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

направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
(уровень бакалавриата)

Профиль – Надзорно-профилактическая деятельность

Екатеринбург
2025

Методические указания для подготовки к экзамену по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» [Электронный ресурс]: Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата) / сост. Е.В. Гайнуллина – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2025. – 18 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. Рекомендуется обучающимся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата) при изучении дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров».

© Уральский институт ГПС МЧС России, 2025

Содержание

Введение 4
1. Система контроля знаний по дисциплине 5
2. Порядок проведения экзамена. Система оценки знаний обучающихся 6
3. Перечень вопросов для самостоятельной подготовки 7
4. Список рекомендуемой литературы 10
5. Рекомендации по подготовке 13

Введение

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 тушения пожаров, создания новых огнетушащих веществ.

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.

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. Полученные знания необходимы сотрудникам, работающим в сфере пожарной безопасности, для успешного решения сложных задач пожаротушения и разработки мер, направленных на профилактику и расследование пожаров.

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 для помощи 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 4-м семестре, по окончании обучения 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.

К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все требования учебной программы по дисциплине: все предусмотренные планом лабораторные и контрольную работу.

Аудиторная контрольная работа проводится в часы практических занятий и включают в себя задачи следующей тематики:
Расчет основных параметров пожара. Тепловой баланс пожара. Расчет основных параметров теплопередачи по механизму теплопроводности, конвекции и излучения. Динамика развития и тушения пожара (расчет площади внутреннего пожара, построение плана и графика развития пожара, нахождение линейной скорости распространения пожара, времени полного охвата помещения пламенем.

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 пособиями, в которых приводятся образцы решения задач. Данные пособия указаны в рабочей программе дисциплины и в методических указаниях к практическим занятиям.

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;
- экзаменационная ведомость;
- 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

Критерии оценки ответа и порядок проведения экзамена

«Отлично» ставится, если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, приводит примеры, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, не допускает ошибок.

«Хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных ошибок в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий, допускает неточности в ответе.

«Удовлетворительно» ставится, если обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не совсем правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

«Неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала,

допускает ошибки в формулировке определений понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

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.

В аудитории остается 6-10 человек. Обучающиеся берут экзаменационные билеты и бумагу для выполнения заданий и приступают к выполнению экзаменационного задания. На подготовку отводится 30 минут. Остальные обучающиеся заходят в аудиторию по мере сдачи экзамена ранее вошедшими.

Для ответа на каждый из 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

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. Понятие проёмности помещения. Определение интенсивности поступления воздуха в помещение.

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 теоретического и фактического расхода воздуха через проем.
2. Определение коэффициента избытка воздуха, остаточной концентрации кислорода в продуктах горения.
3. Определение положения нейтральной зоны по высоте проема относительно его нижней отметки.
4. Определение времени полного охвата помещения пламенем.
5. Расчёт температуры потухания индивидуальных веществ с использованием энергии активации.
6. расчет температуры потухания сложных газовых смесей.

4. Список рекомендуемой литературы

4.1. Основная литература

1. Адамян, В. Л. Физико-химические основы развития и тушения пожаров / В. Л. Адамян. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-507-46653-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/314756.
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.
5. Физико-химические основы развития и тушения пожаров [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, М. П. Миронов, С. Н. Пазникова; под ред. В. Ф. Маркова. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2009. - 274 с.
6. Сборник задач по курсу «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» [Текст] : учеб. пособие. / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2011. - 171 с.

4.2. Дополнительная литература

7. 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.
8. Марков, В. Ф. Дисперсные системы: свойства, поведение, применение в пожарном деле [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, А. А. Францев. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. – 226 с.
9. Моделирование пожаров и взрывов / под общ. ред. : Н. Н. Брушлинского, А. Я. Корольченко. - М. : Пожнаука, 2000. - 482 с.
10. 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, М. Л. Кондратьева, П. В. Комраков [и др.]. - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2021. - 186 с.
11. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. Практикум : Специальность 20.05.01. Пожарная безопасность (уровень специалитета). Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс] / : учебное пособие, сост. Е. В. Гайнуллина – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. – 94 с. https://3kl.uigps.ru/pluginfile.php/2299/mod_resource/content/2.

12. Физико- химические основы развития и тушения пожаров : (практикум) : учеб. пособие / М. П. Миронов, Л. Н. Маскаева, Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная. - Екатеринбург : УрФУ, 2010. - 186 с.

4.3. Нормативные правовые акты и нормативные документы

13. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://base.garant.ru/74680206.
14. Приказ МЧС России от 26 июня 2024 г. № 533 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/409515151/#0.
15. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ivo.garant.ru/#/document/10103955/paragraph/276110/doclist/.
16. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 25.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://base.garant.ru/12161584/.

4.4. Электронные ресурсы

17. IPRbooks [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Саратов, 2010. – Режим доступа: http:// iprbookshop.ru
18. 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.
19. 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.
20. 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.

21. 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.
22. Сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Режим доступа: http://www.mchs.gov.ru.
23. https://www.garant.ru/ – информационно-справочная система «Гарант».
24. http://10.97.170.7 – электронная библиотека УрИ ГПС МЧС России
25. https://3kl.uigps.ru/local crw / – электронная информационно-образовательная среда института.

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. 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.

Пример ответа на экзаменационный билет

Образец билета для сдачи устного экзамена

Уральский институт ГПС МЧС России	Билет № … Кафедра химии и процессов горения Дисциплина ФХОРиТП	Утверждаю Начальник кафедры _____ «___» _____20__ 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°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 Оценках. 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 аэровзвесь 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 – пароаэрозольных 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 Оценках 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 повергается 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 рецептур 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 хладонами, например, высокоэффективный состав СИ−2, представляющий собой порошок силикагеля, обработанный хладоном 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 солюбилизации, т.е. включение молекул хладона внутрь мицеллярных частиц ПАВ − пенообразователя. Тушение пожара достигается за счет изолирующего, ингибирующего и охлаждающего действия наполненной хладоном 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.

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

(1211 ^{o}C). Это температура горения штабеля древесины.

Ответ: температура горения штабеля древесины составит 1211^{o}C.