, а также степени сформированности у них необходимых компетенций на основании результатов экзаменационных испытаний проводится по пятибалльной системе.

Отметка «отлично» ставится обучающемуся в том случае, если теоретические вопросы изложены в полном объеме, грамотным научным языком; практическое задание (задача) решено правильно, допускаются неточности в арифметических расчетах, не влияющие на конечный результат и не искажающие его смысл. На дополнительные вопросы преподавателя получены верные, исчерпывающие ответы.

Отметка «хорошо» ставится обучающемуся в том случае, если теоретические вопросы в целом раскрыты, допускаются неточности в формулировках, не искажающие суть излагаемого вопроса; практические задания решены полностью, при этом возможны неточности в арифметических расчетах, не влияющие на конечный результат и не искажающие его смысл. На дополнительные вопросы преподавателя получены верные, исчерпывающие ответы.

Отметка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, если теоретические вопросы раскрыты недостаточно либо имеются существенные неточности при их изложении; практическое задание может быть выполнено не в полном объеме или со значительными недочетами, ошибками в записи формул и уравнений, грубыми арифметическими ошибками, искажающими смысл полученного результата. На дополнительные вопросы отвечает с затруднением, путается в формулировках и выводах.

Отметка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, неграмотно и неточно формулирующему материал и не умеющему применять полученные знания на практике (при решении практических заданий и задач); практические задания могут быть не выполнены или выполнены не в полном объеме, со значительными недочетами, ошибками в записи формул и уравнений, грубыми арифметическими ошибками, искажающими смысл полученного результата. На дополнительные вопросы преподавателя ответить не может.

План проведения экзамена

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 экзамену, проверяется внешний вид обучающихся.

Обучающиеся берут экзаменационные билеты и бумагу для выполнения заданий и приступают к выполнению зачетного задания. На подготовку отводится 40 минут. Затем преподаватель собирает работы и приступает к опросу. Для ответа на каждый из устных вопросов билета отводится не более 3-5 минут. Преподаватель проверяет выполнение практического задания (задачи). После ответов на дополнительные вопросы преподавателя выставляется итоговая оценка.

Обучающийся, не сдавший экзамен, может быть допущен к повторной сдаче экзамена в период, предусмотренный для пересдачи.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

3.1. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

Раздел 1. Пожар как физико-химическое явление. Его основные характеристики.

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. Определение процесса горения и его особенности.
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. Закон Гесса и его следствия. Понятие удельной теплоемкости. Закон Кирхгофа.

11. Перенос теплоты теплопроводностью. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
12. Перенос тепла конвекцией. Уравнение Ньютона. Зависимость теплопередачи при конвекции от различных факторов.
13. Теплоперенос излучением. Формула Стефана-Больцмана. Расчет облученности поверхности горючего материала. Понятие степени черноты.
14. Понятие газообмена и его основные закономерности на внутреннем пожаре.
15. Плоскость равных давлений. Понятие проемности помещения. Определение интенсивности поступления воздуха в помещение.
16. Коэффициент избытка воздуха, его определение.

Раздел 2. Основные закономерности возникновения и развития пожаров.

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. Дисперсное состояние веществ и особенности их поведения

21. Понятие дисперсности и поверхностного натяжения. Классификация дисперсных систем.
22. Влияние дисперсности на реакционную способность, теплоту фазового перехода, константу равновесия химической реакции горения.
23. Поверхностно-активные вещества, их строение и классификация.
24. Критическая концентрация мицеллообразования. Явление солюбилизации.
25. Смачивание и растекание жидкостей. Угол смачивания.
26. Основные виды дисперсных систем: пены, эмульсии, аэрозоли, порошки.

Тема 6. Развитие внутреннего пожара.

27. Стадии и фазы развития внутреннего пожара.
28. Тепловой баланс внутреннего пожара.
29. Факторы, влияющие на нарастание пожара в закрытом помещении.
30. Условия, необходимые для полного охвата помещения пламенем.
31. Прогнозирование скорости развития внутреннего пожара.
32. Режим полностью развитого пожара.

- 33. Динамика распространения дыма на внутреннем пожаре. Пути распространения пожара за пределы помещения.
- 34. Особенности динамики пожаров на транспорте.

Тема 7. Особенности открытых пожаров. Открытые пожары промышленных объектов.

- 35. Отличительные особенности открытых пожаров.
- 36. Особенности и закономерности пожаров в резервуарах с горючими жидкостями.
- 37. Особенности пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах.
- 38. Поведение жидкостей и сжиженных газов и потеря герметичности.
- 39. Объемные взрывы.
- 40. Пожары и взрывы промышленных пылей.
- 41. Опасности, связанные с образованием паровых облаков в открытом и замкнутом пространстве.
- 42. Горение жидких аэрозолей.
- 43. Загрязнение атмосферы дымовым аэрозолем при крупных пожарах.
- 44. Понятие огневого шторма, условия его возникновения.

Тема 8. Открытые пожары твердых горючих материалов. Природные пожары

- 45. Пожары на складах лесоматериалов.
- 46. Лесные пожары, их виды и особенности.
- 47. Торфяные пожары и особенности их тушения.
- 48. Степные пожары, их опасность.
- 49. Экологический вред лесных и торфяных пожаров.

Раздел 3. Теоретические основы тушения пожаров.

Тема 9. Физико-химические механизмы прекращения горения, приемы и способы реализации.

- 50. Тепловая теория прекращения горения.
- 51. Тушение пожара как процесс устранения одного из нескольких поддерживающих факторов.
- 52. 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).

Тема 10. Огнетушащие вещества, их свойства применение.

- 53. Понятие огнетушащего вещества. Классификации огнетушащих веществ.
- 54. Физико-химические свойства воды как огнетушащего вещества.
- 55. Тушение пожаров водой, способы повышения эффективности тушения.

56. Противопожарные пены, их состав, зависимость устойчивости от дисперсности и температуры окружающей среды.
57. Свойства пен. Особенности тушения пожаров пенами.
58. Тушение пожаров инертными газообразными разбавителями (азот, диоксид углерода, аргон, водяной пар и др.). Области применения.
59. Огнетушащие вещества химического торможения процесса горения, их виды, механизм ингибирующего действия. Понятие озоноразрушающего потенциала.
60. Особенности применения хладонов, их расход.
61. Тушение пожаров порошковыми огнетушащими составами, их свойства, рецептура, области применения.
62. Аэрозольное пожаротушение.
63. Тушение пожаров веществами комбинированного действия. Понятие синергетического эффекта.
64. Пути создания новых огнетушащих веществ.

3.2. Тематика заданий и задач, выносимых на экзамен

- расчет основных параметров пожара, пожарной и горючей нагрузки;
- расчет стандартной мольной энтальпии, стандартной мольной энтропии, стандартной мольной энергии Гиббса процесса горения при различных температурах;
- определение возможности протекания реакции горения в заданных условиях;
- расчет потоков тепла, обусловленных теплопроводностью, конвекцией, излучением;
- расчет расхода воздуха через дверной проем;
- определение остаточной концентрации кислорода в продуктах горения;
- определение положения нейтральной зоны по высоте проема относительно его нижней отметки;
- расчет облученности поверхности горючего материала;
- расчет пределов воспламенения газообразных горючих веществ;
- расчет температуры вспышки и температуры воспламенения жидкости;
- расчет площади пожара в условиях неограниченного газообмена на заданный момент времени;
- построение плана и графика распространения пожара в помещении;
- определение линейной скорости распространения пожара в помещении;
- расчет интенсивности подачи воды, требуемой для прекращения пламенного горения;
- определение критической и оптимальной интенсивности подачи раствора пенообразователя.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

4.1. Основная литература

1. Гайнуллина, Е. В. Физико-химические основы развития и тушения пожаров : учебное пособие : специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Е. В. Гайнуллина, А. В. Кокшаров, М. Л. Кондратьева, В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 175 с.
2. Марков, В. Ф. Сборник задач по курсу «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная. – Екатеринбург : УрО РАН, 2011. – 171 с.¹
3. Марков, В. Ф. Физико-химические основы развития и тушения пожаров [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, М. П. Миронов, С. Н. Пазникова. – Екатеринбург : УрО РАН, 2009. – 274 с.¹
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.¹
5. Марков, В. Ф. Дисперсные системы [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, А. А. Францев. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. – 226 с.¹

4.2. Дополнительная литература

1. Баратов, А. Н. Горение – пожар – взрыв – безопасность [Текст] / А. Н. Баратов. – М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 363 с.
2. Брушлинский, Н. Н. Моделирование пожаров и взрывов [Текст] / под общ. ред. Н. Н. Брушлинского и А. Я. Корольченко. – М. : Пожнаука, 2000. – 482 с.
3. Варнатц, Ю. Горение. Физико-химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ [Текст] / Ю. Варнатц, У. Маас, Р. Диббл. – М. : Физматлит, 2003. – 320 с.
4. Гайнуллина, Е. В. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. Лабораторный практикум. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза [Текст] / Е. В. Гайнуллина – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 98 с.
5. Гайнуллина, Е. В. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. Определение основных параметров развития и тушения внутреннего пожара. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза

¹ Допущено МЧС РФ в качестве учебного пособия для курсантов, слушателей и студентов, обучающихся по очной и заочной формам обучения в высших образовательных учреждениях.

- [Электронный ресурс] / : учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы / Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург. : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 74 с. Режим доступа: <http://10.97.170.7>
6. Гайнуллина, Е. В. Расчет основных параметров горения и тушения пожаров газовых фонтанов. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность [Электронный ресурс] / : учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы / Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург. : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 46 с. Режим доступа: <http://10.97.170.7>
 7. Драйздел, Д. Введение в динамику пожаров [Текст] / Д. Драйздел. – М. : Стройиздат, 1990. – 424 с.
 8. Иванников, В. П. Справочник руководителя тушения пожара [Текст] / В. П. Иванников, П. П. Ключ. – М. : Стройиздат, 1987. – 288 с.
 9. Киселев, Я. С. Физические модели горения в системе пожарной безопасности [Текст] / Я. С. Киселев, О. А. Хорошилов, Ф. В. Демехин / под ред. В. С. Артамонова. – СПб : Политех. ун-т, 2009. – 348 с.
 10. Корольченко, А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2 частях [Текст] / А. Я. Корольченко. – М. : Пожнаука, 2006. – 709 с.
 11. Корольченко, А. Я. Процессы горения и взрыва [Текст] / А. Я. Корольченко. – М. : Пожнаука, 2007. – 266 с.
 12. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение [Текст] / К. Р. Ланге. / под науч. ред. Л. П. Зайченко. – СПб. : Профессия, 2007. – 240 с.
 13. Марков, В. Ф. Физико-химия дисперсных систем [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева. – Екатеринбург. : УрИ ГПС МЧС России, 2011. – 173 с.
 14. Равдель, А. А. Краткий справочник физико-химических величин [Текст] / под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – Л. : Химия, 2002. – 332 с.
 15. Тербнев, В. В. Пожаротушение на объектах добычи, переработки и хранения горючих жидкостей и газов [Текст] / В. В. Тербнев, Н. С. Артемьев, А. В. Подгрушный, Д. В. Тараканов. – Екатеринбург. : Калан, 2009. – 244 с.
 16. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. От 02.07.13) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности, 2008. – 94 с.
 17. Шароварников, А. Ф. Общая и специальная химия [Текст] : учебное пособие / А. Ф. Шароварников, Р. Р. Солем, С. С. Воевода. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2005. – 458 с.
 18. Шароварников, А. Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав. Свойства. Применение [Текст] / А. Ф. Шароварников, Р. Р. Солем, С. А. Шароварников. – М. : Калан, 2006. – 362 с.

4.3. Нормативные правовые акты и нормативные документы:

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме».
2. Руководство. Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов. М.: ВНИИПО, 2002. 77 с.
3. Справочник дознавателя государственного пожарного надзора: Сборник нормативно-правовых актов по расследованию пожаров : в 2-х ч.
4. Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.08 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», ред. Федерального закона №117 от 25 апреля 2012г.
5. Приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

4.4. Электронные ресурсы

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. 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>
3. 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>.
4. Znaniium.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://znaniium.com>.
5. 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>.
6. Сайт Охрана труда и промышленная безопасность, <http://alf-center.com>.
7. Информационно-образовательный ресурс по безопасности жизнедеятельности, <http://bgdudsu.ru>.
8. Электронный журнал «Без аварий и травм», <http://econavt.ru/bait>.

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

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ

Подготовку к сдаче теоретической части экзамена рекомендуется начинать по порядку следования тем изложения лекционного материала. Обучающиеся могут воспользоваться конспектами лекций. Проработку теоретического материала рекомендуется проводить по конспектам и учебнику «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» (Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Пазникова С.Н.), также можно пользоваться литературой, представленной в разделе 4. 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 физико-химические процессы 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, протекающих при развитии и тушении пожара. При последующей проработке материала в прочитанном тексте выделяются главные идеи, устанавливаются логические взаимосвязи между ними, большее внимание уделяется деталям, особенностям протекания тех или иных процессов и явлений, материал повторяется несколько раз для лучшего запоминания определений и формул.

При подготовке к экзамену важное значение имеет правильное распределение времени, благодаря которому вы получите возможность хорошо усвоить каждую порцию, каждый слой информации. Таким образом, запоминаемый материал сможет основательно укорениться в вашей долговременной памяти. Не забывайте, что изучение нового материала – это кумулятивный процесс, который отталкивается от того, что вы уже знаете.

Чтобы лучше запомнить и усвоить изучаемый материал, рекомендуется завести рабочую тетрадь и кратко, в виде тезисов, записывать в нее формулировки законов, основные понятия и определения, формулы и уравнения реакций и т.д. Во всех случаях, когда материал поддается систематизации, составляйте схемы, диаграммы и таблицы – такой подход структурирует и облегчает восприятие больших объемов информации и

уменьшает ее объем при конспектировании, что очень облегчает запоминание материала, в том числе и визуально. Также не ленитесь проговаривать, пересказывать вслух трудный для запоминания материал.

Подготовка к экзамену должна обязательно сопровождаться повторением и решением задач, поскольку это один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Для повторения и закрепления методик решения расчетных задач рекомендуется воспользоваться учебным пособием *Гайнуллина Е.В., Кондратьева М.Л., Кокишаров А.В. и др. «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»*, 2021 г.

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

При планировании ответа на билет нужно быть готовым не только коротко и четко изложить теоретические и ответить на дополнительные вопросы, но и при необходимости обосновать свои действия при решении задачи.

Приступая к самостоятельному решению задачи, необходимо обдумать план решения, сравнивая ее с предложенным в задачнике и имеющимися в конспекте вариантами решения типовых задач. В случае появления неясностей при выборе решения следует обратиться к теоретическому материалу той темы, на основании которого построена задача. При записи решения задачи следует приводить весь ход решения и математические преобразования. Решение должно быть аккуратно оформлено, написано четким разборчивым почерком.

Если у обучающегося возникают затруднения при подготовке к экзамену, то следует обратиться за консультацией к преподавателю.

5.1. Пример ответа на экзаменационный билет

Образец билета для сдачи устного экзамена

ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России»	Билет № ... Кафедра химии и процессов горения Дисциплина ФХОРИТП	Утверждаю Начальник кафедры _____ Пазникова С.Н. «__» _____ 2019 г.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Горение жидких аэрозолей. 2. Тушение пожаров веществами комбинированного действия. 3. Какова температура пламени очага пожара штабеля древесины площадью 10 м², если на расстоянии 10 м облученность от него составляет 7000 Вт. Степень черноты пламени 0,8; температура окружающей среды 25°С. 		

1 вопрос: Жидкий аэрозоль может образовываться в следующих случаях.

1. Выброс под давлением перегретого пара и образование при его контакте с воздухом тумана. По мере охлаждения паровоздушной смеси соотношение масс тумана и пара будет увеличиваться в сторону тумана. Одновременно будет наблюдаться коагуляция частиц, их осаждение и рассеивание тумана.
2. Выброс в помещение перегретой жидкости. В момент истечения жидкость будет мгновенно вскипать и кипеть до тех пор, пока не охладится ниже температуры кипения. Оставшаяся после вскипания жидкость будет испаряться. Интенсивность испарения определяется упругостью паров жидкости, размерами капель, плотностью струи и скоростью ее движения. Когда струя пара достигнет ограждающих конструкций, будет образовываться конденсат, который в виде лужи будет скапливаться на полу и на других нижних отметках. При достижении температуры воспламенения конденсат будет воспламеняться и гореть, как любая разлитая по поверхности жидкость.
3. Выброс жидкости с температурой ниже температуры вспышки. При этом образуется аэрозоль жидкости, размер капель которой зависит от давления в трубопроводе и от сечения отверстия, от свойств, температуры и упругости паров самой жидкости и других факторов. С течением времени аэрозоль будет рассеиваться. Интенсивность рассеивания зависит от плотности жидкости, коагуляции капель и др.

Первый случай наиболее характерен для летучих жидкостей – для ЛВЖ с отрицательными температурами вспышки. Второй и третий варианты характерны для высококипящих жидкостей, для высокотемпературных органических теплоносителей. Именно при выбросе таких жидкостей наиболее вероятно образование взрывоопасных аэрозолей, точнее – парoaэрозольных смесей (ПАС). При выбросе жидкости из трубопровода под давлением (третий случай) истечение ее происходит в виде раздробленной струи.

В тех случаях, когда образование капель происходит в результате конденсации пара на произвольно создающихся зародышах, имеет место гомогенная (спонтанная) конденсация пара. Конденсация пара в объеме начинается при пресыщении критического (насыщенного) состояния, т.е. при условии, что фактическое давление пара больше, чем давление насыщенного пара. Доля вещества, переходящего в процессе истечения во взвешенное состояние, не велика и составляет 0,1- 0,7 от общей массы жидкости. Скапливающиеся на нижних отметках лужи характеризуются низкой летучестью, поэтому можно не принимать во внимание испарение из них жидкости. Преобладающая часть образующейся ПАС не участвует в создании горючей среды. Скорость распространения пламени по ПАС, образующихся при выбросе жидкости, составляет около 0,23 м/с, для

сравнения: нормальная скорость распространения пламени газообразных органических веществ – около 0,5 м/с, т.е. такие ПАС – весьма медленно горящие вещества.

Однако ПАС характеризуются высоким (до 900 кПа) значением давления взрыва. Например, давление взрыва органических пылей не превышает 600-700 кПа. При этом горение аэрозолей обычно связано с существенным недогоранием. Такое высокое давление взрыва объясняется тем, что при выгорании ПАС некоторая доля еще не сгоревших частиц подвергается крекингу с образованием газов, увеличивающих давление. Горение совокупности капель высококипящих жидкостей всегда связано с крекингом внутренней зоны капель и возникновением их микровзрывов. Выгорание тумана также характеризуется многостадийностью и вибрационным режимом.

2 вопрос. У большинства используемых веществ преобладает одно из огнетушащих свойств. Другие свойства проявляются значительно слабее. В то же время наиболее перспективным направлением решения проблемы создания высокоэффективных средств пожаротушения является разработка составов комбинированного действия, соединяющих в себе основные свойства различных огнетушащих веществ, т.е. ингибирование и охлаждающее действие, ингибирование и снижение концентрации кислорода в зоне горения за счет разбавления и т.п. При этом важным является достижение так называемого синергетического эффекта их комбинированного действия при огнетушении, т.е. когда свойство (воздействие) смеси превышает простую сумму свойств (воздействий) всех ее компонентов. Например, огнетушащий состав, состоящий из смеси хладона и CO_2 , обладает такой же эффективностью тушения пожара, как и использование одного хладона, но с расходом, большим в 4 раза. Следовательно, присутствие углекислого газа усиливает ингибирующее действие хладона.

Сочетая огнетушащие вещества с различными огнетушащими свойствами, можно создать множество рецептов комбинированного действия.

В настоящее время на практике нашел применение ряд составов: на основе хладонов, пенообразователей и порошковых средств. Все составы сочетают в себе различные огнетушащие свойства. Наибольший практический интерес представляют комбинации на основе дешевого носителя (пена, порошок) и сильного ингибитора горения. Например, использование смеси азота с хладонами комбинированного действия резко снижает расход дорогостоящих фторуглеродов – до 15 раз. Кроме того, такие составы при поверхностном тушении твердых тлеющих материалов в 3–4 раза эффективнее использования одного хладона.

Существенный интерес для поверхностного тушения представляет сочетание гомогенных и гетерогенных ингибиторов горения, в частности

хладонов и ПОС. Такие составы получают пропиткой огнетушащих порошков жидкими хладами, например, высокоэффективный состав СИ-2, представляющий собой порошок силикагеля, обработанный хладом 114В2.

Огнетушащие комбинированные составы на основе пен позволяют эффективно тушить горючие жидкости, а также повышают эффективность систем объемного тушения. Замена воздуха в пене на инертный газ, в особенности на хладон, в 4–7 раз снижает критическую интенсивность подачи пены и делает ее более универсальной, пригодной для тушения как полярных, так и неполярных жидкостей.

Составы на основе пенообразующих растворов и жидких хладонов занимают особое место среди огнетушащих веществ комбинированного действия. Они представляют собой эмульсии галогеноуглеводородов в воде. Главным их достоинством является способность освобождать хладон из пены непосредственно в очаге пожара за счет ее разрушения от теплового излучения пламени. Однако такие эмульсии имеют пока низкую агрегативную устойчивость. Указанных недостатков лишены огнетушащие композиции с коллоидно-мицеллярной составляющей. В основе их получения лежит широко известное явление солубилизации, т.е. включение молекул хладона внутрь мицеллярных частиц ПАВ – пенообразователя. Тушение пожара достигается за счет изолирующего, ингибирующего и охлаждающего действия наполненной хладом пены, что делает коллоидные композиции достаточно универсальными с точки зрения их применения для тушения пожаров классов А и В.

Несмотря на то, что комбинированные составы имеют более высокую стоимость, их применение в большинстве случаев является экономически оправданным. В общем случае выбор конкретного огнетушащего вещества должен осуществляться путем сопоставления затрат на его использование при тушении с ущербом от пожара.

3. Решение задачи.

Согласно уравнению Стефана-Больцмана, величина теплового потока на некотором расстоянии R от очага пожара (источника теплового излучения) определяется следующим образом:

$$q = \frac{\varepsilon \cdot \sigma \cdot S \cdot (T^4 - T_0^4) \cdot \cos \varphi}{\pi R^2}.$$

Поскольку в условии не сказано иначе, принимаем угол падения тепловых лучей $\varphi = 0$ град.

$$\text{Отсюда} \quad T = \sqrt[4]{\frac{q\pi R^2}{\varepsilon \sigma \cos \varphi} + T_0^4} = \sqrt[4]{\frac{7000 \cdot 3.14 \cdot 10^2}{0.8 \cdot 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot 10} + (273 + 25)^4} = 1484 \text{ K}$$

(1211 °С). Это температура горения штабеля древесины.

Ответ: температура горения штабеля древесины составит 1211 °С.