



МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

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

кафедра химии и процессов горения

## **ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА**

Методические рекомендации по изучению дисциплины

Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза

Екатеринбург  
2022

**Теория горения и взрыва** [Электронный ресурс] : методические рекомендации по изучению дисциплины. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / сост. А.В. Кокшаров. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 14 с.

*Составитель:* Кокшаров А.В., доцент кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, к.х.н.

Методические рекомендации разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины «Теория горения и взрыва» по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза. В пособии рассмотрена структура дисциплины, даны рекомендации по изучению разделов и тем, представлен список основной и дополнительной литературы.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. Планируемые результаты обучения по дисциплине.....	5
2. Структура дисциплины .....	5
3. Рекомендации по темам дисциплины .....	7
4. Рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
Литература .....	13

## ВВЕДЕНИЕ

Целью методических рекомендаций является подготовка обучаемых к изучению дисциплины, формированию представлений о её структуре, видах занятий и текущем контроле сформированности компетенций.

Методические рекомендации по дисциплине «Теория горения и взрыва» по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза (уровень специалитета), составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по данной специальности и рабочей программы дисциплины «Теория горения и взрыва».

Целью освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» является формирование современных научных представлений о возникновении, распространении, прекращении горения и условиях возникновения пожароопасной среды, которые необходимы для проведения пожарно-технической экспертизы и расследования пожаров.

Для достижения данной цели предусматривается решение следующих задач:

- развить способности к познавательной, поисковой и исследовательской деятельности.
- сформировать навыки применения знаний при решении профессиональных задач;
- сформировать основные представления о природе процесса горения и изучить физико-химические основы возникновения, развития и прекращения горения;
- освоить расчётные методики основных параметров горения, показателей пожарной опасности веществ;
- развить способности обобщать, систематизировать материал, делать выводы, предсказывать пожаровзрывоопасное поведение веществ в различных условиях.

В результате изучения курса теории горения и взрыва, обучающиеся должны приобрести знания, которые помогут решать профессиональные вопросы, связанные с обеспечением пожарной безопасности, а также выявление возможных причин возникновения пожара.

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций специалиста, которые могут быть сформированы при достижении определённых результатов обучения и выражаются в определённых знаниях, умениях и навыках, которые представлены в таблице ниже.

Содержание компетенции	Результат освоения образовательной программы	Результат обучения по дисциплине
<b>РО-2.2:</b> Способен осуществлять предварительное расследование преступлений	<b>ПК-3:</b> Способность устанавливать обстоятельства происшествий, связанных с пожарами	Знать: особенности горения различных веществ и материалов. Уметь: моделировать и прогнозировать возможность образования пожароопасной среды. Владеть: способностью участвовать в качестве специалиста при расследовании пожаров
<b>РО-4.1:</b> Способность производства судебных инженерно-технических экспертиз и исследований по уголовным, гражданским делам и делам об административных правонарушениях	<b>ПК-11:</b> Способность выявлять закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения на пожарах, динамики пожаров	Знать: условия образования пожароопасной среды и источники зажигания. Уметь: давать заключение о наличии пожароопасных условий. Владеть: методами оценки пожарной опасности, способности предсказывать поведение веществ и материалов в окислительных средах
<b>РО-4.1:</b> Способность производства судебных инженерно-технических экспертиз и исследований по уголовным, гражданским делам и делам об административных правонарушениях	<b>ПКс-1:</b> Способность производства судебной пожарно-технической экспертизы и исследований по уголовным, гражданским делам и делам об административных правонарушениях	Знать: методики исследования пожарной опасности веществ и материалов. Уметь: пользоваться измерительным оборудованием и проводить необходимые исследования веществ и материалов. Владеть: навыками интерпретации результатов, полученных, при проведении инструментальных анализов

## 2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 часа. В таблицах представлен порядок изучения дисциплины и формы текущего и промежуточного контроля.

## Очная форма обучения

Но- мер темы	Наименование разделов, тем и форм контроля
<b>РАЗДЕЛ 1. Основные представления о горении</b>	
1	Основы процессов горения
	<b>Отчёт по лабораторной работе №1</b>
	<b>Коллоквиум по теме 1</b>
2	Материальный баланс процессов горения
3	Тепловой баланс процессов горения
	<b>Письменная контрольная работа по разделу 1.</b>
<b>РАЗДЕЛ 2. Возникновение горения</b>	
4	Самовоспламенение горючих систем
5	Самовозгорание горючих систем
	<b>Отчёт по лабораторной работе №2</b>
	<b>Коллоквиум по теме 4 и 5</b>
6	Зажигание парогазовых горючих систем
<b>РАЗДЕЛ 3. Распространение и прекращение горения</b>	
7	Горение газов
8	Горение жидкостей
	<b>Отчёт по лабораторной работе №3</b>
	<b>Коллоквиум по теме 7 и 8</b>
9	Горение твердых горючих материалов
	<b>Отчёт по лабораторной работе №4</b>
	<b>Коллоквиум по теме 9</b>
10	Горение пылей
11	Система показателей пожарной опасности веществ и материалов
12	Основные представления тепловой теории гашения пламени
<b>РАЗДЕЛ 4. Взрыв и взрывчатые вещества</b>	
13	Ударные волны и детонация. Явление взрыва
14	Классификация и общая характеристика взрывчатых веществ
	<b>КУРСОВАЯ РАБОТА</b>
	<b>Контроль самостоятельной работы</b>
	<b>Экзамен</b>

Таким образом, в процессе обучения студентам необходимо выполнить

и подготовить отчёты по четырём лабораторным работам, сдать четыре коллоквиума, две контрольные работы и контроль самостоятельной работы на положительные оценки, а также выполнить курсовую работу. После чего они допускаются к сдаче экзамена.

Следует отметить, что кафедрой подготовлены методические пособия для подготовки к текущему и промежуточному контролю знаний, методические рекомендации по выполнению курсовой работы, выходные данные которых представлены в разделе «Литература».

### **3. Рекомендации по темам дисциплины**

В данном разделе методических рекомендаций приведено содержание разделов и тем, которое необходимо для самостоятельного изучения материала в случае пропуска занятий и вопросов, выносимых на самоподготовку.

#### **РАЗДЕЛ 1. Основные представления о горении**

##### **Тема 1. Основы процессов горения**

Физико-химические основы горения. Теории горения: тепловая, цепная, диффузионная. Химические реакции горения, их особенности и механизм. Горение в воздухе, состав воздуха. Необходимые и достаточные условия для горения. Виды пламени и скорости его распространения, температура пламени, излучение пламени, виды пламен. Химические процессы, протекающие в пламени (разложение, окисление, диссоциация, ионизация молекул). Классификация процессов горения: гомогенное и гетерогенное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное. Определение характера свечения пламени, составление уравнений реакций горения горючих веществ различного состава в воздухе, дым и его характеристики.

##### **Тема 2. Материальный баланс процессов горения**

Воздух, необходимый для горения индивидуальных веществ и сложных смесей. Избыток воздуха и коэффициент избытка воздуха. Расчет объема воздуха, объема и состава продуктов горения при горении индивидуальных веществ, газовых смесей и конденсированных веществ сложного состава. Газовые законы, решение задач на расчет объема воздуха, объема и состава продуктов горения.

### **Тема 3. Тепловой баланс процессов горения**

Теплота сгорания и ее расчет по следствию из закона Гесса и формулам Д.И. Менделеева (низшая и высшая теплоты сгорания). Температура горения: калориметрическая, адиабатическая, теоретическая, действительная. Расчет температуры горения. Понятие о теплоте образования веществ, расчёт теплоты сгорания и температуры горения веществ и материалов.

## **РАЗДЕЛ 2. Воспламенение горючих систем**

### **Тема 4. Самовоспламенение горючих систем**

Условия возникновения и развития процессов горения. Самовоспламенение. Цепной и тепловой механизмы самовоспламенения. Условие самовоспламенения согласно тепловой и цепной теорий. Индукционный период самовоспламенения и его зависимость от различных факторов.

Температура самовоспламенения и её зависимость от различных факторов (влияние концентрации горючего вещества, объема и формы сосуда, давления, содержания инертных газов и химически активных ингибиторов). Влияние дисперсности вещества на температуру его самовоспламенения. Практическое значение температуры самовоспламенения, экспериментальные и расчетные методы определения температуры самовоспламенения паров и газов в воздухе.

### **Тема 5. Самовозгорание горючих систем**

Тепловая теория самовозгорания. Виды самовозгорания. Температуры самонагревания и тления. Самовозгорание масел и жиров, понятие йодного числа и метод его расчета. Самовозгорание каменного угля. Самовозгорание торфа\*. Самовозгорание химических веществ. Меры по предотвращению самовозгорания. Применение беспилотных летательных аппаратов для обнаружения очагов возгорания торфяников.

### **Тема 6. Зажигание парогазовых горючих систем**

Виды источников зажигания. Общие и отличительные особенности процессов самовоспламенения и зажигания. Зажигание нагретым телом и электрической искрой. Критическое условие зажигания. Особенности зажигания горючих веществ, находящихся в различных агрегатных состояниях. Тепловая теория зажигания. Анализ влияния состава горючей смеси, давления, наличия

флегматизаторов на температуру зажигания. Минимальная энергия зажигания и её зависимость от различных факторов.

### **РАЗДЕЛ 3. Распространение и прекращение горения**

#### **Тема 7. Горение газов**

Общие закономерности кинетического режима горения. Нормальная скорость распространения пламени и факторы, влияющие на ее величину (химическая природа горючего газа, исходная температура, наличие флегматизаторов и ингибиторов). Механизм распространения пламени в горючих газоз воздушных смесях. Стехиометрическая концентрация газа. Концентрационные пределы распространения пламени и их зависимость от различных факторов. Экспериментальный и расчётные методы определения концентрационных пределов распространения пламени. Предельно допустимая взрывобезопасная концентрация. Минимальная флегматизирующая концентрация.

#### **Тема 8. Горение жидкостей**

Условия возникновения горения жидкостей. Давление насыщенного пара. Скорость испарения жидкостей и её зависимость от различных факторов. Температура вспышки и температура воспламенения жидкостей, методы их расчёта и экспериментального определения. Классификация жидкостей и категорийность помещений по пожарной опасности. Температурные пределы распространения пламени. Взрывобезопасный температурный режим. Массовая и линейная скорости выгорания: методы расчета и экспериментального определения. Зависимость скорости выгорания от различных факторов (химической природы жидкости, концентрации, уровня жидкости в резервуаре, скорости воздушного потока над поверхностью, диаметра резервуара (горелки)). Распределение температуры в горящей жидкости. Типы прогрева жидкостей. Вскипание и выброс жидкостей, причины и меры по предупреждению.

#### **Тема 9. Горение твердых горючих материалов**

Химические основы процессов термического разложения твёрдых горючих материалов. Горение древесины и угля. Гомогенный и гетерогенный режимы горения древесины. Стадии горения древесины. Пиролиз древесины. Особенности горения полимерных материалов. Группы горючести, метод расчета коэффициента горючести. Индекс распространения пламени, его опреде-

ление и использование для характеристики твердых веществ. Показатель возгораемости и кислородный индекс. Особенности горения металлов. Показатели пожарной опасности твёрдых веществ. Огнезащитные покрытия.

### **Тема 10. Горение пылей**

Пыли и их свойства. Классификация пылей по пожаровзрывоопасности. Особенности горения и причины взрывов пылей. Показатели пожарной опасности пылей.

### **Тема 11. Система показателей пожарной опасности веществ и материалов**

Пожарная опасность веществ и материалов. Классификация пожаровзрывоопасных веществ. Основные показатели пожарной опасности горючих газов, аэродисперсных систем, жидкостей, твердых веществ. Их взаимосвязь и методы расчета. Оценка пожарной опасности веществ и материалов в газообразном, жидком, твёрдом и пылевидном состояниях.

### **Тема 12. Основные представления тепловой теории гашения пламени**

Тепловая теория прекращения горения. Графическая схема реализации тепловой теории прекращения горения. Зависимость скорости тепловыделения и теплоотвода от температуры. Температура гашения и способы ее достижения. Основные механизмы прекращения процесса горения. Теория активных столкновений, теория активированного комплекса (роль энергии активации). Основные приёмы и способы, используемые для прекращения горения. Принцип работы огнепреградителей, виды огнепреградителей. Критический огнегасящий диаметр.

## **РАЗДЕЛ 4. Взрыв и взрывчатые вещества**

### **Тема 13. Ударные волны и детонация. Явление взрыва**

Режимы протекания реакций окисления. Условия перехода дефлаграционного горения в детонацию. Механизм образования ударной волны, форма ударной волны, параметры ударной волны. Взрывы: типы взрывов, физические и химические взрывы. Отличия механизмов дефлаграционного горения и взрыва. Максимальное давление взрыва и скорость нарастания давления при взрыве как показатели пожаровзрывоопасности горючих систем. Избыточное давление взрыва.

## **Тема 14. Классификация и общая характеристика взрывчатых веществ**

Классификация взрывчатых веществ. Характеристики взрывчатых веществ. Бризантное и фугасное действия взрыва. Теоретические и экспериментальные методы оценки фугасности и бризантности взрывчатых веществ. Оценка чувствительности взрывчатых веществ к механическим воздействиям (удар и трение) и электрическому импульсу. Тротиловый эквивалент, кислородный коэффициент и кислородный баланс взрывчатых веществ. Применение робототехники для обезвреживания конденсированных взрывчатых веществ.

#### **4. Рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

2. Ознакомление с терминами, понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

3. Определение вопросов, терминов, материала, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на практическом занятии.

4. Просмотр рекомендуемой литературы.

5. Выполнение заданий для самостоятельной работы.

6. Аккуратное и своевременное ведение рабочей тетради на практических занятиях.

7. При подготовке к экзамену, коллоквиуму и контрольным работам необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

## **Литература**

1. Адамян, В. Л. Теория горения и взрыва : учебное пособие для вузов / В. Л. Адамян. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-7342-7. — Текст : электронный // Лань : ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158953>
2. Теория горения и взрыва: практикум : учеб. специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / авт.сост. Е. В. Гайнуллина О. В. Беззапонная, М.Л. Кондратьева - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2021. - 87 с.

## **Дополнительная литература**

1. Гайнуллина Е. В. Теория горения и взрыва : информационно-справочный материал. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. : Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2020. - 52 с.
2. Гайнуллина Е.В. Оценка пожарной опасности веществ и материалов [Текст] : учебное пособие. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / Е. В. Гайнуллина, А. В. Кокшаров – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 54 с.;
3. Гельфанд, Б. Е. Взрывобезопасность : учебник / Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников; под ред. В. С. Артамонова. - СПб. : Астерион, 2006. - 392 с.
4. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов» М.: Изд-во стандартов. 1990. 143 с. Режим доступа: <http://mobileonline.garant.ru/#/document/2321321>.
5. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [\\172.16.1.12\GarantClient\garant.exe](http://172.16.1.12\GarantClient\garant.exe).
6. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. От 02.07.13) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Новосибирск : норматика, 2016.–112с.  
Режим доступа: <http://mobileonline.garant.ru/#/document/12161584:1>.
7. Корольченко, А. Я. Процессы горения взрыва / А. .Я. Корольченко. - М. : Пожнаука, 2007. - 266 с.