



**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

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

УТВЕРЖДАЮ

**Заместитель начальника ФГБОУ ВО
Сибирская пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России
по учебной работе**

полковник внутренней службы

Елфимова М.В. Елфимова

«26» марта 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Б1.В.ДВ.03.02 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

специальность 40.05.03 Судебная экспертиза

квалификация специалист

форма обучения очная

Железногорск

2020

1. Цели и задачи дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва»

Цели освоения дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва»:

- формирование целостного мировоззрения и развитие системно-эволюционного стиля мышления;
- формирование системы физико-химических знаний как фундаментальной базы инженерной подготовки; необходимых научных представлений о горении и взрыве для глубокого понимания этих явлений, глубокого осмысления связи показателей пожарной опасности веществ и материалов с параметрами горения.

Задачи дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва»:

- овладение умениями применять полученные знания для разнообразных физико-химических явлений процессов горения и взрыва, оценки свойств пожароопасных веществ и материалов, роли изучаемой дисциплины в развитии современных технологий и получении новых материалов;
- развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельного приобретения знаний с использованием различных источников информации, в том числе современных информационных технологий;
- воспитание убежденности в позитивной роли специалиста по борьбе с пожарами в жизни современного общества, необходимости грамотного отношения к обеспечению безопасности жизни и здоровья людей от пожаров и стихийных бедствий, защиты от этих опасностей окружающей среды, интересов общества и государства;
- применение полученных знаний и умений для безопасного управления процессами горения и взрыва, безопасного применения современных веществ и материалов в быту, сельском хозяйстве и на производстве, решение практических задач в повседневной жизни, предупреждения явлений, наносящих вред здоровью человека и окружающей среде.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Физико-химические основы развития горения и взрыва», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва» направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице.

Содержание компетенции	Код компетенции	Результаты обучения
1	2	3
Способность применять естество научные и математические методики при решении профессиональных задач, использовать средства измерения	ОПК-2	Знать основные законы и концепции процесса горения
		Уметь абстрактно мыслить; выявлять основные факторы определяющие процесс горения; проводить пожарно-технические расчеты для оценки показателей пожарной опасности материалов
		Владеть навыками по сопоставлению данных и анализа теоретических представлений
Способность использовать естественно-научные методы при исследовании вещественных доказательств	ПК-3	Знать основные алгоритмы действий для работы с источниками информации, творческого решения поставленных задач
		Уметь применять полученные знания для принятия решений и оценки происходящих процессов в различных сферах жизнедеятельности; применять полученные навыки для дальнейшего саморазвития и самореализации
		Владеть навыками самоподготовки к различным видам учебных занятий, выполнения творческих заданий

3. Место дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва» в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Физико-химические основы развития горения и взрыва» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы высшего образования по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза.

4. Объем дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва» в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

для очной формы обучения (5 лет)

Вид учебной работы, формы контроля	Всего часов	Семестр
		5
Общая трудоемкость дисциплины в часах	108	108
Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах	3	3
Контактная работа с обучающимися	80	80
в том числе:		
Лекции	14	14
Практические занятия	46	46
Лабораторные работы	20	20
Самостоятельная работа	28	28
Вид аттестации	зачет с оценкой	зачет с оценкой

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы учебной дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва» и виды занятий

Очная форма обучения

№ п.п.	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Классификация и параметры пожаров	10	2	4			4
2	Зоны и опасные факторы пожаров	6		4			2
3	Особенности развития горения различных веществ и материалов	8		4			4
4	Пожары на объектах добычи и хранения жидкого и газообразного топлива	12	2	4	4		2
5	Пожары открытых складов твердых горючих материалов	6		4			2
6	Природные пожары	6		4			2
7	Особенности и динамика развития внутренних пожаров	14	2	4	6		2
8	Тепловой баланс и газообмен внутреннего пожара	6		4			2
9	Моделирование динамики внутренних пожаров	12	2	2	6		2
10	Основные сведения о взрывных процессах. Метательные взрывчатые вещества	6	2	2			2
11	Детонация. Параметры и работа взрыва	10	2	2	4		2
12	Иницирующие и бризантные взрывчатые вещества. Механическое действие взрыва в инертных средах	8	2	4			2
	Зачет с оценкой	4		4		+	
	Итого по дисциплине	108	14	46	20		28

5.2. Содержание учебной дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва»

Раздел 1. Общие сведения о горении и взрыве

Раздел 1. Общие сведения о пожарах

Тема 1. Классификация и параметры пожаров

Лекция

1. Классификация пожаров: по условиям массо- и теплообмена с окружающей средой, в зависимости от вида горящих веществ и материалов (классы и подклассы), по признаку изменения площади горения, регулируемые воздухообменом, регулируемые пожарной нагрузкой.

2. Основные параметры пожара, характеристика пожаров. Пожарная нагрузка: постоянная и переменная. Удельная пожарная нагрузка, коэффициент поверхности горения. Линейная скорость распространения горения. Геометрические параметры пожара. Температура. Теплообмен на пожаре.

Практическое занятие «Определение и расчет основных параметров пожара».

Расчет основных параметров пожара.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2];

Дополнительная: [1,2,3].

Тема 2. Зоны и опасные факторы пожаров

Практическое занятие «Зоны и опасные факторы пожаров».

1. Особенности переноса тепла. Конвекция. Теплопередача. Излучение.
2. Зоны пожара. Характеристика и определение зон горения, теплового воздействия и задымления, границы перехода одной зоны в другую.

3. Опасные факторы пожара. Первичные и вторичные факторы, их характеристика и опасность воздействия.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2];

Дополнительная: [1,2,3].

Тема 3. Особенности развития горения различных веществ и материалов

Практическое занятие «Особенности развития горения различных веществ и материалов».

1. Горение газов.

2. Горение жидкостей.
3. Горение твердых веществ и материалов.
4. Показатели пожарной опасности, применяемые для характеристики горючих газов, жидкостей, твердых материалов и пылей.

Самостоятельная работа

1. Горение синтетических полимеров.
2. Горение древесины и других природных материалов.
3. Горение композиционных материалов.
4. Особенности горения металлов.
5. Особенности горения пылей и порошков.
6. Показатели пожарной опасности, применяемые для характеристики горючих газов, жидкостей, твердых материалов и пылей.
7. Расчетные и экспериментальные методы определения параметров пожаров, условия проведения испытаний, условия пожаровзрывобезопасности.
8. Существующие классификации горючих веществ по пожаровзрывоопасности.
9. Безопасные условия окружающей среды по значениям показателей пожарной опасности веществ и материалов.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2,3];

Дополнительная: [1,2,4].

Раздел 2. Открытые пожары

Тема 4. Пожары на объектах добычи и хранения жидкого и газообразного топлива

Лекция

1. Общие закономерности развития открытых пожаров.
2. Особенности пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах.
3. Особенности пожаров в резервуарах с горючими жидкостями.

Практическое занятие «Расчеты безопасных расстояний до факела пламени газовых и нефтяных фонтанов».

Расчеты безопасных расстояний до факела пламени газовых и нефтяных фонтанов.

Практическое занятие «Пожары резервуаров. Вскипание и выброс».

1. Пожары резервуаров.
2. Вскипание и выброс.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2,4];

Дополнительная: [1,2].

Тема 5. Пожары открытых складов твердых горючих материалов

Практическое занятие «Пожары открытых складов твердых горючих материалов».

Развитие и тушение пожаров на угольных складах и складах лесоматериалов.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2];

Дополнительная: [1,2].

Тема 6. Природные пожары

Практическое занятие «Природные пожары».

1. Параметры развития лесных пожаров.

2. Борьба с лесными пожарами.

3. Торфяные пожары.

Самостоятельная работа.

1. Лесные пожары.

2. Торфяные пожары.

3. Степные пожары.

4. Условия возникновения и развития огненного шторма.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2];

Дополнительная: [1,2,3].

Раздел 3. Внутренние пожары

Тема 7. Особенности и динамика развития внутренних пожаров

Лекция

1. Общие закономерности развития внутренних пожаров.

2. Стадии и фазы развития внутреннего пожара.

3. Основные явления и процессы при внутренних пожарах.

4. Динамика развития внутреннего пожара.

5. Тепловой баланс внутреннего пожара.

Практическое занятие «Определение и расчет основных параметров внутреннего пожара».

Определение и расчет основных параметров внутреннего пожара.

Практическое занятие «Особенности развития пожаров на транспорте».

Особенности развития пожаров на транспорте.

Лабораторная работа «Исследование динамики внутреннего пожара».

Исследование динамики внутреннего пожара.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2,3,4];
Дополнительная: [1,2,4].

Тема 8. Тепловой баланс и газообмен внутреннего пожара

Практическое занятие «Тепловой баланс и газообмен внутреннего пожара».

1. Тепловой баланс внутреннего пожара.
2. Температурное поле.
3. Газообмен.
4. Пути распространения пожара за пределы помещения.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2,3];
Дополнительная: [1,2,3].

Тема 9. Моделирование динамики внутренних пожаров

Практическое занятие «Моделирование динамики внутренних пожаров».

1. Применение методов математического моделирования для расчетной оценки пожарной опасности объекта.

Лабораторная работа «Математическое моделирование пожара в помещении».

1. Математическое моделирование пожара в помещении.

Самостоятельная работа

1. Факторы, влияющие на развитие пожара в закрытом помещении.
2. Механизм и параметры газообмена при пожаре в помещении.
3. Коэффициент избытка воздуха при внутреннем пожаре.
4. Особенности пожаров в помещениях, влияние расположения и площади проемов.
5. Характерные схемы развития некоторых видов пожаров.
6. Общие сведения о методах прогнозирования опасных факторов пожара в помещении.
7. Интегральная математическая модель пожара.
8. Постановка и методы решения задачи о прогнозировании ОФП на основе интегральной модели пожара в помещении.
9. Зонная модель пожара в помещении.
10. Полевые (дифференциальные) математические модели пожара.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2,4];
Дополнительная: [1,2,3].

Раздел 4. Основные сведения о взрыве

Тема 10. Основные сведения о взрывных процессах. Метательные взрывчатые вещества

Лекция

1. Основные сведения о взрывных процессах.
2. Классификация взрывов. Условия, определяющие возможность химического взрыва.
3. Классификация конденсированных взрывчатых веществ и горючих веществ, способных образовывать взрывоопасные смеси с воздухом.
4. Тротильный эквивалент взрыва. Закон подобия при взрывах.

Практическое занятие «Смесевые пороха. Нитроцеллюлозные пороха».

1. Смесевые пороха. Характеристика смесевых порохов. Горение смесевых порохов.
2. Нитроцеллюлозные пороха. Характеристика нитроцеллюлозных порохов. Горение нитроцеллюлозных порохов.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2,3]

Дополнительная: [1,2,3,4].

Тема 11. Детонация. Параметры и работа взрыва.

Лекция

1. Детонация. Механизм образования и распространения ударных волн.
2. Механизм горения в режиме детонации.
3. Основы гидродинамической теории ударной и детонационной волн.

Практическое занятие «Параметры взрыва. Работа взрыва».

1. Параметры взрыва. Состав и объем газообразных продуктов взрыва. Теплота и температура взрыва. Давление взрыва.
2. Работа взрыва. Баланс энергии взрыва. Полная идеальная работа взрыва. Формы механической работы взрыва.

Лабораторная работа «Работоспособность взрывчатых веществ и работа взрыва».

1. Работоспособность взрывчатых веществ и работа взрыва.
2. Расчет параметров детонации взрывчатых веществ

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2,3,4]

Дополнительная: [1,2,3].

Тема 12. Иницирующие и бризантные взрывчатые вещества. Механическое действие взрыва в инертных средах

Лекция

1. Характеристика инициирующих и бризантных взрывчатых веществ. Иницирующие взрывчатые вещества. Бризантные взрывчатые вещества.

2. Горение инициирующих и бризантных взрывчатых веществ. Механизм и скорость горения взрывчатых веществ. Чувствительность взрывчатых веществ к начальному (инициирующему) импульсу. Физическая и химическая стойкость взрывчатых веществ.

Практическое занятие

1. Механическое действие взрыва в воздухе. Модель воздушной среды. Механизм образования и распространения воздушной ударной волны. Безопасные расстояния по действию воздушной ударной волны на человека.

2. Механическое действие взрыва в воде. Модель водной среды. Механизм образования и распространения ударной волны в воде. Безопасные расстояния по действию ударной волны в воде на человека.

3. Механическое действие взрыва в твердой среде. Модель твердой среды. Механизм образования и распространения ударной волны в твердой среде.

4. Параметры взрыва в инертных средах. Расчет основных параметров взрыва в воздухе. Расчет основных параметров взрыва в воде. Расчет основных параметров взрыва в твердой среде.

Рекомендуемая литература:

Основная: [1,2]

Дополнительная: [1,2,3].

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физико-химические основы развития горения и взрыва»

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется учебно-методическое и информационное обеспечение, указанное в разделе 8 настоящей программы, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, разрабатываемые кафедрой.

7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физико-химические основы развития горения и взрыва»

Оценочные средства дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва» включают в себя следующие разделы:

1. Типовые контрольные вопросы для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины.

2. Методику оценивания персональных образовательных достижений обучающихся.

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины

7.1.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в соответствии с материалами, разрабатываемыми кафедрой, включающими: тесты, контрольные вопросы по темам дисциплины, вопросы для защиты лабораторных работ.

7.1.2. Промежуточная аттестация

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой

1. Классификация пожаров.
2. Определение и расчет основных параметров пожара.
3. Классификации горючих веществ.
4. Расчеты безопасных расстояний до факела пламени газовых и нефтяных фонтанов.
5. Пожары резервуаров. Вскипание и выброс.
6. Параметры развития лесных пожаров.
7. Определение и расчет основных параметров внутреннего пожара.
8. Дайте определение понятию «горение».
9. В чем отличие теоретической, калориметрической, адиабатической и действительной температуры горения?
10. Вычислить КПП диметилового эфира CH_3COCH_3 в % и в г/м^3 при 20°C и давлении 110 кПа.
11. Назовите необходимые и достаточные условия для горения.
12. Что нужно знать, чтобы рассчитать температуру горения?
13. Рассчитайте коэффициент горючести для $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{Cl}_2\text{S}$
14. В чем отличие кинетического горения от диффузионного горения?
15. Как рассчитать в первом приближении температуру горения?

16. Вычислить КПР пентена C_5H_{10} в % и в $г/м^3$ при $20^{\circ}C$ и давлении 740 мм рт.ст.
17. Какой процесс лежит в основе горения?
18. Чему приблизительно равна температура горения древесины, нефтепродуктов?
19. Определите характер свечения пламени бензола C_6H_6 .
20. Перечислите основные признаки горения.
21. У каких веществ максимальная температура горения в воздухе?
22. Определите характер свечения пламени диэтилового эфира $C_2H_5OC_2H_5$
23. Как в пожарно-технических расчетах записывают химические процессы при горении?
24. Как влияет природа окислителя на температуру горения? Где она выше: при горении в воздухе, в кислороде или фторе?
25. КПР некоторого вещества 3 - 15 %. Укажите пожаровзрывоопасную область для этого вещества в вентиляционных системах.
26. От чего зависит скорость химической реакции при горении?
27. Влияние флегматизаторов и ингибиторов на КПР.
28. Составить уравнение реакции горения в кислороде глицерина $C_3H_8O_3$
29. Какие физические процессы протекают при горении?
30. Что такое самовоспламенение?
31. Рассчитать безопасную концентрацию паров ацетона в вентиляционных системах.
32. Что такое гомогенное горение?
33. Какие две основных теории объясняют процесс самовоспламенения?
34. Рассчитайте стехиометрическую концентрацию угарного газа CO в $кг/м^3$ и в % (температура – $50^{\circ}C$, давление $1,1 \cdot 10^5$ Па).
35. Что такое гетерогенное горение?
36. Отличие процессов самовоспламенения от процессов самовозгорания.
37. Рассчитайте концентрацию паров гексана в %, которая необходима для определения стандартной температуры самовоспламенения.
38. Дайте определение пламени.
39. Радикально-цепной механизм процессов окисления и его основные закономерности.
40. Составить уравнение реакции горения в воздухе пропанола C_3H_7OH
41. Охарактеризуйте фронт пламени и процесс в нем происходящие.
42. Элементы тепловой теории самовоспламенения горючих смесей.
43. Составить уравнение реакции горения в воздухе угарного газа CO
44. Что такое горение в ламинарном режиме?
45. Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение.

46. Сколько молей исходных веществ участвовало в реакции и сколько молей продуктов горения образовалось при полном сгорании 1 моля бензойной кислоты C_6H_5COOH ?
47. Что такое горение в турбулентном режиме?
48. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.
49. Вычислить КПР диметилового эфира CH_3COCH_3 в % при $500\text{ }^\circ\text{C}$.
50. От чего зависит полное время горения?
51. Отличие процессов самонагрева и самовозгорания веществ.
52. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 50 кг ацетона CH_3COCH_3 при температуре $23\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 95 кПа, если горение протекало с коэффициентом избытка воздуха 1,2?
53. Отражает ли суммарное уравнение реакции горения действительно происходящие процессы?
54. Самовозгорание жиров и масел.
55. Рассчитать КПР смеси газов следующего состава:
56. метан CH_4 – 40 %; пропан C_3H_8 – 30 %; азот – 30 %.
57. Что называется удельным расходом воздуха на горение
58. Что такое йодное число и как оно характеризует склонность масел к самовозгоранию?
59. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 40 м^3 пропена C_3H_6 при стандартных условиях, если коэффициент избытка воздуха равен 2?
60. Как определяется удельный расход воздуха на горение, если горючее – индивидуальное химическое соединение?
61. Самовозгорание углей и продуктов растительного происхождения.
62. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 15 кг бутиламина $C_4H_9NH_2$?
63. Как определяется удельный расход воздуха на горение, если горючее – вещество неизвестного химического строения, но известного элементного состава?
64. Самовозгорание химических веществ (химическое самовозгорание).
65. Вычислить максимальное давление взрыва стехиометрической смеси паров пропанола с воздухом. Температура взрыва $1600\text{ }^\circ\text{C}$, начальная температура $40\text{ }^\circ\text{C}$, давление 0,1 МПа.
66. Как называется концентрация горючего, ниже которой горение прекращается?
67. Какой признак при экспертизе пожаров указывает на причину пожара – самовозгорание?
68. Сгорает 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, $\alpha = 1,4$.
69. Какие бывают виды горения?

70. Чем отличаются механизмы: зажигания, самовоспламенения и самовозгорания.

71. Рассчитать объем воздуха, необходимый для полного сгорания 25 м³ светильного газа, состоящего из 3 % диоксида углерода, 8 % оксида углерода, 35 % метана, 48 % водорода, 3 % азота и 3 % этана. Условия нормальные, $\alpha = 1,5$.

72. Когда наблюдается кинетическое горение?

73. В чем заключается сущность тепловой теории зажигания?

74. Определить объем воздуха, необходимого для полного сгорания 5 кг торфа следующего состава (в %): С – 56,4 %, Н – 5,04 %, О – 24,0 %, S – 0,06 %, N – 3,6 %, зола – 10,9 %. Горение протекает при $\alpha = 1,5$, условия нормальные.

75. Когда наблюдается диффузионное горение?

76. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей нагретой поверхностью?

77. Сгорает 12 кг каменного угля, состоящего из 70,0 % углерода, 4,6 % водорода, 8,2 % кислорода, 1,6 % серы, 9,4 % воды и 6,2 % золы, при $t = 27^{\circ}\text{C}$ и $p = 750$ мм рт. ст. Определить объем воздуха, необходимого для сгорания данного количества вещества, если $\alpha = 1,4$.

78. Изобразите схему распределения продуктов горения в пламени.

79. Перечислите основные виды источников зажигания.

80. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 100 кг древесины, состоящей из 46 % углерода, 6 % водорода, 42 % кислорода, 2 % азота, 2 % воды и 2 % золы, при $t = 17^{\circ}\text{C}$ и $p = 1,3$ ат, $\alpha = 2,1$.

81. Изобразите схему распределения паров горючего в пламени.

82. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей электрической искрой?

83. Определить объем воздуха, который необходим для полного сгорания 8 кг нефти, состоящей из 84 % углерода, 12 % водорода, 2 % серы и 2 % азота, при $t = 20^{\circ}\text{C}$ и $p = 108$ кПа, $\alpha = 1,9$.

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

85. Что такое минимальная энергия зажигания?

86. Определить объем и состав в объемных % продуктов горения, образовавшихся при сгорании 3 кг бензола C_6H_6 . Температура 20°C , давление 770 мм рт.ст., коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,4$.

87. Дайте определение низшей и высшей теплоты горения.

88. Какое значение для оценки пожаровзрывобезопасности имеют КПП?

89. Определить объем и состав продуктов горения 10 м³ природного газа следующего состава (в % объемных): метан CH_4 – 75 %, этан C_2H_6 – 4 %, пропан C_3H_8 – 2 %, углекислый газ CO_2 – 19 %. Горение протекает при $\alpha = 1,2$.

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

91. Какая концентрация газов или паров в воздухе считается наиболее пожаровзрывоопасной? Почему?

92. Определить объем и процентный состав продуктов горения 5 кг каменного угля следующего состава (в %): С – 75,8 %, Н – 3,8 %, О – 2,8 %, S – 2,5 %, N – 1,1 %, W – 3,0 %, зола – 11,0 %. Горение протекает при $\alpha = 1,3$, условия нормальные.

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

94. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени в газопаровоздушных смесях.

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

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

97. Взрывы, возникновение ударных волн.

98. Рассчитать йодное число масла состава: глицеридов пальмитиновой кислоты $C_{15}H_{31}COOH$ – 10 %; глицеридов арахидоновой кислоты $C_{20}H_{35}COOH$ – 30 %; глицеридов олеиновой кислоты $C_{17}H_{33}COOH$ – 60 %.

Типовые задания и задачи

1. Расчет коэффициента горючести
2. Расчет молей (киломолей) исходных веществ и продуктов реакции по уравнению реакции горения
3. Расчет объема воздуха, необходимого для горения
4. Расчет объема воздуха, необходимого для горения газовой смеси
5. Расчет объема воздуха, необходимого для горения вещества сложного элементного состава
6. Расчет объема и процентного состава продуктов горения индивидуального вещества
7. Расчет объема и процентного состава продуктов горения газовой смеси
8. Расчет объема и процентного состава продуктов горения вещества сложного элементного состава
9. Расчет теплового эффекта реакции горения индивидуального вещества
10. Перевод значения энтальпии горения из кДж/моль в кДж/кг
11. Расчет низшей теплоты сгорания Q_n по формуле Д.И. Менделеева
12. Расчет температуры горения
13. Расчет стехиометрической концентрации
14. Определение характера свечения пламени
15. Расчет концентрационных пределов распространения пламени (КПР) по аппроксимационной формуле
16. Расчет КПР газовой смеси
17. Расчет КПР при повышенных температурах
18. Расчет размеров зон, ограниченных НКПР газов и паров
19. Расчет безопасных концентраций газов и паров с использованием коэффициентов безопасности

21. Расчет давления насыщенного пара по уравнению Антуана
22. Расчет объемной концентрации паров по давлению насыщенного пара
23. Вычисление объемной доли и объема пара в паровоздушной смеси
24. Расчет температурных пределов распространения пламени по данным уравнения Антуана
25. Расчет температурных пределов распространения пламени по структурной формуле вещества
26. Расчет скорости испарения и массы испарившейся жидкости
27. Расчет температуры вспышки и температуры воспламенения по структурной формуле
28. Расчет максимального давления взрыва газов и паров
29. Расчет избыточного давления взрыва индивидуальных веществ
30. Расчет тротилового эквивалента взрыва
31. Расчет радиуса зон разрушения
32. Задание для самостоятельной проработки

7.2. Методика оценивания персональных образовательных достижений обучающихся

Промежуточная аттестация: зачёт с оценкой

Достиженные результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом.	не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.	<i>Оценка «2»</i> «неудовлетворительно»
Обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций.	неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; усвоены основные категории по рассматриваемым и дополнительным вопросам; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, формулировках законов, исправленные после нескольких наводящих вопросов.	<i>Оценка «3»</i> «удовлетворительно»

<p>Обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы билета и дополнительные вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала.</p>	<p>продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.</p>	<p><i>Оценка «4»</i> <i>«хорошо»</i></p>
<p>Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала.</p>	<p>полно раскрыто содержание материала; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала; точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна-две неточности.</p>	<p><i>Оценка «5»</i> <i>«отлично»</i></p>

8. Требования к условиям реализации. Ресурсное обеспечение дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва»

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва»

Основная:

1. Горение органического топлива: Учебное пособие / Кудинов А.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 390 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/441989>
2. Вогман Л.П. Теория горения и взрыва. Учебник. – М.: КУРС, 2020. – 224 с.
3. А.А. Мельник и др. Теория горения и взрыва: Учебное пособие. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014. – 188 с.
4. Киселев Я.С. Физические модели горения в системе пожарной безопасности: учебник. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2009. – (гриф МЧС России)

Дополнительная:

1. Теория горения и взрыва: практикум: Учебное пособие / Девисилов В.А., Дроздова Т.И., Тимофеева С.С., - 2-е изд., перераб. и доп - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/489911>
2. Теория горения и взрыв: учебное пособие / Шапров М.Н. - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. - 92 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/634919>
3. Сазонов, В. Г. Основы теории горения и взрыва [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. Г. Сазонов. - М. : МГАВТ, 2012. - 168 с. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=192772>.
4. Физико-химические методы экспертного исследования: лабораторный практикум. – СПб. 2011. – (гриф МЧС)
5. Чешко И.Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара. Книга 1. – СПб.: ООО «Типография», 2010. – 708 с.
6. Расчетные методы оценки пожаровзрывоопасности горючих жидкостей: учебное пособие. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2010. – (гриф МЧС России)
7. Пустовалова Л.М. Физико-химические методы исследования и техника лабораторных работ .- 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2014. – 300 с.

8.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

1. Операционная система Calculate Linux Desktop (свободный лицензионный договор <https://wiki.calculate-linux.org/ru/license>)
2. Пакет офисных программ Libre Office (свободный лицензионный договор <https://ru.libreoffice.org/about-us/license/>)
3. Антивирусная защита - Kaspersky Endpoint Security для Linux (лицензия №1B08-200805-095540-500-2042)
4. Браузер MozillaFirefox (свободный лицензионный договор <https://www.mozilla.org/en-US/MPL/2.0/>)
5. Программа просмотра электронных документов в формате PDF AdobeAcrobatReaderDC (свободный лицензионный договор <https://www.adobe.com/ru/legal/terms.html>)
6. Архиватор 7zip (свободный лицензионный договор <https://www.7zip.org/license.txt>)

8.3. Перечень информационно-справочных систем и баз данных

1. Центральная ведомственная электронная библиотека МЧС России – ELIB.MCHS.RU (ip-адрес: 10.46.0.45).
2. Электронная библиотечная система «Знаниум» (URL: www.znanium.com).
3. Электронные научные журналы и базы данных Сибирского федерального университета (URL: libproxu.bik.sfu-kras.ru).
4. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ». Раздел «Легендарные Книги» (URL: www.biblio-online.ru).
5. Национальная электронная библиотека «НЭБ» (URL: <https://нэб.рф>).
6. Информационная система «Единое окно» (URL: window.edu.ru).
7. Международный научно-образовательный сайт EqWorld (URL: eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm).
8. Электронная библиотека научных публикаций eLIBRARY.RU (URL: <https://elibrary.ru/>).
9. Информационно-правовая система «Консультант плюс» (URL: <http://www.consultant.ru/>).
10. Информационно-правовая система «Гарант» (URL: <https://www.garant.ru/>).
11. Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия (URL: <https://sibpsa.ru/personal/personal.php>).

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва»

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва» необходимы учебные аудитории для проведения лекционных занятий, практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение должно быть укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения (компьютером, мультимедийным проектором, экраном), служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Лабораторные работы должны проводиться в специализированных лабораториях кафедры оборудованными специальными установками.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Академии.

9. Методические указания по освоению дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва»

Программой дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва» предусмотрены занятия лекционного типа, практические (семинарские) занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировав внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулирование активной познавательной деятельности обучающихся, способствование формированию их творческого мышления.

Цели практических занятий:

- углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- овладение практическими умениями и навыками профессиональной деятельности;
- развитие абстрактного и логического мышления.

Цели лабораторных работ:

- приобретение умений проведения эксперимента, составления отчета;
- получение навыков коллективной работы.

Цели самостоятельной работы обучающихся:

- углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях;
- выработка навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний;

- подготовка к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

При реализации различных видов учебных занятий для наиболее эффективного освоения дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва» используются следующие образовательные технологии:

1. Технология контекстного обучения – обучение в контексте профессии, реализуется в учебных заданиях, учитывающих специфику направления и профиля подготовки; применяется при проведении занятий лекционного типа, семинарского типа, самостоятельной работе.

2. Технология интерактивного обучения – реализуется в форме учебных заданий, предполагающих взаимодействие обучающихся, использование активных форм обратной связи; применяется при проведении занятий семинарского типа.

3. Технология электронного обучения – реализуется при выполнении учебных заданий с использованием электронной информационно-образовательной среды Академии, информационно-справочных и поисковых систем, проведении автоматизированного тестирования и т.д.; применяется при проведении занятий семинарского типа, самостоятельной работе.

9.1. Рекомендации для преподавателей

Лекция является главным звеном дидактического цикла обучения. Ее цель – формирование ориентировочной основы для последующего усвоения обучающимися учебного материала. В ходе лекции преподаватель, применяя методы устного изложения и показа, передает обучающимся знания по основным, фундаментальным вопросам дисциплины «Физико-химические основы развития горения и взрыва».

Назначение лекции состоит в том, чтобы доходчиво, убедительно и доказательно раскрыть основные теоретические положения изучаемой науки, нацелить обучающихся на наиболее важные вопросы, темы, разделы дисциплины, дать им установку и оказать помощь в овладении научной методологией (методами, способами, приемами) получения необходимых знаний и применения их на практике.

К лекции как к виду учебных занятий предъявляются следующие основные требования:

- научность, логическая последовательность изложения учебных вопросов;
- конкретность и целеустремленность изложения материала;
- соответствие отводимого времени значимости учебных вопросов;
- соответствие содержания лекции принципам обучения, требованиям руководящих документов;
- наглядность обучения; формирование у обучаемых потребности к самостоятельному углублению знаний;
- изложение материала с учетом достигнутого уровня знаний.

При подготовке и проведении занятий семинарского типа преподавателю, ведущему дисциплину, в первую очередь необходимо опираться на настоящую рабочую программу, в которой определены количество и тематика лабораторных работ и практических занятий.

Для каждого занятия определяются тема, цель, структура и содержание. Исходя из них, выбираются форма проведения занятия (комбинированная, самостоятельная работа, фронтальный опрос, тестирование и т.д.) и дидактические методы, которые при этом применяет преподаватель (индивидуальная работа, работа по группам, деловая игра и пр.).

Современные требования к преподаванию обуславливают использование визуальных и аудио-визуальных технических средств представления информации: презентаций, учебных фильмов и т.д.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине преподавателем разрабатываются методические рекомендации по организации самостоятельной работы.

При разработке заданий для самостоятельной работы необходимо выполнять следующие требования:

- отбор и изложение материала должны обеспечивать достижение целей, изложенных в квалификационной характеристике, и понимание прикладного значения данного курса для своей профессии;
- материал заданий должен быть методологичен, осознаваем и служить средством выработки обобщенных умений;
- при составлении заданий следует формулировать их содержание в контексте специальности.

9.2. Рекомендации для обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других видах занятий, выработку навыков самостоятельного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с печатными источниками информации (конспектом, книгой, документами), информационно-справочными системами и базами данных (раздел 8 настоящей программы).

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение (раздел 5 настоящей программы), даются преподавателем в ходе лекций и (или) занятий семинарского типа. При этом обучающемуся необходимо уяснить и записать вопросы, посмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы. Затем изучить информацию по вопросу, при этом рекомендуется вести конспект, куда вносится ключевая информация, формулы, рисунки. Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности изложенного, при необходимости дополнить записи.

В ходе лекций и (или) занятий семинарского типа обучающийся ведет конспект кратко, схематично, последовательно с фиксированием основных положений, выводами, формулировками, обобщениями, помечает важные мысли, выделяет ключевые слова, термины. Для закрепления знаний после занятия рекомендуется перечитать материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебной литературе и, если в результате работы с учебной литературой остались вопросы – следует обратиться за разъяснениями к преподавателю в часы консультаций.

При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя.

При подготовке к лабораторным работам обучающемуся необходимо изучить методические указания по ее выполнению, основные теоретические положения по теме работы.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза (уровень специалитета).

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры
инженерно-технических
экспертиз и криминалистики

№ _____ от _____

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочей программе (модуле) дисциплины _____
(название дисциплины)

по направлению подготовки (специальности) _____

на 20__/20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)

1.1.;

1.2.;

...

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)

2.1.;

2.2.;

...

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)

3.1.;

3.2.;

...

3.9.

Составитель
дата

подпись

расшифровка подписи