

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 08.07.2025 16:13:22

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА**

**Специалитет по специальности**

**20.05.01 Пожарная безопасность**

**направленность (профиль) «Пожаротушение»**

**Санкт-Петербург**

## 1. Цели и задачи дисциплины

### **Цели освоения дисциплины:**

- формирование у обучаемых необходимых научных представлений о горении и взрыве, как основных процессах на пожаре, глубокого понимания этих явлений;
- приобретение необходимого объема общих знаний по теории теплового и цепного взрыва, детонации и ударных волн, условиям возникновения и распространения пламени, параметрам горения газов, жидкостей, пылей и твердых горючих материалов условий перехода горения во взрыв, методам расчетов объема и состава продуктов горения, теплоты и температуры горения, основных показателей пожарной опасности;
- приобретение необходимого объема специальных знаний по классификации и пожароопасным свойствам веществ и материалов, о механизмах процессов развития и тушения пожаров.

### **Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины**

| Компетенции   | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>УК-1</b>   | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>ОПК-4</b>  | Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в областях техносферной безопасности, охраны труда, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с обеспечением безопасных условий и охраны труда, пожарной безопасности, защитой окружающей среды |
| <b>ОПК-11</b> | Способен формулировать и решать научно-технические задачи по обеспечению безопасных условий и охраны труда в областях пожарной безопасности, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, спасения человека, защиты окружающей среды                                                                                                                                       |

### **Задачи дисциплины:**

- формирование научного мировоззрения, базирующегося на научных представлениях о горении и взрыве;
- формирование умения применять полученные знания для объяснения процессов, протекающих на пожаре;
- изучение физико-химических основ оценки пожарной опасности, условий развития, распространения и прекращения горения при пожарах, определение пожарной опасности веществ и материалов,
- формирование умения научно-обоснованного выбора огнетушащих веществ для тушения пожаров.

- развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельного приобретения знаний с использованием различных источников информации, в том числе компьютерных.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Индикаторы достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                      | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Универсальная компетенция системное и критическое мышление                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| УК-1.1. Владение принципами сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач                                                                                                                                                                       | Владеет принципами сбора, отбора и обобщения информации.<br>Владеет методикой системного подхода для решения профессиональных задач                                                                                                                                                          |
| УК-1.2. Способность анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности                                                                                                                          | Способен анализировать и систематизировать разнородные данные<br>Способен оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности                                                                                                                |
| УК-1.3. Владение навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками, методами принятия решений                                                                                                                                                                               | Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками<br>Владеет методами принятия решений                                                                                                                                                                    |
| ОПК-4.1. Знание современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства для решения задач профессиональной деятельности, связанной с обеспечением безопасных условий и охраны труда, пожарной безопасности, защитой окружающей среды                      | Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства для решения задач профессиональной деятельности, связанной с обеспечением безопасных условий и охраны труда, пожарной безопасности, защитой окружающей среды                     |
| ОПК-4.2. Умение выбирать современные измерительную и вычислительную технику, информационные технологии и программные средства, средства обеспечения пожарной безопасности объектов и оповещения людей, в том числе отечественного производства для решения типовых задач профессиональной деятельности | Умеет выбирать современные измерительную и вычислительную технику, информационные технологии и программные средства, средства обеспечения пожарной безопасности объектов и оповещения людей, в том числе отечественного производства для решения типовых задач профессиональной деятельности |
| ОПК-4.3. Способность моделировать организационные, тактические, технологические, технические процессы и системы с целью оптимизации системы обеспечения пожарной безопасности в рамках профессиональной деятельности для решения задач пожарной безопасности, в                                        | Способен моделировать организационные, тактические, технологические, технические процессы и системы с целью оптимизации системы обеспечения пожарной безопасности в рамках профессиональной деятельности для решения задач пожарной                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| том числе с применением средств автоматизированного проектирования                                                                                                                                                                                                                                                          | безопасности, в том числе с применением средств автоматизированного проектирования                                                                                                                                                                                                                               |
| ОПК-11.1. Знание норм федерального законодательства Российской Федерации о пожарной безопасности, технического регламента о требованиях пожарной безопасности, защиты населения и территорий.                                                                                                                               | Знает нормы федерального законодательства Российской Федерации о пожарной безопасности.                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Знает технический регламент о требованиях пожарной безопасности, защиты населения и территорий.                                                                                                                                                                                                                  |
| ОПК-11.2. Умение сформулировать научно-технические задачи исходя из сложившихся на объекте условий охраны труда в области пожарной безопасности, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, спасения человека, защиты окружающей среды.                                                                                  | Умеет сформулировать научно-технические задачи исходя из сложившихся на объекте условий охраны труда в области пожарной безопасности, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, спасения человека, защиты окружающей среды.                                                                                  |
| ОПК-11.3. Владение навыками решения научно-технических задач по обеспечению безопасных условий и охраны труда в областях пожарной безопасности, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, спасения человека, защиты окружающей среды, в том числе для которых отсутствуют нормативные требования пожарной безопасности. | Владеет навыками решения научно-технических задач по обеспечению безопасных условий и охраны труда в областях пожарной безопасности, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, спасения человека, защиты окружающей среды, в том числе для которых отсутствуют нормативные требования пожарной безопасности. |

### **3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, направленность (профиль) «Пожаротушение»

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 часов.

##### 4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения

###### для очной формы обучения

| Вид учебной работы                              | Трудоемкость |     |              |
|-------------------------------------------------|--------------|-----|--------------|
|                                                 | з.е.         | час | по семестрам |
|                                                 |              |     | 4            |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 4            | 144 | 144          |
| Контактная работа, в том числе:                 |              | 56  | 56           |
| <b>Аудиторные занятия</b>                       |              | 54  | 54           |
| Лекции (Л)                                      |              | 10  | 10           |
| Практические занятия (ПЗ)                       |              | 20  | 20           |
| Семинарские занятия (СЗ)                        |              | -   | -            |
| Лабораторные работы (ЛР)                        |              | 24  | 24           |
| Консультации перед экзаменом                    |              | 2   | 2            |
| Курсовая работа (проект)                        |              | -   | -            |
| <b>Самостоятельная работа (СРС)</b>             |              | 52  | 52           |
| <b>Зачет</b>                                    |              | -   | -            |
| <b>Экзамен</b>                                  |              | 36  | 36           |

###### для заочной формы обучения

| Вид учебной работы                              | Трудоемкость |     |           |     |
|-------------------------------------------------|--------------|-----|-----------|-----|
|                                                 | з.е.         | час | по курсам |     |
|                                                 |              |     | 2         | 3   |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 4            | 144 | 36        | 144 |
| Контактная работа, в том числе:                 |              | 18  | 2         | 16  |
| <b>Аудиторные занятия</b>                       |              | 16  | 2         | 14  |
| Лекции (Л)                                      |              | 2   | 2         |     |
| Практические занятия (ПЗ)                       |              | 10  |           | 10  |
| Семинарские занятия (СЗ)                        |              | -   |           | -   |
| Лабораторные работы (ЛР)                        |              | 4   |           | 4   |
| Консультации перед экзаменом                    |              | 2   |           | 2   |
| Курсовая работа (проект)                        |              | -   |           | -   |
| <b>Самостоятельная работа (СРС)</b>             |              | 117 | 34        | 83  |
| <b>Зачет</b>                                    |              | -   |           | -   |
| <b>Экзамен</b>                                  |              | 9   |           | 9   |

**4.2 Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**для очной формы обучения**

| №<br>п/п     | Наименование тем                                      | Всего часов | Количество часов<br>по видам занятий |              |                        | Консультации | Контроль  | Самостоятельная<br>работа |
|--------------|-------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|--------------|------------------------|--------------|-----------|---------------------------|
|              |                                                       |             | Лекции                               | Практические | Лабораторные<br>работы |              |           |                           |
| 1            | 2                                                     | 3           | 4                                    | 5            | 6                      | 8            |           | 9                         |
| 1.           | Тема № 1. Физико-химическая природа процессов горения | 28          | 2                                    | 10           | 6                      | -            |           | 10                        |
| 2.           | Тема № 2. Самовоспламенение                           | 20          | 2                                    | 2            | 6                      | -            |           | 10                        |
| 3.           | Тема № 3. Самовозгорание                              | 20          | 2                                    | 2            | 6                      | -            |           | 10                        |
| 4.           | Тема № 4. Вынужденное воспламенение (зажигание)       | 18          | 2                                    |              | 6                      | -            |           | 10                        |
| 5.           | Тема № 5. Взрывы. Ударные волны и детонация           | 20          | 2                                    | 6            |                        | -            |           | 12                        |
| Консультация |                                                       | 2           | -                                    | -            | -                      | 2            |           | -                         |
| Экзамен      |                                                       | 36          | -                                    | -            | -                      | -            | 36        | -                         |
| <b>Итого</b> |                                                       | <b>144</b>  | <b>10</b>                            | <b>20</b>    | <b>24</b>              | <b>2</b>     | <b>36</b> | <b>52</b>                 |

### для заочной формы обучения

| №<br>п/п     | Наименование тем                                      | Всего часов | Количество часов<br>по видам занятий |                      |                        | Консультация | Контроль | Самостоятельная<br>Работа |
|--------------|-------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------------|------------------------|--------------|----------|---------------------------|
|              |                                                       |             | Лекции                               | Практические занятия | Лабораторные<br>работы |              |          |                           |
| 1            | 2                                                     | 3           | 4                                    | 5                    | 6                      | 7            | 8        | 9                         |
| 1.           | Тема № 1. Физико-химическая природа процессов горения | 36          | 2                                    |                      |                        |              |          | 34                        |
| <b>Итого</b> |                                                       | 36          | 2                                    |                      |                        |              |          | 34                        |
| 2.           | Тема № 1. Физико-химическая природа процессов горения | 20          |                                      | 2                    | 2                      |              |          | 16                        |
| 3.           | Тема № 2. Самовоспламенение                           | 20          |                                      | 2                    | 2                      |              |          | 16                        |
| 4.           | Тема № 3. Самовозгорание                              | 18          |                                      | 2                    |                        |              |          | 16                        |
| 5.           | Тема № 4. Вынужденное воспламенение (зажигание)       | 18          |                                      | 2                    |                        |              |          | 16                        |
| 6.           | Тема № 5. Взрывы. Ударные волны и детонация           | 21          |                                      | 2                    |                        |              |          | 19                        |
| Консультация |                                                       | 2           |                                      |                      |                        | 2            |          |                           |
| Экзамен      |                                                       | 9           |                                      |                      |                        |              | 9        |                           |
| <b>Итого</b> |                                                       | <b>108</b>  |                                      | <b>10</b>            | <b>4</b>               | <b>2</b>     | <b>9</b> | <b>83</b>                 |
| <b>Всего</b> |                                                       | <b>144</b>  | <b>2</b>                             | <b>10</b>            | <b>4</b>               | <b>2</b>     | <b>9</b> | <b>117</b>                |

### 4.3 Содержание дисциплины для обучающихся очная форма обучения

#### ТЕМА № 1. Физико-химическая природа процессов горения

**Лекция.** Горение - основной процесс на пожаре. Пламя, его свойства и характеристики. Современные проблемы обеспечения пожарной безопасности на промышленных хозяйственных объектах.

Исторический обзор науки о горении. Роль российской научной школы. Предмет, теоретическая база и связь с другими дисциплинами.

Физико-химические основы горения; виды пламени и скорости его распространения; условия возникновения и развития процессов горения. Основные виды горючего, окислителей и источников зажигания.

Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления. Диффузионное горение в воздухе – как основной процесс на пожарах. Пламя, температура пламен, и их излучение.

Классификация процессов горения газов, жидкостей и твердых веществ: гомогенное и гетерогенное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное, особенности каждого вида горения.

Материальный баланс процессов горения. Брутто-уравнение реакции горения. Расход воздуха на горение. Стехиометрический состав горючей смеси. Коэффициент избытка воздуха, объем и состав продуктов горения. Химический и физический недожог. Дым и его основные характеристики, коэффициент дымообразования.

**Практическое занятие.** Горение веществ в атмосфере воздуха.

Материальный баланс процессов горения.

Тепловой баланс процессов горения.

Расчет температуры горения.

**Лабораторная работа.** Исследование режимов горения.

**Самостоятельная работа.** Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления. Пожар, основные явления, протекающие на пожаре (выделение теплоты и продуктов горения, конвективный массо-(газо)-обмен, теплоизлучение зоны горения). Явления, сопровождающие пожар, Опасные факторы пожара и их воздействие на человека.

Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

## **ТЕМА № 2. Самовоспламенение**

**Лекция.** Самовоспламенение. Экспериментальные и расчетные методы определения температуры самовоспламенения газов, паров и пылей в воздухе. Минимальная, стандартная, критическая и истинная температура самовоспламенения.

**Практические занятия.** Температура самовоспламенения веществ и материалов.

**Лабораторная работа.** Температура самовоспламенения горючих жидкостей.

**Самостоятельная работа.** Самовоспламенение. Экспериментальные и расчетные методы определения температуры самовоспламенения газов, паров и пылей в воздухе. Минимальная, стандартная, критическая и истинная температура самовоспламенения.

Радикально-цепной механизм процессов окисления и его основные закономерности. Элементы тепловой теории самовоспламенения горючих смесей. Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение и методы ее определения. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.

Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение и методы ее определения. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

### **ТЕМА № 3. Самовозгорание**

**Лекция.** Самовозгорание. Самовозгорание жиров и масел, твердых горючих ископаемых, продуктов растительного происхождения. Критические условия самовозгорания, период индукции.

**Практическое занятие.** Самовозгорание химических веществ при взаимодействии с кислородом воздуха, водой и при контакте друг с другом.

**Лабораторная работа.** Самовозгорание жиров и масел. Определение йодного числа.

**Самостоятельная работа.** Самовозгорание. Самовозгорание жиров и масел, твердых горючих ископаемых, продуктов растительного происхождения. Критические условия самовозгорания, период индукции. Самовозгорание жиров и масел. Определение йодного числа. Отличие процессов самовозгорания от процессов самовоспламенения и зажигания. Определение самовозгорания и самонагревания. Механизм процессов теплового самовозгорания веществ. Самовозгорание химических веществ при взаимодействии с кислородом воздуха, водой и при контакте друг с другом.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

### **ТЕМА № 4 . Вынужденное воспламенение (зажигание)**

**Лекция.** Вынужденное воспламенение. Критические условия зажигания. Эквивалентный критический радиус сферы и критическое количество теплоты. Минимальная энергия зажигания.

**Лабораторная работа.** Вынужденное воспламенение.

**Самостоятельная работа.** Вынужденное воспламенение. Критические условия зажигания. Эквивалентный критический радиус сферы и критическое количество теплоты. Минимальная энергия зажигания.

Отличие механизма зажигания от самовоспламенения и самовозгорания. Сущность тепловой теории зажигания. Особенности зажигания паровоздушных смесей нагретой поверхностью. Основные виды источников зажигания. Особенности зажигания электрической искрой. Тепловая модель зажигания электрической искрой по Я.Б.Зельдовичу. Минимальная энергия зажигания. Зависимость минимальной энергии зажигания от различных факторов. Практическое применение минимальной энергии зажигания.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

## **ТЕМА № 5 . Взрывы. Ударные волны и детонация**

**Лекция.** Основные сведения о взрывчатых веществах. Основные параметры взрывов газо-, паро- и пылевоздушных смесей. Ударные волны и детонация. Распространение пламени в ограниченном объеме. Расчет давления взрыва. Объемные взрывы газо-, паровоздушных и пылевоздушных смесей. Основные свойства и параметры ударных волн. Тротиловый эквивалент.

**Практическое занятие.** Анализ взрыво-, пожароопасности индивидуальных веществ. Расчет максимального и избыточного давления взрыва. Определение тротилового эквивалента.

**Самостоятельная работа.** Основные сведения о взрывчатых веществах. Основные параметры взрывов газо-, паро- и пылевоздушных смесей. Ударные волны и детонация. Распространение пламени в ограниченном объеме. Расчет давления взрыва. Объемные взрывы газо-, паровоздушных и пылевоздушных смесей. Основные свойства и параметры ударных волн. Тротиловый эквивалент.

Пожаровзрывобезопасные, пожаровзрывоопасные и пожароопасные концентрации горючих газов и паров горючих жидкостей. Физические и химические взрывы, классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций, энергии и мощности, форме ударной волны, длительности импульса. Падение и отражение ударных волн. Объемные взрывы газопаровоздушных и пылевоздушных смесей. Детонация в жидкостях и в твердом теле.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

## **заочная форма обучения**

### **ТЕМА № 1. Физико-химическая природа процессов горения**

**Лекция.** Горение - основной процесс на пожаре. Пламя, его свойства и характеристики. Современные проблемы обеспечения пожарной безопасности на промышленных хозяйственных объектах.

Исторический обзор науки о горении. Роль российской научной школы. Предмет, теоретическая база и связь с другими дисциплинами.

Физико-химические основы горения; виды пламени и скорости его распространения; условия возникновения и развития процессов горения. Основные виды горючего, окислителей и источников зажигания.

Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления. Диффузионное горение в воздухе – как основной процесс на пожарах. Пламя, температура пламен, и их излучение.

Классификация процессов горения газов, жидкостей и твердых веществ: гомогенное и гетерогенное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное, особенности каждого вида горения.

Материальный баланс процессов горения. Брутто-уравнение реакции горения. Расход воздуха на горение. Стехиометрический состав горючей смеси. Коэффициент избытка воздуха, объем и состав продуктов горения. Химический и физический недожог. Дым и его основные характеристики, коэффициент дымообразования.

**Практическое занятие.** Материальный баланс процессов горения.

**Лабораторная работа.** Исследование режимов горения.

**Самостоятельная работа.** Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления. Пожар, основные явления, протекающие на пожаре (выделение теплоты и продуктов горения, конвективный массо-(газо)-обмен, теплоизлучение зоны горения). Явления, сопровождающие пожар, Опасные факторы пожара и их воздействие на человека.

Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

### **ТЕМА № 2. Самовоспламенение**

**Практические занятия.** Температура самовоспламенения веществ и материалов.

**Лабораторная работа.** Температура самовоспламенения горючих жидкостей.

**Самостоятельная работа.** Самовоспламенение. Экспериментальные и расчетные методы определения температуры самовоспламенения газов, паров и пылей в воздухе. Минимальная, стандартная, критическая и истинная температура самовоспламенения.

Радикально-цепной механизм процессов окисления и его основные закономерности. Элементы тепловой теории самовоспламенения горючих смесей. Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение и методы ее определения. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.

Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение и методы ее определения. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

### ТЕМА № 3. Самовозгорание

**Практическое занятие.** Самовозгорание химических веществ при взаимодействии с кислородом воздуха, водой и при контакте друг с другом.

**Самостоятельная работа.** Отличие процессов самовозгорания от процессов самовоспламенения и зажигания. Определение самовозгорания и самонагревания. Механизм процессов теплового самовозгорания веществ. Самовозгорание химических веществ при взаимодействии с кислородом воздуха, водой и при контакте друг с другом.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

### ТЕМА № 4 . Вынужденное воспламенение (зажигание)

**Практическое занятие.** Расчет минимальной энергии зажигания.

**Самостоятельная работа.**

Отличие механизма зажигания от самовоспламенения и самовозгорания. Сущность тепловой теории зажигания. Особенности зажигания паровоздушных смесей нагретой поверхностью. Основные виды источников зажигания. Особенности зажигания электрической искрой. Тепловая модель зажигания электрической искрой по Я.Б.Зельдовичу. Минимальная энергия зажигания.

Зависимость минимальной энергии зажигания от различных факторов.  
Практическое применение минимальной энергии зажигания.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

## **ТЕМА № 5 . Взрывы. Ударные волны и детонация**

**Практическое занятие.** Анализ взрыво-, пожароопасности индивидуальных веществ.

Расчет максимального и избыточного давления взрыва. Определение тротилового эквивалента.

**Самостоятельная работа.** Пожаровзрывобезопасные, пожаровзрывоопасные и пожароопасные концентрации горючих газов и паров горючих жидкостей. Физические и химические взрывы, классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций, энергии и мощности, форме ударной волны, длительности импульса. Падение и отражение ударных волн. Объемные взрывы газопаровоздушных и пылевоздушных смесей. Детонация в жидкостях и в твердом теле.

**Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1-2]

Дополнительная литература: [1-2]

## **5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

При реализации программы дисциплины используются лекционные и практические занятия, лабораторные работы.

Общими целями занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекции являются:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировав внимание на наиболее сложных вопросах;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения. Цель практического занятия: углубить и закрепить знания, полученные на лекции, формирование навыков использования знаний для

решения практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений.

Целями лабораторных занятий являются: формирование исследовательских умений (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование); понимание принципов работы измерительных приборов; приобретение личного опыта работы с измерительной техникой.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

## **6. Оценочные материалы по дисциплине**

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса/решения задач/ тестирования/ отчета по лабораторной работе.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме экзамена.

### **6.1. Примерные оценочные материалы**

#### **Типовые вопросы для опроса:**

1. Дайте определение пожара и назовите необходимые и достаточные условия горения.
2. Приведите примеры простых и сложных веществ:
  - а) горючих и негорючих;
  - б) негорючих, представляющих пожарную опасность;
  - в) представляющих опасность при взаимодействии с водой;
  - г) окислителей;
  - д) восстановителей;
  - е) огнетушащих веществ.
3. Перечислите первичные и вторичные опасные факторы пожара.
4. Что называется горючей средой. В чем особенность образования горючей среды для жидкостей и твердых горючих материалов?
5. Приведите примеры источников тепловыделения различной природы.
6. Какие факторы влияют на скорость реакции горения?
7. Что является основной причиной увеличения скорости реакции при повышении температуры?
8. Что называется взрывом?
9. Приведите примеры физических и химических взрывов.

10. В чем различие механизмов дефлаграционного и детонационного горения?

11. Что называется максимальным давлением взрыва?

12. Что называется избыточным давлением взрыва?

13. Что такое тротиловый эквивалент взрыва?

14. Приведите примеры конденсированных взрывчатых веществ?

### **Типовые задания для тестирования:**

На что расходуется выделяющая теплота реакций окисления?

1. На нагрев стенки сосуда и рассеивание в окружающую среду.

2. На нагрев смеси.

3. На нагрев смеси и рассеивание в окружающую среду.

4. На рассеивание в окружающую среду.

В сосуде какой формы температура самовоспламенения горючей смеси одинакового состава и объема будет максимальной?

1. Куб.

2. Пластина.

3. Цилиндр.

4. Шар.

Как изменяется температура самовоспламенения в гомологическом ряду углеводородов при увеличении их молекулярной массы?

1. Возрастает.

2. Уменьшается.

3. Зависит от формы сосуда.

4. Не меняется.

По какому механизму протекают процессы самовоспламенения?

1. Тепловой.

2. Каталитический.

3. Цепной.

4. Цепной и тепловой.

Для каких веществ температура самовоспламенения является показателем пожарной опасности?

1. Газы.

2. Жидкости.

3. Твердые вещества.

4. Все агрегатные состояния.

### **Типовые задачи:**

1. Рассчитать объем воздуха, необходимый для полного сгорания 20 кг толуола  $C_6H_5CH_3$ . Температура  $50^{\circ}C$ , давление 780 мм рт.ст, коэффициент избытка воздуха 1,6.

2. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 40 м<sup>3</sup> пропена  $C_3H_6$  при стандартных условиях, если коэффициент избытка воздуха равен 2?

3. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 15 кг бутиламина  $C_4H_9NH_2$ ? Температура –  $5^{\circ}C$ , давление 1,1 ат, коэффициент избытка воздуха 1,4.

4. Сгорает  $100\text{ м}^3$  водяного газа, состоящего из 40,0 % оксида углерода, 50,0 % водорода, 4,5 % диоксида углерода, 5,0 % азота и 0,5 % метана. Определить объем воздуха, который необходим для полного сгорания данного количества газовой смеси. Условия нормальные,  $\alpha = 1,4$ .

5. Определить объем воздуха, необходимый для полного сгорания  $50\text{ м}^3$  доменного газа, состоящего из 9,0 % диоксида углерода, 31,0 % оксида углерода, 0,3 % метана, 2,0 % водорода и 57,7 % азота. Условия нормальные,  $\alpha = 1,7$ .

6. Рассчитать объем воздуха, необходимый для полного сгорания  $25\text{ м}^3$  светильного газа, состоящего из 3 % диоксида углерода, 8 % оксида углерода, 35 % метана, 48 % водорода, 3 % азота и 3 % этана. Условия нормальные,  $\alpha = 1,5$ .

7. Какой объем азота содержится в продуктах полного сгорания в воздухе  $10\text{ м}^3$  газовой смеси состава: 25 % ацетилена  $C_2H_2$  и 75 %  $N_2$ . Условия нормальные,  $\alpha = 1$ .

8. Сгорает 14 кг резины, состоящей из 78 % углерода, 9 % водорода, 9 % серы, 1% азота и 3 % кислорода при  $t = 16^{\circ}C$  и  $p = 780\text{ мм рт. ст.}$ ,  $\alpha = 1,9$ . Определить объем и процентный состав выделившихся продуктов горения.

9. Определить объем и процентный состав продуктов горения, образовавшихся при полном сгорании 3 кг нитроклетчатки, состоящей из 28,6 % углерода, 57,1 % кислорода, 3,2 % водорода и 11,1 % азота, при  $t = 20^{\circ}C$  и  $p = 110\text{ КПа}$ ,  $\alpha = 2,0$ .

10. Рассчитать температуру горения бензола, если потери тепла излучением составляют 20 %, а коэффициент избытка воздуха 1,8.

### **Форма отчета по лабораторной работе:**

Отчет о лабораторной работе №\_\_\_\_\_

Название работы:

Цель работы:

Материалы и оборудование, используемые в работе:

Описание образцов исследования:

Исследовательская часть:

Ход исследования: описание методики исследования.

Обработка результатов:

Выводы:

### **Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен:**

1. Дайте определение понятию «горение».
2. Назовите процессы, протекающие при пожаре.
3. Назовите необходимые и достаточные условия для горения.
4. Дайте определение понятию «пожар».

5. В чем отличие кинетического горения от диффузионного горения?
6. Что является движущей силой конвективных потоков на пожаре?
7. Какой процесс лежит в основе горения?
8. Перечислите основные признаки горения.
9. Приведите классификацию горючих материалов.
10. Как в пожарно-технических расчетах записывают химические процессы при горении?
11. От чего зависит скорость химической реакции при горении?
12. Какие физические процессы протекают при горении?
13. Что такое гомогенное горение?
14. Что такое гетерогенное горение?
15. Дайте определение пламени.
16. Охарактеризуйте фронт пламени и процесс в нем происходящие.
17. Что такое горение в ламинарном режиме?
18. Что такое горение в турбулентном режиме?
19. От чего зависит полное время горения?
20. Назовите опасные факторы пожара.
21. Отражает ли суммарное уравнение реакции горения действительно происходящие процессы?
22. Что называется удельным расходом воздуха на горение?
23. Как определяется удельный расход воздуха на горение, если горючее – индивидуальное химическое соединение?
24. Как определяется удельный расход воздуха на горение, если горючее – вещество неизвестного строения, но известного элементного состава?
25. Как называется концентрация горючего, ниже которой горение прекращается?
26. Какие бывают виды горения?
27. Когда наблюдается кинетическое горение?
28. Когда наблюдается диффузионное горение?
29. Изобразите схему распределения продуктов горения в пламени.
30. Изобразите схему распределения паров горючего в пламени.
31. Чем объяснить, что при горении одного и того же вещества может выделяться разное количество теплоты?
32. Дайте определение низшей и высшей теплоты горения.
33. При реальных пожарах выделяется высшая или низшая теплота горения? Почему?
34. Как рассчитать теплоту горения, если горючее – индивидуальное химическое соединение?
35. Как рассчитать теплоту горения, если горючее – вещество неизвестного химического строения, но известного элементного состава?
36. Какие условия принято называть нормальными (давление, температура)?
37. Что такое удельная теплота горения и какова ее размерность?
38. В чем отличие теоретической, калориметрической, адиабатической и действительной температуры горения?

39. Что нужно знать, чтобы рассчитать температуру горения?
40. Как рассчитать в первом приближении температуру горения?
41. Как произвести более точный расчет температуры горения?
42. Чему приблизительно равна температура горения древесины, нефтепродуктов?
43. У каких веществ максимальная температура горения в воздухе?
44. Как влияет природа окислителя на температуру горения? Где она выше: при горении в воздухе, в кислороде или фторе?
45. Что такое самовоспламенение?
46. Какие две основных теории объясняют процесс самовоспламенения?
47. Отличие процессов самовоспламенения от процессов самовозгорания.
48. Радикально-цепной механизм процессов окисления и его основные закономерности.
49. Элементы тепловой теории самовоспламенения горючих смесей.
50. Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение.
51. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.
52. Отличие процессов самонагрева и самовозгорания веществ.
53. Самовозгорание жиров и масел.
54. Что такое йодное число и как оно характеризует склонность масел к самовозгоранию?
55. Самовозгорание углей и продуктов растительного происхождения.
56. Самовозгорание химических веществ (химическое самовозгорание).
57. Какой признак при экспертизе пожаров указывает на причину пожара – самовозгорание?
58. Чем отличается механизм зажигания от самовоспламенения и самовозгорание
59. В чем заключается сущность тепловой теории зажигания?
60. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей нагретой поверхностью?
61. Перечислите основные виды источников зажигания.
62. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей электрической искрой?
63. Что такое минимальная энергия зажигания?
64. Какова зависимость минимальной энергии зажигания от некоторых факторов?
65. Практическое применение минимальной энергии зажигания.
66. Какое значение для оценки пожаровзрывобезопасности имеют КППР?
67. Какие концентрации считаются пожаровзрывобезопасными?
68. Какие концентрации считаются пожаровзрывоопасными?
69. Какие концентрации считаются пожароопасными?
70. Какая концентрация газов или паров в воздухе считается наиболее пожаровзрывоопасной? Почему?

## 6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

| Форма контроля | Показатели оценивания         | Критерии выставления оценок                                                                                                                                                                                                                 | Шкала оценивания    |
|----------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| экзамен        | правильность и полнота ответа | дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа. | отлично             |
|                |                               | дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.         | хорошо              |
|                |                               | дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.                                                                                                             | удовлетворительно   |
|                |                               | ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.                       | неудовлетворительно |

## **7. Ресурсное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Лицензия №217800111-ore-2.12-client-6196

Выдана «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» на право использования: Astra Linux Common Edition релиз Орел  
Срок действия: бессрочно

2. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86\_64-0-14545

Выдана «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» на право использования: Astra Linux Special Edition  
Срок действия: бессрочно

3. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86\_64-0-14544

Выдана «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» на право использования Astra Linux Special Edition  
Срок действия: бессрочно

4. ПО «Р7-Офис. Профессиональный»

Выдана: «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет МЧС России»  
Срок действия: бессрочно.

### **7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Информационная справочная система — Сервер органов государственной власти Российской Федерации <http://россия.рф/> (свободный доступ); профессиональные базы данных — Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ); система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Совершенствование государственного управления» <https://ar.gov.ru> (свободный доступ); электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ); электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

### **7.3. Литература**

#### **Основная литература**

1. В.Р. Малинин и др. Теория горения и взрыва. Учебник для вузов МЧС России по специальности 280104.65 - Пожарная безопасность / Под ред. проф. В.С. Артамонова / СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,

2009 г. – 306 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?7&type=card&cid=ALSFR-171ddc57-2e70-4373-a34c-9592fca88130>

2. А.А. Мельник, В.П. Крейтор, Е.Г. Коробейникова, М.Е. Шкитронов. Расчетные методы оценки пожаровзрывоопасности горючих жидкостей/Под ред.проф В.С. Артамонова / СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2010 г. – 137 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-ae2e63f4-a617-4846-ab39-d3ff96a23bef>

#### **Дополнительная литература**

1. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения (Справ, изд. в 2 книгах) / Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др. - М.: Пожнаука, 2000. - 757 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-1aa9e1b9-dc5d-4b3b-b2c4-461fd4a9f842>

2. А. А. Мельник. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. Исследование пожаровзрывоопасности горючих жидкостей : учебное пособие по выполнению курсовой работы по специальности 280104.65 - Пожарная безопасность. МЧС России. - СПб. : Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2008. - 114 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-db33b9eb-a6d0-4b3d-a414-89609cdc2af5>

#### ***Программное обеспечение, в том числе лицензионное:***

#### ***Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:***

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации
2. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации
3. Справочная правовая система «КонсультантПлюс: Студент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://student.consultant.ru/>, свободный доступ
4. Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>, свободный доступ

#### **7.4. Материально-техническое обеспечение**

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория «Теории горения и взрыва», лаборатория вычислительной техники.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

**Авторы:**

доцент кафедры, доцент, кандидат химических наук Г.Б. Свидзинская;  
преподаватель кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения Мальчиков К.Б.