

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 14.07.2025 14:46:06

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Специалитет по специальности

40.05.03 Судебная экспертиза

специализация «Инженерно-технические экспертизы»

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины:

Формирование способности выявлять закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения на пожарах, динамики пожаров, необходимых для применения методик судебной пожарно-технической экспертизы.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ПК-11	Способен выявлять закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения на пожарах, динамики пожаров

Задачи дисциплины :

- формирование у обучаемых научного мировоззрения, базирующегося на научных представлениях о горении и взрыве;
- формирование умения применять полученные знания для объяснения процессов, протекающих на пожаре;
- формирование у обучающихся необходимых знаний и практических навыков в области научных представлений о горении и взрыве, теории теплового и цепного взрыва, детонации и ударных волн, условиям возникновения и распространения пламени, параметров горения газов, жидкостей, пылей и твердых горючих материалов, условий перехода горения во взрыв, методов расчетов объема и состава продуктов горения, теплоты и температуры горения, основных показателей пожарной опасности.
- 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
Тип задачи профессиональной деятельности экспертный	
ИД-1.ПК-11. Определяет условия возникновения, механизмы распространения и прекращения процессов горения и взрыва	Знает закономерности процессов возникновения горения и взрыва. законы распространения и прекращения горения на пожарах

	динамику пожаров.
	Умеет выявлять закономерности процессов возникновения горения и взрыва. выявлять закономерности процессов распространения и прекращения горения на пожарах прогнозировать динамику пожаров
	Владеет навыком применять полученные знания закономерности; процессов возникновения горения и взрыва навыком применять полученные знания для прогнозирования динамики пожаров, распространения и прекращения горения на пожарах; навыком применять полученные знания для объяснения процессов горения, протекающих на пожаре.
ИД-2. ПК-11. Определяет характер изменения режимов горения, параметров пожара на разных стадиях его развития	Знает физико-химические и пожароопасные свойства различных веществ и материалов, необходимые для оценки развития горения на пожаре; основы массопереноса и теплопередачи в процессе горения, необходимые для специалиста в области исследования пожаров.
	Умеет различать признаки, формируемые различными видами горения на месте пожара, применять термины и определения, необходимые для специалиста в области исследования пожаров
	Владеет навыками определения пожаровзрывоопасности горючих веществ и материалов, необходимыми для специалиста в области исследования пожаров определения температуры самовоспламенения горючих жидкостей, возможности самовозгорания различных веществ проводить расчет максимального и избыточного давления взрыва и определение тротилового эквивалента.
ИД-3.ПК-11. Формулирует и анализирует версии о расположении очага пожара, в том числе основываясь на результатах математического моделирования динамики опасных факторов пожара	Знает основные явления, протекающие на пожаре. химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. зависимость скорости реакции горения от температуры и давления. понятие пламени, температуру пламен, и их излучение.
	Умеет выявлять закономерности процессов возникновения горения и взрыва. выявлять закономерности процессов

	распространения и прекращения горения на пожарах прогнозировать динамику пожаров
	Владеет Определения практического объема воздуха на горение, объема и состава продуктов горения, объема и состава продуктов горения смеси газов. Оценивать материальный и тепловой баланс процессов горения

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы специалитета по специальности **40.05.03 Судебная экспертиза, специализация «Инженерно-технические экспертизы»**.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 часа.

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	
			3	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	7	252	72	180
Контактная работа, в том числе:		132	42	90
Лекции		34	14	20
Практические занятия		62	18	44
Лабораторные работы		34	10	24
консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа		84	30	54
Курсовая работа		+		+
Зачет		+	+	
Экзамен		36		36

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

для очной формы обучения
Редактировать часы в таблице!

№ п/п	Номер и наименование темы	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Консультация	Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические	Лабораторные работы			
3 семестр								
1	Тема 1. Пожарная опасность веществ и материалов	16	6					10
2	Тема 2. Физико-химическая природа процессов горения	24	4	4	6			10
3	Тема 3. Материальный баланс процессов горения	32	4	14	4			10
Зачет		+					+	
Итого за 3 семестр		72	14	18	10			30
4 семестр								
4	Тема 4. Тепловой баланс процессов горения	22	4	8				10
5	Тема 5. Самовоспламенение	28	4	8	6			10
6	Тема 6. Самовозгорание	30	4	8	6			12
7	Тема 7. Вынужденное воспламенение (зажигание)	24	4	4	6			10
8	Тема 8. Взрывы. Ударные волны и детонация	38	4	16	6			12
Курсовая работа (проект)		+					+	
Консультация		2				2		
Экзамен		36					36	
Итого за 4 семестр		180	20	44	24	2	36	54
Всего за 3,4 семестр		252	34	62	34	2	36	84

**4.3 Содержание дисциплины для обучающихся:
очной формы обучения**

ТЕМА 1. Пожарная опасность веществ и материалов

Лекция. Физико-химические и пожароопасные свойства химических элементов и их соединений. Простые вещества и химические соединения. Металлы, получение, свойства, типы взаимодействия, сплавы, применение в технике. Неметаллы, свойства, применение, важнейшие соединения - оксиды,

нитриды, бориды, карбиды. Пожарная опасность простых веществ. Общая характеристика физико-химических и пожароопасных свойств элементов главных подгрупп Периодической системы элементов Д.И. Менделеева и их соединений.

Лекция. Пожароопасные свойства углеводородов и кислородсодержащих органических соединений. Физико-химические и пожароопасные свойства углеводородов. Сравнительная характеристика пожарной опасности углеводородов, связь строения веществ и показателей пожарной опасности.

Галогенпроизводные углеводородов. Хладоны как огнетушащие вещества.

Физико-химические, пожароопасные свойства и применение кислородсодержащих органических соединений, их применение и пожарная опасность.

Лекция. Пожарная опасность полимеров и полимерных материалов. Высокомолекулярные соединения и их роль в природе и технике. Основные понятия химии ВМС. Классификация и номенклатура. Особенности физического состояния полимеров, механические свойства. Деструкция полимеров. Взаимосвязь строения полимеров с их термостойкостью и горючестью.

Полимерные материалы: каучуки, пластмассы, химические волокна, лакокрасочные покрытия. Применение полимеров, их пожарная опасность. Особенности горения полимерных материалов. Получение огнезащитных полимерных материалов. Характеристика огнезащитных покрытий. Снижение горючести полимеров.

Самостоятельная работа. Использование химических соединений (антипиренов) для огнезащиты горючих веществ и материалов.

Рекомендуемая литература:

Основная [1,2];

дополнительная [1,2].

ТЕМА 2. Физико-химическая природа процессов горения

Лекция. Горение - основной процесс на пожаре. 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.

Лекция. Пламя, его свойства и характеристики. Структура пламени, зоны горения, понятие фронта пламени. Распределение горючего, окислителя и продуктов горения в зонах горения. Зависимость структуры пламени от газодинамического режима горения.

Излучение и цвет пламени и зависимость их от агрегатного состояния продуктов горения и состава горючего вещества.

Температура пламени, распределение температуры по зонам горения.

Расчет объема воздуха на горении индивидуальных веществ, веществ с известным элементным составом и смесей горючих веществ. Понятие избытка воздуха.

Практическое занятие. Режимы горения.

Лабораторная работа. Исследование режимов горения.

Самостоятельная работа. 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.

Физико-химические процессы, протекающие в зоне горения и во фронте пламени. Отличия в пламени при кинетическом и диффузионном горении.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

ТЕМА 3. Материальный баланс процессов горения

Лекция. 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.

Практическое занятие. Определение практического объема воздуха на горение.

Практическое занятие. Определение объема и состава продуктов горения.

Практическое занятие. Определение объема и состава продуктов горения смеси газов.

Практическое занятие. Дым и его характеристики.

Лабораторная работа. Материальный баланс процессов горения.

Самостоятельная работа. Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. Молекулярно-кинетическое представление о

процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

ТЕМА 4. Тепловой баланс процессов горения

Лекция. Тепловой баланс процессов горения. Термохимическое брутто-уравнение процесса горения. Высшая и низшая теплота горения, аддитивность теплот, формула Д.И.Менделеева. Температура горения (теоретическая, калориметрическая, адиабатическая и действительная).

Лекция. Массоперенос и теплопередача в процессах горения. Подобие процессов массопереноса и теплопередачи. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде. Теория подобия. Критерии подобия Рейнольдса, Нуссельта, Шервуда, Прандтля и Грасгофа. Применение критериев подобия к процессам, происходящим на пожаре. Уравнение баланса массы. Уравнение баланса вещества и тепловой энергии.

Практическое занятие. Тепловой баланс процессов горения. Определение теплоты горения.

Практическое занятие. Температура горения и методы ее определения.

Самостоятельная работа. Тепловой баланс процессов горения без учета и с учетом потерь тепла при определении различных температур горения. Законы Фурье и Фика. Уравнения конвективного переноса тепла и вещества. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарное и турбулентное движение жидкости (газа). Понятие диффузионного слоя. Коэффициенты тепло- и массопереноса.

Уравнение баланса количества движения. Уравнение Навье-Стокса. Его приложение для расчета распределения скоростей течения жидкости (газа) между двумя параллельными пластинами.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

ТЕМА 5. Самовоспламенение.

Лекция. Самовоспламенение. Радикально-цепной механизм окисления. Образование, разветвление и обрыв цепи, скорость реакции, зависимость. Понятие о цепном самоускорении химических реакций, приводящих к самовоспламенению и взрыву. Элементы тепловой теории Н.Н.Семенова, тепловой взрыв (тепловое самовоспламенение). Критические условия теплового взрыва. Индукционный период, температура самовоспламенения. Диффузионная теория горения. Влияние внешних условий на температуру самовоспламенения. Экспериментальные и расчетные методы определения температуры самовоспламенения газов, паров и пылей в воздухе.

Минимальная, стандартная, критическая и истинная температура самовоспламенения. Теории горения: тепловая, цепная, диффузионная.

Практическое занятие. Температура самовоспламенения веществ и материалов.

Практическое занятие. Характеристика пожарной опасности органического топлива и продуктов его переработки.

Лабораторная работа. Температура самовоспламенения горючих жидкостей.

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

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

ТЕМА 6. Самовозгорание

Лекция. Самовозгорание. Низкотемпературное окисление горючих веществ. Механизм процесса самонагрева на воздухе. Механизм микробиологического, теплового и химического самовозгорания. Самовозгорание жиров и масел, твердых горючих ископаемых, продуктов растительного происхождения. Критические условия самовозгорания, период индукции.

Практическое занятие.

Самовозгорание. Определение иодного числа жиров и масел.

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

Практическое занятие. Выдача заданий на курсовую работу.

Лабораторная работа. Самовозгорание жиров и масел.

Самостоятельная работа. Отличие процессов самовозгорания от процессов самовоспламенения и зажигания. Определение самовозгорания и самонагрева. Механизм процессов теплового самовозгорания веществ.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

ТЕМА 7. Вынужденное воспламенение (зажигание)

Лекция. Вынужденное воспламенение. Механизм процесса зажигания и его отличие от самовоспламенения. Виды источников зажигания. Элементы тепловой теории зажигания нагретым телом Я.Б.Зельдовича. Критические условия зажигания. Влияние на температуру зажигания состава и давления

горючей смеси, катализаторов и флегматизаторов, размеров тела и площади нагретой поверхности.

Зажигание электрической искрой. Ионная и тепловая теории искрового зажигания. Тепловая модель зажигания электрической искрой по Я.Б.Зельдовичу. Критические условия зажигания. Эквивалентный критический радиус сферы и критическое количество теплоты. Минимальная энергия зажигания.

Практическое занятие. Вынужденное воспламенение веществ и материалов. Минимальная энергия зажигания. Зависимость минимальной энергии зажигания от различных факторов.

Лабораторная работа. Вынужденное воспламенение веществ и материалов.

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

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [1,2].

ТЕМА 8. Взрывы. Ударные волны и детонация

Лекция. Основные сведения о взрывчатых веществах. Взрывчатые вещества на основе азотсодержащих органических соединений. Взрывы, типы взрывов, физические и химические взрывы, классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций, энергия и мощность, форма ударной волны, длительность импульса.

Лекция. Основные параметры взрывов газо-, паро- и пылевоздушных смесей. Ударные волны и детонация. Структура фронта пламени. Механизм распространения пламени в горючих газопаровоздушных и пылевоздушных смесях. Кинетическое дефлаграционное и детонационное горение горючих газовых смесей. Распространение пламени в ограниченном объеме. Расчет давления взрыва. Объемные взрывы газопаровоздушных и пылевоздушных смесей. Основные свойства и параметры ударных волн.

Практическое занятие. Анализ взрывопожароопасности индивидуальных веществ.

Практическое занятие. Расчет максимального и избыточного давления взрыва. Определение тротилового эквивалента.

Лабораторная работа. Основные параметры взрывов газо-, паро- и пылевоздушных смесей.

Практическое занятие. Контроль выполнения курсовой работы.

Практическое занятие. Защита курсовой работы.

Самостоятельная работа. Физические и химические взрывы, классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций, энергии и мощности, форме ударной волны, длительности импульса.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [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 конкретным 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.

Лекция

Лекция составляет основу теоретического обучения и должна давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Практические занятия

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. Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные занятия

Целью лабораторного занятия является усвоение теоретических основ дисциплины и получение практических навыков исследования путем постановки, проведения, обработки и представления результатов эксперимента на основе практического использования различных методов (наблюдения, измерения, сравнения и др.), приобретения навыков опыта творческой деятельности.

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 учебным занятиям и промежуточной

аттестации.

Курсовая работа выполняется с целью систематизации, закрепления и углубления знаний, полученных на предыдущих этапах обучения. При этом курсанты и слушатели приобретают навыки самостоятельной творческой работы, анализа и умения грамотно, стройно и логически обоснованно излагать свои мысли и оформлять результаты работы при решении практических задач.

Курсовая работа (проект) выполняется в часы самостоятельной работы.

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, докладов, решения задач, тестирования.

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

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

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 темы для докладов:

1. Показатели пожарной опасности для веществ и материалов.

2. Материальный баланс.

3. Тепловой баланс.

4. Процесс самовоспламенения и его особенности.

5. Процесс самовозгорания и его особенности.

6. Процесс зажигания и его особенности

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^3 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. Сгорит 100 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 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 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 м^3 газовой смеси состава: 25 % ацетилена C_2H_2 и 75 % N_2 . Условия нормальные, $\alpha = 1$.

8. Сгорит 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 нитроцеллюлозы, состоящей из 28,6 % углерода, 57,1 % кислорода, 3,2 % водорода и 11,1 % азота, при $t = 20^\circ\text{C}$ 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.

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.

Перечень лабораторных работ:

1. Физико-химическая природа процессов горения
2. Материальный баланс процессов горения
3. Самовоспламенение
4. Самовозгорание
5. Вынужденное воспламенение (зажигание)
6. Взрывы. Ударные волны и детонация

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерная тематика курсовых работ

Исследование пожаровзрывоопасности горючих веществ и материалов.

Вариант	Вещество	Константы уравнения Ангуана	$t_{\text{кипения}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta H_{\text{образ. кДж/моль}}$	$t_{\text{всп.}}, ^\circ\text{C}$	Остаточное содержание кислорода в ПГ, %	Скорость воздушного потока, м/с	Размеры помещения, м	Объем емкости аппарата, л	Степень заполнения аппарата	Максимальная температура в помещении при аварии, $^\circ\text{C}$	Давление в помещении, мм Hg
1	Амиловый спирт $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	$\lg p = 6,3073 - 1287,625/(61,330 + t)$	138	- 36,39	+48	17	0,2	10×15×5	200	0,8	+61	770
2	Ацетон $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	$\lg p = 6,37551 - 1281,721/(237,088 + t)$	56,5	- 248,28	-18	15,2	0,1	10×5×4	220	0,85	+35	790
3	1,4 Диоксан $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	$\lg p = 6,64091 - 1632,425/(250,725 + t)$	101,3	- 250,3	+11	16,4	0,3	20×10×5	140	0,8	+25	780
4	Бензол C_6H_6	$\lg p = 5,61391 - 902,275/(178,099 + t)$	80,1	+ 82,9	-11	16,8	0,25	5×13×4	160	0,65	+20	765
5	Гексан C_6H_{14}	$\lg p = 5,99517 - 1166,274/(223,661 + t)$	68,74	- 167,2	-23	14,5	0,5	11×12×3	210	0,75	+32	775
6	Гептан C_7H_{16}	$\lg p = 6,07647 - 1295,405/(219,819 + t)$	98,43	- 187,7	-44	14,0	0,3	10×10×4	180	0,8	+27	785
7	Диэтиловый эфир $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	$\lg p = 6,9979 - 1098,945/(232,372 + t)$	34,5	- 252,2	-41	15,1	0,35	24×5×3	190	0,85	+23	767

8	м-Ксилол C_8H_{10}	$\lg p =$ 6,58807 - 1906,796/(2 34,917 + t)	139	- 28,4	+28	14,2	0,4	$6 \times 9 \times 4,5$	170	0,7	+40	771
9	п-Ксилол C_8H_{10}	$\lg p =$ 6,25485 - 1537,082/(2 23,608 + t)	138,3	- 24,4	+26	12,3	0,15	$7 \times 5 \times 4,5$	250	0,75	+39	786
10	о-Ксилол C_8H_{10}	$\lg p =$ 6,28893 - 1575,114/(2 23,579 + t)	144,4	- 24,4	+31	13,2	0,2	$5 \times 4 \times 4,5$	200	0,8	+48	775

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет

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 химического 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.

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Чем объяснить, что при горении одного и того же вещества может выделяться разное количество теплоты?

2. Дайте определение низшей и высшей теплоты горения.

3. При реальных пожарах выделяется высшая или низшая теплота горения? Почему?

4. Как рассчитать теплоту горения, если горючее – индивидуальное химическое соединение?

5. Как рассчитать теплоту горения, если горючее – вещество неизвестного химического строения, но известного элементного состава?

6. Какие условия принято называть нормальными (давление, температура)?

7. Что такое удельная теплота горения и какова ее размерность?

8. В чем отличие теоретической, калориметрической, адиабатической и действительной температуры горения?

9. Что нужно знать, чтобы рассчитать температуру горения?

10. Как рассчитать в первом приближении температуру горения?

11. Как произвести более точный расчет температуры горения?

12. Чему приблизительно равна температура горения древесины, нефтепродуктов?

13. У каких веществ максимальная температура горения в воздухе?

14. Как влияет природа окислителя на температуру горения? Где она выше: при горении в воздухе, в кислороде или фторе?

15. Что такое самовоспламенение?

16. Какие две основных теории объясняют процесс самовоспламенения?

17. Отличие процессов самовоспламенения от процессов самовозгорания.
18. Радикально-цепной механизм процессов окисления и его основные закономерности.
19. Элементы тепловой теории самовоспламенения горючих смесей.
20. Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение.
21. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.
22. Отличие процессов самонагревания и самовозгорания веществ.
23. Самовозгорание жиров и масел.
24. Что такое йодное число и как оно характеризует склонность масел к самовозгоранию?
25. Самовозгорание углей и продуктов растительного происхождения.
26. Самовозгорание химических веществ (химическое самовозгорание).
27. Какой признак при экспертизе пожаров указывает на причину пожара – самовозгорание?
28. Чем отличается механизм зажигания от самовоспламенения и самовозгорание
29. В чем заключается сущность тепловой теории зажигания?
30. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей нагретой поверхностью?
31. Перечислите основные виды источников зажигания.
32. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей электрической искрой?
33. Что такое минимальная энергия зажигания?
34. Какова зависимость минимальной энергии зажигания от некоторых факторов?
35. Практическое применение минимальной энергии зажигания.
36. Какое значение для оценки пожаровзрывобезопасности имеют КПР?
37. Какие концентрации считаются пожаровзрывобезопасными?
38. Какие концентрации считаются пожаровзрывоопасными?
39. Какие концентрации считаются пожароопасными?
40. Какая концентрация газов или паров в воздухе считается наиболее пожаровзрывоопасной? Почему?
41. Взрывы, возникновение ударных волн.
42. Особенности детонации газопаровоздушных систем.
43. Тротиловый эквивалент.

44. Максимальное давление взрыва.

45. Избыточное давление взрыва.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
курсовая работа	содержание, оформление, полнота и защита работы	работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны; оформление отвечает установленным требованиям; показано знание теоретического материала по рассматриваемой теме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы; материал излагается грамотно, логично, последовательно; во время защиты показано умение кратко, доступно представить результаты исследования, адекватно ответить на поставленные вопросы.	отлично
		работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны; имеются недочеты в оформлении курсовой работы; показано знание теоретического материала по рассматриваемой теме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы; материал не всегда излагается логично, последовательно; во время защиты показано умение кратко, доступно представить результаты исследования, однако затруднены ответы на поставленные вопросы.	хорошо
		работа выполнена самостоятельно, не содержит элементы новизны; имеются недочеты в оформлении курсовой работы; не в полной мере владение теоретическим материалом по рассматриваемой теме, анализ и аргументирование точки зрения, обобщение и выводы вызывают затруднения; материал не всегда излагается логично, последовательно;	удовлетворительно

		во время защиты имеются затруднения в представлении результатов исследования и ответах на поставленные вопросы.	
		работа выполнена не самостоятельно, не имеет научно-практический характер, не содержит элементы новизны; оформление не соответствует установленным требованиям; отсутствует понимание и владение материалом по рассматриваемой теме.	неудовлетворительно
зачет	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; 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; дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	зачтено
		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.	не зачтено
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	хорошо

		существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	
		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, в том числе отечественного производства:

1. Astra Linux Common Edition релиз Орел [ПО-25В-603] - Операционная система общего назначения "Astra Linux Common Edition" [Коммерческая (Full Package Product). Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4433]; Лицензия на право пользования № 217800111-ore-2.12-client-6196.

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);

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>

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.

Помещения для проведения лабораторных работ оснащены приборами, оборудованием и реактивами в соответствии с тематикой проведения лабораторных работ.

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

**С в е д е н и я о б о б е с п е ч е н н о с т и т е х н и ч е с к и м и с р е д с т в а м и о б у ч е н и я
лаборатории кафедры физико-химических основ процессов горения и
тушения**

(наименование подразделения)

Таблица 1

Лаборатория ХИМИИ

№ п/п	Наименование ТСО	Ед. изм.	Кол-во
1	Комплект лабораторной мебели		
2	Комплект лабораторной посуды		
3	Жидкостный термостат (водяная баня)	Шт.	1
4	Калориметр	Шт.	1
5	Электролизер	Шт.	1
6	Плитка электрическая лабораторная	Шт.	10
7	Электронные весы	Шт.	5

Таблица 2

Лаборатория ТЕОРИИ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

№ п/п	Наименование ТСО	Ед. изм.	Кол-во
1	Комплект лабораторной мебели		
2	Комплект лабораторной посуды		
3	Весы лабораторные электронные Е-2000	Шт.	1
4	Газоанализатор Testo300 XXL (4-ре модуля в комплектации)	Шт.	1
5	Прибор ВНИИПО для экспериментального определения температуры самовоспламенения	Шт.	1
6	Прибор Маккея для экспериментального определения склонности жиров и масел к самовозгоранию	Шт.	1
7	Плитка электрическая лабораторная	Шт.	10
8	Электронные весы	Шт.	5

Таблица 3

Лаборатория ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

№ п/п	Наименование ТСО	Ед. изм.	Кол-во
1	Комплект лабораторной мебели		
2	Комплект лабораторной посуды		
3	Весы лабораторные электронные Е-2000	Шт.	1
4	Прибор ТВЗ для определения температуры вспышки в закрытом тигле	Шт.	2

5	Прибор ТВО для определения температуры вспышки в открытом тигле	Шт.	1
6	Печь муфельная лабораторная СНОЛ -10\11 В	Шт.	1
7	Плитка электрическая лабораторная	Шт.	10
8	Электронные весы	Шт.	5
9	Крестовая ударная мельница Pulverisette 16 (Fritch), 230\В\50 Гц	Шт.	1
10	Компрессор	Шт.	1

Авторы: кандидат химических наук, доцент Свидзинская Г.Б.,
старший преподаватель Сороки И. А.