

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-  
СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ  
СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И  
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**



**Методические рекомендации  
для самостоятельной работы  
обучающихся по дисциплине  
«Физико-химические основы развития и  
тушения пожаров»**

(специальность 40.05.03 «Судебная экспертиза»,  
специализация «Инженерно-технические экспертизы»)

**Иваново**

**Сторонкина О.Е.**

Методические рекомендации по изучению учебной дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» для обучающихся по Специальность 40.05.03 «Судебная экспертиза» специализация «Инженерно-технические экспертизы» – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2021 - 18 с.

Методические рекомендации содержат краткое изложение дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара» в соответствии с требованиями государственного стандарта и рабочей программы курса «Физико-химические основы развития и тушения пожара», советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины; пожелания по изучению отдельных тем курса; рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса; рекомендации по работе с литературой; советы по подготовке к экзамену.

## ВВЕДЕНИЕ

Содержание курса является основой для изучения таких дисциплин как «Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ», «Пожарная безопасность в строительстве», «Криминалистическое исследование веществ, материалов и изделий», «Пожарно-техническая экспертиза», «Особенности расследования дел по пожарам», «Пожарная безопасность технологических процессов», а также для прохождения производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, учебная практика по получению первичных профессиональных умений, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, преддипломной практики, государственной итоговой аттестации.

В результате изучения дисциплины курсанты и слушатели должны получить определенные представления об основных физико-химических закономерностях развития пожара, об объективных физических и химических процессах, лежащих в основе всех существующих приемов и способов прекращения горения.

Изучение дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара», помимо лекций и практических занятий, сопровождается выполнением ряда специфических лабораторных работ, предназначенных для углубления и развития представлений о сложной совокупности физико-химических процессов и явлений, сопровождающих процесс неорганизованного диффузионного горения в условиях пожара. Лабораторные работы проводятся двумя преподавателями. Усвоение материала контролируется текущими классными контрольными работами. Завершается изучение дисциплины сдачей зачета.

### **Общие рекомендации по работе с литературой**

Большое значение в процессе обучения имеет самостоятельная работа с учебной литературой, которая позволяет вникнуть в сущность изучаемых вопросов, основательно разобраться в них.

В целях более глубокого и осмысленного усвоения знаний по учебной литературе Вам необходимо:

- отыскивать внутренние связи и взаимоотношения между различными частями в изучаемом тексте, т.е. причины и следствия различных явлений;
- сравнивать изучаемые факты, находя в них сходства и различия;
- связывать ранее полученные знания с вновь запоминаемым материалом;
- продумывать область применения усваиваемых знаний в жизни, на практике;
- находить собственные примеры к общим изучаемым положениям, правилам, законам;
- основательно анализировать помещенные в учебной литературе схемы, таблицы, рисунки, чертежи;
- осуществлять самоконтроль путем пересказа, прочитанного своими словами;
- пользоваться словарями и справочниками для выяснения смыслового значения новых слов и терминов;
- в ходе чтения очень полезно, хотя и не обязательно, делать краткие конспекты прочитанного, выписки, заметки, выделять неясные, сложные для восприятия вопросы. В целях прояснения последних нужно обращаться к преподавателю.

Настоятельно рекомендуется избегать механического заучивания учебного материала. Практика убедительно показывает: самым эффективным способом является не «зубрежка», а глубокое, творческое, самостоятельное проникновение в сущность изучаемых вопросов. Важно с самого начала изучения учебного материала дисциплины развивать понимание физической сущности явлений, их взаимосвязи, представлять, где эти явления встречаются в практике.

Необходимо вести систематическую каждодневную работу над литературными источниками. Объем информации по курсу настолько обширен, что им не удастся овладеть в «последние дни» перед сессией, как на это иногда рассчитывают некоторые учащиеся.

Следует воспитывать в себе установку на прочность, долговременность усвоения знаний по курсу. Надо помнить, что они потребуются не только и не столько в ходе изучения данной дисциплины, но – что особенно важно – в последующей профессиональной деятельности.

При работе с учебной и научной литературой принципиально важно принимать во внимание момент развития. Курс «Физико-химические основы развития и тушения пожара», как и большинство других дисциплин, не является и не может являться набором неких фраз и навсегда установленных истин в последней инстанции. Наоборот, он постоянно развивается и совершенствуется. В условиях ускоряющегося старения информации учебные и научные издания, далеко не всегда могут поспевать за новыми явлениями и тенденциями, порождаемыми процессом инноваций. Учебную литературу невозможно, даже по чисто техническим причинам, не говоря уже о других, ежегодно обновлять и переиздавать. В связи с этим в литературе по курсу обучающимся могут встречаться положения, которые уже не вполне отвечают

новым тенденциям развития. В таких случаях следует, проявляя нужную критичность мысли, опираться не на устаревшие идеи того или другого издания, как бы авторитетно оно ни было, а на нормы, вытекающие из современных изданий, имеющих отношение к изучаемому вопросу.

Наконец, обучающийся обязан знать не только литературу, рекомендуемую в данном пособии, но и новые, существенно важные издания по курсу, вышедшие в свет после его публикации.

## Методические рекомендации по изучению курса

Приступая к изучению дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара», необходимо ознакомиться с рабочей программой, настоящими методическими указаниями и списком рекомендуемой литературы. Список литературы дан как в рабочей программе, так и в конце каждой темы данных методических указаний.

Основная трудность, с которой сталкивается обучающийся при изучении курса, состоит в неумении систематизировать материал, выделять наиболее важные сведения, устанавливать взаимосвязь и взаимообусловленность явлений и процессов, происходящих при пожаре. Этому в значительной степени помогает разбор материала каждой темы, а также вопросы для самопроверки. Настоятельно рекомендуется вести подробный конспект лекций и практических занятий. Это тем более важно, что материал дисциплины придется изучать по разным литературным источникам.

При записи формул необходимо указать принятые обозначения и размерность, входящих в уравнение величин.

Важно с самого начала изучения материала дисциплины развивать понимание физической сущности явлений, их взаимосвязи, представлять, где эти явления встречаются в практике, какова их роль и значение в деле обеспечения максимальной пожаро- взрывобезопасности промышленных объектов и личного имущества граждан.

Следует иметь в виду, что изучение дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара» невозможно без знания некоторых разделов химии, физики, термодинамики и теплопередачи, теории горения и взрыва и ряда других дисциплин.

Усвоив основные теоретические положения отдельных тем курса, обучающийся может переходить к решению задач по дисциплине.

В структуре дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара» рассматриваются четыре раздела:

1. Общие сведения о пожарах.
2. Открытые пожары.
3. Внутренние пожары.
4. Прекращение горения.

Внутри каждого раздела разбирается несколько тем.

В результате изучения дисциплины, обучающиеся должны получить знания об основных физико-химических закономерностях развития и тушения пожара на различных объектах с учетом специфических особенностей процессов горения в зависимости от вида объекта и агрегатного состояния горючего материала.

## Тема 1. Общие сведения о пожарах

Материал данного раздела подробно и доступно изложен в [2], обычно его изучение не вызывает у обучающихся затруднений.

1. Изучите данный раздел с использованием материала лекций и учебной литературы.
2. Заучите определения основных понятий.
3. Горение – основной физико-химический процесс на пожаре, поэтому следует вспомнить условия возникновения горения, механизмы его протекания. Для этого необходимо повторить соответствующий раздел дисциплины «Теория горения и взрыва».
4. Разберитесь в особенностях процессов теплопереноса на пожаре различными видами передачи тепла.
5. Проанализируйте особенности поведения веществ в зоне горения и теплового воздействия, поверхностных явлениях.
6. Проведите сравнительный анализ пожаров газов, жидкостей, синтетических полимеров, древесины и других природных материалов. Найдите сходства и основные отличительные особенности.
7. Заучите классификацию пожаров: по условиям массо- и теплообмена с окружающей средой, в зависимости от вида горящих веществ и материалов (классы и подклассы), по признаку изменения площади горения, регулируемые воздухообменом, регулируемые пожарной нагрузкой.
8. Разберите методики решения задач по расчету параметров горения материалов в различных условиях.

Для закрепления теоретического материала по теме предусмотрено выполнение одной лабораторной работы. Для подготовки к лабораторной работе по теме «Определение показателей пожарной опасности горючих жидкостей» необходимо:

- повторить теоретический материал из курса дисциплины «Теория горения и взрыва» по теме «Горение жидкостей»;
- уметь ответить на контрольные вопросы и знать определения основных понятий;
- в тетради для лабораторных работ оформить отчет: название работы, цели работы, материально-техническое обеспечение, теоретические основы работы (основные определения; формулы расчета; рисунок экспериментальной установки).

### Разделы для самостоятельного изучения

1. «Работы, связанные с переходом лучистой энергии в теплоту». Данный материал изложен в [9] на страницах 113-114.
2. «Горение газов. Горение жидкостей». Данный материал изложен в [1] на страницах 154-167.
3. «Горение композитных материалов». Данный материал изложен в [1] на страницах 174-175.

### Вопросы для самоконтроля

1. Классификация пожаров по условиям массо- и теплообмена с окружающей

средой.

2. Классификация пожаров в зависимости от вида горящих веществ и материалов (классы и подклассы).
3. Классификация пожаров, регулируемых воздухообменом, регулируемых пожарной нагрузкой.
4. Перенос теплоты теплопроводностью.
5. Перенос тепла конвекцией.
6. Теплоперенос излучением.
7. Горение древесины и других природных материалов.
8. Горение синтетических полимеров.
9. Горение металлов.
10. Горение пылей и порошков.
11. Горение газов.
12. Горение жидкостей.
13. Показатели пожарной опасности, применяемые для характеристики горючих газов, жидкостей, твердых материалов и пылей.

**Опорные термины:** пожар, теплообмен, массообмен, теплопроводность, лучистый теплообмен, конвективный теплообмен, Закон Фурье, Закон Ньютона-Рихмана, Закон Кирхгофа, Закон Больцмана.



## Тема 2. Открытые пожары

Материал данного раздела подробно и доступно изложен в [2], обычного его изучение не вызывает у обучающихся затруднений.

1. Изучите данный раздел с использованием материала лекций и учебной литературы.
2. Заучите определения основных понятий.
3. Разберитесь в особенностях развития открытых пожаров.
4. Проведите сравнительный анализ пожаров фонтанов, резервуаров с горючими жидкостями и твердых горючих материалов. Найдите сходства и основные отличительные особенности.
5. Проанализируйте опасные факторы различных видов открытых пожаров.
6. Для лучшего запоминания классификации пожаров фонтанов и твердых горючих материалов изобразите ее в виде схемы.
7. Разберите методики решения задач по расчету параметров пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах, горения твердых горючих материалов.

Для закрепления теоретического материала по теме предусмотрено выполнение двух лабораторных работ.

Для подготовки к лабораторным работам по темам «Определение скорости распространения пламени по поверхности горючих жидкостей» и «Определение скорости распространения пламени по поверхности твердых горючих веществ и материалов» необходимо:

- повторить теоретический материал из курса дисциплины «Теория горения и взрыва» по темам «Горение жидкостей», «Горение твердых веществ и материалов», а также тему «Открытые пожары твердых горючих материалов» из курса дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»;
- уметь ответить на контрольные вопросы и знать определения основных понятий;
- в тетради для лабораторных работ оформить отчет: название работы, цели работы, материально-техническое обеспечение, теоретические основы работы (основные определения; формулы расчета; рисунок экспериментальной установки).

### Разделы для самостоятельного изучения

1. «Параметры горения газовых фонтанов. Оценка их значений». Данный материал изложен в [1] на страницах 199-200.

### Вопросы для самоконтроля

1. Открытые пожары. Особенности газообмена и теплообмена.
2. Дать определения зонам пожара.
3. Классификация пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах по составу фонтанирующего вещества.
4. Классификация пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах по виду струи фонтана.
5. Классификация пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах по количеству фонтанирующих скважин.

6. Механизм горения газового фонтана.
7. Опасные факторы пожаров газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанов.
8. Высота факела пламени и факторы, влияющие на нее
9. Распределение концентраций горючего газа по горизонтальному сечению факела в направлении от оси факела к его фронту (поверхности) и за пределами фронта. Нарисовать и объяснить график.
10. Распределение концентраций продуктов сгорания по горизонтальному сечению факела в направлении от оси факела к его фронту (поверхности) и за пределами фронта. Нарисовать и объяснить график.
11. Распределение концентрации кислорода и азота по горизонтальному сечению факела в направлении от оси факела к его фронту (поверхности) и за пределами фронта. Нарисовать и объяснить график.
12. Температура факела пламени в направлении от его оси к фронту (поверхности) и за пределами фронта. Нарисовать и объяснить график.
13. Зоны факела пламени (зона воспламенения, догорания, стехиометрии, верхнего и нижнего концентрационных пределов воспламенения). Показать в вертикальном сечении факела пламени.
14. Пожары на складах лесоматериалов. Характерные особенности. Механизм распространения пожара искрами и головнями. Скорость распространения фронта пламени по штабелям и факторы, влияющие на нее.
15. Пожары растительности. Лесные пожары.
16. Степные пожары и пожары хлебных массивов.
17. Пожары торфяников.
18. Пожары резервуаров с ЛВЖ, ГЖ. Механизм выгорания жидкостей.
19. Опасные факторы пожаров резервуаров.
20. Пожары разливов. Интенсивность теплового излучения для пожара пролива.
21. Прогрев жидкости по глубине при горении в резервуаре. Явление вскипания подтоварной воды с выбросом нефти из резервуара.
22. Скорости горения пожарной нагрузки их роль в развитии пожара.

**Опорные термины:** открытые пожары, зоны пожара, механизм горения газов, жидкостей и ТГМ, параметры горения жидкостей, зоны факела пламени.

### Тема 3. Внутренние пожары

В данном разделе предусмотрено изучение теоретического материала на лекциях, решение практических задач, выполнение лабораторных работ. Материал данного раздела тесно переплетается с материалом дисциплин «Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ», «Пожарная безопасность в строительстве», поэтому в целом вам знаком.

1. Изучите данный раздел с использованием материала лекций и учебной литературы [1, 2].
2. Заучите определения основных понятий.
3. Изучите основные стадии развития внутреннего пожара. [1, 2].
4. Проанализируйте влияние различных факторов на развитие внутреннего пожара.
5. Изучите основные параметры внутреннего пожара (площадь, температуру, интенсивность газообмена).
6. Разберите методики решения задач по расчету температуры пожара, интенсивности газообмена, положения нейтральной зоны. Необходимые расчетные формулы приведены в пособии [4], кроме того, методика решения данных задач изучается в ходе практических занятий. Алгоритм расчета площади пожара изложен в [6] на страницах 10-14, [4] на страницах 11-12.

#### Разделы для самостоятельного изучения

1. «Режим полностью развитого пожара». Данный материал изложен в [1] на страницах 218-219. Обратите внимание на то, что картина пожара во многом определяется характером пожарной нагрузки.

Для закрепления теоретического материала по теме предусмотрено выполнение двух лабораторных работ.

Для подготовки к лабораторным работам «Исследование динамики внутреннего пожара в зависимости от вида горючего материала», «Исследование изменения температуры внутреннего пожара в зависимости от интенсивности газообмена» [3] необходимо:

- изучить теоретический материал по теме «Динамика внутренних пожаров» [1, 2];
- уметь ответить на контрольные вопросы и знать определения основных понятий;
- в тетради для лабораторных работ оформить отчет: название работы, цели работы, материально-техническое обеспечение, теоретические основы работы (основные определения; формулы расчета; рисунок экспериментальной установки).

#### Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте основные стадии внутреннего пожара.
2. Дайте определение и объясните физический смысл основных параметров внутреннего пожара.
3. Как определить среднеобъемную температуру пожара.
4. Как зависит интенсивность газообмена от площади пожара и высоты помещения?

5. Как зависит теплота пожара от массовой скорости выгорания?
6. Как зависит скорость распространения пламени от концентрации кислорода в газовой среде?
7. Объясните характер изменения массовой скорости выгорания во время свободного развития внутреннего пожара.

Для подготовки к лабораторным работам «Исследование динамики внутреннего пожара», «Исследование взаимосвязи параметров тепло- и газообмена на внутреннем пожаре» [3] необходимо:

- изучить теоретический материал по теме «Тепло- и газообмен на внутренних пожарах» [1, 5];
- уметь ответить на контрольные вопросы и знать определения основных понятий;
- в тетради для лабораторных работ оформить отчет: название работы, цели работы, материально-техническое обеспечение, теоретические основы работы (основные определения; формулы расчета; зарисовать схему экспериментальной установки).

#### Вопросы для самоконтроля

1. Как зависит скорость выгорания горючих материалов от притока воздуха?
2. Как изменяется температура газовой среды в помещении при уменьшении/увеличении площади приточных проемов?
3. В каком случае может произойти самопроизвольное полное прекращение горения в помещении, т.е. самоликвидация пожара?
4. Что такое объемная вспышка? При каких условиях она происходит?
5. Как изменяется среднеобъемная температура пожара при увеличении площади пожара?
6. Как зависит теплота пожара от массовой скорости выгорания?
7. Объясните характер изменения температуры пожара во времени.

**Опорные термины:** температура внутреннего пожара, массовая скорость выгорания, приведенная массовая скорость выгорания, удельная массовая скорость выгорания, линейная скорость распространения пламени, интенсивность газообмена, теплота пожара, коэффициент избытка воздуха, плоскость равных давлений (нейтральная зона).

## Тема 4. Прекращение горение

В данном разделе предусмотрено изучение теоретического материала в рамках трех тем, решение практических задач и выполнение лабораторных работ.

Тема. Предельные параметры процессов горения, их роль и значение в обеспечение пожарной безопасности.

1. Изучите тему с использованием материала лекций и учебной литературы [1, 2];
2. Заучите определения основных понятий.
3. Прежде чем изучать механизм действия огнетушащих средств необходимо познакомиться с теорией, объясняющей механизм прекращения горения. Процесс горения возникает и протекает только при определенных условиях: наличии горючего, окислителя, источника зажигания. Область, в которой возникает и протекает воспламенение и горение, имеет границы (НКПР и ВКПР). Скорость распространения пламени имеет пределы по давлению, концентрации и т.д. Затухание пламени на пределах происходит при нарушении условий тепловыделения и теплоотвода. Например, уменьшение скорости тепловыделения при снижении концентрации одного из реагирующих веществ происходит за счет понижения скорости реакции, которая, в свою очередь, является функцией температуры.

Таким образом, при снижении температуры в пламени до определенных значений, обязательное нарушение теплового баланса приводит к прогрессирующему охлаждению горящего объема (зоны горения), так как воспроизводство тепла при малой скорости реакции недостаточно для сохранения теплового баланса в зоне реакции горения. В этом, собственно, и состоит механизм явления прекращения горения.

4. Обратите внимание, что при установившемся горении потухание связано с понижением температуры пламени, которое можно достигнуть за счет изменения условий теплоотвода или тепловыделения, что в практике осуществляется за счет применения различных средств и приемов тушения. Особо следует подчеркнуть, что именно температура является главным критерием, с помощью которого в самом общем виде можно количественно охарактеризовать процесс затухания пламени.

5. Изучите тепловую теорию потухания пламени, разработанную Я.Б. Зельдовичем. Обратите внимание, что за характеристику прекращения горения принята температура пламени, названная температурой потухания, при которой пламя перестает распространяться по горючей смеси. К установлению численного значения этой величины можно подойти, исследуя зависимости тепло- и массообмена между фронтом пламени и окружающим объемом. Усните, что достижение температуры потухания осуществляется путем уменьшения скорости тепловыделения и увеличения скорости теплоотвода. Изучите все возможные способы снижения тепловыделения и увеличения теплоотвода.

### Вопросы для самоконтроля

1. Сформулируйте необходимые и достаточные условия возникновения и протекания процесса горения.

2. Укажите граничные условия распространения пламени.
3. Объясните, почему пламя не распространяется при скоростях ниже предельной скорости распространения?
4. Что такое температура потухания?
5. Изложите суть тепловой теории потухания по Я.Б.Зельдовичу.
6. Назовите примерное численное значение температуры потухания.
7. Изложите способы снижения температуры горения до температуры потухания.
8. Объясните механизм огнетушащего действия холодной стенки, где на практике это явление используется?
9. Каким способом можно добиться снижения тепловыделения при горении?
10. Объясните необходимость овладения теорией потухания для инженера пожарной безопасности.

Тема. Огнетушащие вещества: природа, состав, области применения, механизм огнетушащего действия.

1. Приступая к изучению темы, необходимо вспомнить об особенностях горения различных материалов в зависимости от их агрегатного состояния, так как огнетушащие средства действуют на процесс прекращения горения по различному механизму, что влияет на эффективность их действия в зависимости от режима горения и способа подачи огнетушащего состава.
2. Изучите механизмы действия средств тушения. Обратите внимание на то, что, как правило, огнегасительные средства обладают комбинированным воздействием на процесс горения, но в итоге при их использовании тепловой баланс смещается в сторону превышения теплоотвода над тепловыделением. Для любого средства тушения характерны чаще всего один – два доминирующих механизма. Следует помнить, что преимущественный механизм может изменяться в зависимости от того, подается ли огнетушащее средство в зону горения или на горящий материал. Во всех случаях стремятся к снижению температуры пламени ниже температуры потухания.
3. При изучении основных видов огнетушащих средств (вода, пены, порошки, негорючие газы) учебный материал целесообразно разбить на следующие блоки: механизм огнетушащего действия (преимущественный и сопутствующие), положительные стороны использования, отрицательные моменты при использовании огнетушащего средства.
4. Для лучшего запоминания классификаций огнетушащих средств их необходимо изобразить в виде схемы.

#### Разделы для самостоятельного изучения

1. «Тушение газов, жидкостей, твердых веществ». Данный материал изложен в [1] на странице 242.
2. «Синергетический эффект огнетушащего действия веществ комбинированного действия». Данный материал изложен в [1] на страницах 268-271.

## Вопросы для самоконтроля

1. Назовите известные вам средства тушения, применяемые в практике, каковы механизмы их действия на процесс горения?
2. В чем состоят особенности тушения водой твердых горючих материалов, жидкостей, газов?
3. Дайте классификацию огнетушащих средств по агрегатному состоянию.
4. Приведите классификация огнетушащих средств по доминирующему механизму прекращения горения.
5. Достоинства и недостатки воды как огнетушащего средства. В каких случаях нельзя применять воду для тушения?
6. Механизм прекращения горения водой.
7. Способы подачи воды для тушения пожаров.
8. Пены: определение, способы получения.
9. Классификация ПАВ по способу диссоциации в воде.
10. Классификация ПАВ по физическому воздействию на поверхность раздела фаз.
11. Классификация пенообразователей.
12. Структура пены. Изменение структуры пены при ее старении.
13. Кратность пены. Классификация пен по их кратности.
14. Дисперсность пены. Взаимосвязь кратности и дисперсности пены.
15. Стойкость пены, ее показатели.
16. Вязкость и электропроводность пен.
17. Механизм разрушения пены.
18. Механизм прекращения горения пеной. Основные процессы.
19. Достоинства и отрицательные свойства порошковых огнетушащих средств.
20. Механизм прекращения горения порошковыми огнетушащими средствами.
21. Состав и способы подачи порошковых огнетушащих средств для тушения пожаров.
22. Достоинства и недостатки химически активных ингибиторов, как огнетушащих средств.
23. Механизм прекращения горения химически активными ингибиторами.
24. Состав и способы подачи химически активных ингибиторов для тушения пожаров.
25. Применение инертных газов в качестве огнетушащих средств.

В рамках данной темы предусмотрено выполнение трех лабораторных работ «Исследование физико-химических свойств воздушно-механической пены», «Исследование зависимости стойкости воздушно-механической пены от температуры пенообразующего раствора», «Исследование свойств огнегасящих средств» [3].

Для подготовки к данной лабораторной работе необходимо:

- изучить теоретический материал по теме «Огнетушащие вещества: природа, состав, области применения, механизм огнетушащего действия» [1, 2];
- уметь ответить на контрольные вопросы и знать определения основных понятий;

- в тетради для лабораторных работ оформить отчет: название работы, цели работы, материально-техническое обеспечение, теоретические основы работы (физико-химические свойства пен: структура, кратность, дисперсность, вязкость, теплопроводность, электропроводность, стойкость; применение пен).

**Опорные термины:** структура пены, кратность пены, дисперсность пены, вязкость пены, теплопроводность пены, электропроводность пены, стойкость пены.

#### Контрольные вопросы

1. Пены как физико–химические системы.
2. Структура пены. Изменение структуры пены при ее старении.
3. Кратность пены. Классификация пен по их кратности.
4. Дисперсность пены. Взаимосвязь кратности и дисперсности пены.
5. Стойкость пены, ее показатели.
6. Механизм разрушения пены.
7. Зависимость стойкости пены от ее свойств.
8. Пенообразователи и пенообразующая способность раствора.
9. Механизм прекращения горения пеной. Основные процессы.
10. Сопутствующие процессы при тушении горения пеной.
11. Пенообразователи первого и второго рода.

#### Тема. Параметры прекращения горения

В рамках данной темы учебный материал реализуется на практических занятиях. Для успешного освоения учебного материала рекомендуется:

1. Изучите тему с использованием материала практических занятий и учебной литературы [2, 4].
2. Заучите определения основных понятий.
3. Разберите методики решения задач по расчету интенсивности подачи, удельного расхода огнетушащего вещества, показателя эффективности тушения, теоретических удельных расходов, интенсивности подачи и других параметров тушения газовых фонтанов, горючих жидкостей, твердых материалов водой и негорючими газами, коэффициента использования огнетушащих средств.

#### Контрольные вопросы

1. Назовите основные процессы, протекающие при тушении жидкостей пенами.
2. Как сильно влияет кратность пены на интенсивность ее разрушения?
3. Какую роль играет разрушение пены в процессе тушения жидкостей?
4. Какие параметры пены определяют ее огнетушащую эффективность?
5. Что такое минимальная высота слоя пены? От чего она зависит?



## **Перечень литературы и учебно-методических материалов для подготовки к занятиям**

### **Основная:**

1. Марков В.Ф. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей образовательных учреждений МЧС России / В.Ф. Марков, Л.Н. Маскаева, М.П. Миронов, С.Н. Пазникова, Екатеринбург: УрО РАН.2009. - 274 с.

### **Дополнительная:**

2. Сторонкина О.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учебное пособие / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова – Иваново: ООНИ ЭКО ИПСА ГПС МЧС России, 2020. – 146 с.

3. Сторонкина О.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: практикум / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова – Иваново: ООНИ ЭКО ИПСА ГПС МЧС России, 2020. – 51 с.

4. Сторонкина О.Е. Руководство по расчету параметров пожара и тушения горючих веществ и материалов: методические указания / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 36 с.

5. Мочалова Т.А. Задания и методические указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» / Т.А. Мочалова, Н.А. Таратанов, Д.В. Батов, - Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2013. - 47 с.

6. Наумов А.В. Сборник задач по основам тактики тушения пожаров: учебное пособие / А.В. Наумов, Ю.П. Самохвалов, А.О. Семенов; под общ. ред. М.М. Верзилина. – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2010. – 185 с.

7. Терещев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. – М.: ПожКнига, 2004. – 248 с., ил. – Пожарная тактика.

8. Таубкин С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы. – М., 1999. – 600 с.

### **Электронные ресурсы:**

9. Цифровая среда Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. – Режим доступа: <http://192.168.32.106/eduserver/>

## Логические принципы построения решения задач

Приступая к решению задачи, каждый человек воспринимает и обрабатывает в своем сознании информацию, заложенную в условии задачи. Для оптимального выполнения этой деятельности рекомендуем ряд приемов.

1. При прочтении задачи необходимо определить тему, на материале которой построено условие задачи. Это может быть не только материал, включенный, по существу, в вопрос задач, но и скрытый в ее условии, то есть требующий дополнительных знаний уже пройденного ранее материала (что чаще всего и бывает). Таким образом, этим вы отвечаете на вопрос, какие знания потребуются для решения задачи.
2. Содержанием следующего этапа деятельности является выделение конкретных формул, из которых можно найти искомую величину. Далее следует определить, какие величины в конечной формуле оказываются неизвестными, и записать выражения, из которых они могут быть найдены.
3. Далее определяют, какие данные необходимо найти в справочниках, при необходимости привести размерность этих величин к используемым в расчетных формулах.
4. Затем приступайте к численному решению задачи.