



МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Кафедра химии и процессов горения
в составе УНК пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника института по
учебной работе

полковник внутренней службы

А.В. Пешков

« ____ » _____ 2025 г.



Рабочая (учебная) программа дисциплины

ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

20.03.01 Техносферная безопасность

(уровень - бакалавриат)

Профиль – Надзорно-профилактическая деятельность

Год начала реализации ОПОП: 2025

Екатеринбург
2025

Составитель:

Доцент кафедры
химии и процессов горения,
доцент, кандидат технических наук



Е.В. Гайнуллина

Рассмотрено на заседании кафедры химии и процессов горения
«12» мая 2025 г., протокол № 10.

Рассмотрено на заседании методического совета института
«22» мая 2025 г., протокол № 9.

Код ОПОП	Направление	Профиль	Индекс дисциплины по учебному плану
20.03.01	Техносферная безопасность	Надзорно- профилактическая деятельность	Б1.О.22

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» является формирование современных научных представлений о возникновении, распространении и прекращении горения, образовании пожароопасной среды, необходимых для эффективного решения задач по обеспечению пожарной безопасности технологических объектов, зданий и сооружений, проведению экспертизы пожаров.

Для достижения данной цели предусматривается решение следующих задач:

- сформировать основные представления о природе процесса горения и изучить физико-химические основы возникновения, развития и прекращения горения;
- освоить расчётные методики основных параметров горения, показателей пожарной опасности веществ;
- сформировать представления о механизме возникновения и распространения ударной волны и её основных параметрах;
- развить способности к познавательной деятельности и умению анализировать полученный результат;
- сформировать навыки применения знаний физической химии при решении профессиональных задач.

2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ (ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ) ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Таблица 2

Результат освоения образовательной программы	Содержание компетенции	Результат обучения по дисциплине
1	2	3
РО-2.1: Способность использовать научные знания и методологию для решения профессиональных задач	ПК-1. Способен понимать основные закономерности процессов горения и взрыва, распространения и прекращения горения, способен прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках, использовать методики определения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, зданий и	Знать: основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения; особенности динамики пожаров, механизмы действия, номенклатуру и способы применения огнетушащих веществ и составов. Уметь: рассчитывать и оценивать энергетические эффекты процессов горения и взрыва, рассчитывать основные показатели пожарной опасности веществ и материалов, оценивать пожаровзрывоопасность веществ и материалов; прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов

1	2	3
	сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности	при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках. Владеть: способностью определять показатели пожаровзрывоопасности, токсичности, дымообразующей способности веществ и материалов, навыками оценки эффективности огнетушащих составов; методами анализа пожарной опасности и обеспечения пожарной безопасности технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами и определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Таблица 3

Пререквизиты	Химия, физика, материаловедение и технология материалов
Кореквизиты	Экология, надежность технических систем и техногенный риск
Постреквизиты	Физико-химические основы развития и тушения пожаров, прогнозирование опасных факторов пожара, пожарная безопасность в строительстве, здания, сооружения и их устойчивость при пожаре, пожарная безопасность технологических процессов, экспертиза пожаров, государственный пожарный надзор

Дисциплина относится к базовой части ОПОП по специальности технологическая безопасность (уровень бакалавриата).

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1

№ п/ п	Виды работ	ЗЕТ	Количество часов по учебному плану	
			Форма обучения очная	
			Всего часов	Часов в интерактивной форме
1	Общая трудоёмкость дисциплины	4	144	24
2	Контактная работа обучающихся с преподавателем		80,35	24
3	Самостоятельная работа обучающихся		24,65	
4	Контроль		39,00	

Очная форма обучения

Таблица 4.2

№ тем п/п	Наименование Разделов и тем	Трудоемкость освоения темы дисциплины, ч													
		Общая	Кол-во аудиторных часов					Формы контроля							Самостоятельная работа
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические занятия	Контроль самостоятельной работы	Экзамены	Зачеты	Курсовые проекты	Курсовая работа	Контрольные работы	Рефераты	Расчетно-графические работы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3 семестр															
Раздел 1. Основные представления о горении															
1	Основы процессов горения	9	6	2	4										3
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>	4	4		4										
2	Материальный баланс процессов горения	8	6			6									2
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>	2	2			2									
3	Тепловой баланс процессов горения	8	6	2		4									2
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>														
4	Самовоспламенение и вынужденное воспламенение горючих систем	8	4	4											4
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>														
5	Самовозгорание веществ и материалов	12	8	4	4										4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>	4	4		4										
	Письменная контрольная работа	4	2									2			2
Раздел 2. Распространение и прекращение горения															
6	Горение газов	10	6	4		2									4
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>														
7	Горение жидкостей	18	14	4	4	6									4
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>	4	4		4										
8	Горение твердых горючих материалов и пылей	12	8	4	4										4
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>	4	4		4										
9	Система показателей пожарной опасности веществ и материалов	12	8		4	4									4
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>	8	6		4	2									
10	Основные представления тепловой теории гашения пламени	4	2	2											2
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>														
	КСР	2	2				2								
Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества															
11	Явление взрыва. Ударные волны и детонация	4	2	2											2
12	Виды и характеристики взрывчатых веществ	6	4	2		2									2
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>														
	Консультация	2	2					2							
	Экзамен	19													19
		6	0,35					0,35							5,65
	Итого по дисциплине	144	80,35	30	20	24	2	2,35				2			63,65
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>	24	24		20	4									

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Основные представления о горении

Тема 1. Основы процессов горения

Определение процесса горения. Его отличительные особенности. Горение в воздухе, состав воздуха. Необходимые и достаточные условия для горения. Классификация горючих веществ. Классификация процессов горения: гомогенное и гетерогенное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное. Пламя и его характеристики: форма, цвет, характер свечения, распределение температуры в пламени. Химические процессы и физические процессы, протекающие в пламени.

Тема 2. Материальный баланс процессов горения

Составление уравнений реакций горения горючих веществ различного состава в воздухе. Объём воздуха, необходимый для сгорания индивидуальных веществ и сложных смесей. Избыток воздуха и коэффициент избытка воздуха. Расчет объема воздуха, объема и состава продуктов горения при горении индивидуальных веществ, газовых смесей и конденсированных веществ сложного состава.

Тема 3. Тепловой баланс процессов горения

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

Тема 4. Самовоспламенение и вынужденное воспламенение горючих систем

Самовоспламенение. Цепной и тепловой механизмы самовоспламенения. Температура самовоспламенения и её зависимость от различных факторов (влияние концентрации горючего вещества, объема и формы сосуда, давления, содержания инертных газов и химически активных ингибиторов). Практическое значение температуры самовоспламенения, экспериментальные и расчетные методы её определения. Зажигание. Виды источников зажигания. Общие и отличительные особенности процессов самовоспламенения и зажигания. Минимальная энергия зажигания и её зависимость от различных факторов.

Тема 5. Самовозгорание веществ и материалов

Тепловая теория самовозгорания. Виды самовозгорания. Температуры самонагревания и тления. Самовозгорание масел и жиров, понятие йодного числа. Самовозгорание каменного угля. Самовозгорание торфа. Химическое самовозгорание. Меры по предотвращению самовозгорания. Применение беспилотных летательных аппаратов для обнаружения очагов возгорания торфяников.

Раздел 2. Горение веществ и материалов

Тема 6. Горение газов

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

Тема 7. Горение жидкостей

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

Тема 8. Горение твердых горючих материалов и пылей

Химические основы процессов термического разложения твёрдых горючих материалов. Горение древесины и угля. Гомогенный и гетерогенный режимы горения древесины. Стадии горения древесины. Особенности горения полимерных материалов. Группы горючести, метод расчета коэффициента горючести. Индекс распространения пламени, его определение и использование для характеристики твердых веществ. Показатель возгораемости и кислородный индекс. Особенности горения металлов. Показатели пожарной опасности твёрдых веществ. Огнезащитные покрытия. Пыли и их свойства. Показатели пожарной опасности пылей. Классификация пылей по пожаровзрывоопасности. Особенности горения и причины взрывов пылей.

Тема 9. Система показателей пожарной опасности веществ и материалов

Пожарная опасность веществ и материалов. Классификация пожаро- и взрывоопасных веществ. Основные показатели пожарной опасности горючих газов, аэродисперсных систем, жидкостей, твердых веществ. Безопасные условия работы с веществами и материалами. Оценка пожарной опасности веществ и материалов в газообразном, жидком, твёрдом и пылевидном состояниях.

Тема 10. Основные представления тепловой теории гашения пламени

Тепловая теория прекращения горения. Графическая схема реализации тепловой теории прекращения горения. Зависимость скорости тепловыделения и теплоотвода от температуры. Температура гашения и способы ее достижения. Основные механизмы прекращения процесса горения. Гашение пламени в узких каналах. Критический гасящий диаметр. Принципы работы и виды огнепреградителей.

Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества

Тема 11. Явление взрыва. Ударные волны и детонация

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

Тема 12. Виды и характеристики взрывчатых веществ

Понятие взрывчатого вещества. Классификация и основные характеристики взрывчатых веществ. Удельный тротиловый эквивалент, тротиловый эквивалент (мощность) взрыва, кислородный коэффициент и кислородный баланс взрывчатых веществ. Бризантное и фугасное действия взрыва. Теоретические и экспериментальные методы оценки фугасности и бризантности взрывчатых веществ. Оценка чувствительности взрывчатых веществ к механическим воздействиям (удар и трение) и электрическому импульсу. Применение робототехники для обезвреживания конденсированных взрывчатых веществ.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по самостоятельной подготовке к контрольной работе. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. – 17 с. – Режим доступа: https://3kl.uigps.ru/pluginfile.php/2290/mod_resource/content/2.
2. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по подготовке к экзамену для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Гайнуллина – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. – 22 с. – Режим доступа: https://3kl.uigps.ru/pluginfile.php/2292/mod_resource/content/2.
3. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по организации и контролю самостоятельной работы курсантов. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Гайнуллина – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. – 33 с. – Режим доступа: https://3kl.uigps.ru/pluginfile.php/2289/mod_resource/content/2.
4. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по изучению дисциплины. Специальность 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. – 44 с. – Режим доступа: https://3kl.uigps.ru/pluginfile.php/2288/mod_resource/content/2.
5. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические указания и задания для выполнения контрольной работы слушателями факультета заочного обучения. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Гайнуллина, О.В. Беззапонная – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2024. – 81 с. – Режим доступа: https://3kl.uigps.ru/pluginfile.php/2291/mod_resource/content/3.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Уровни формирования компетенций

ПК-1. Способен понимать основные закономерности процессов горения и взрыва, распространения и прекращения горения, способен прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках, использовать методики определения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности.

Уровни	Оценочные средства
повышенный	лабораторная работа, контрольная работа, контроль самостоятельной работы (КСР), экзамен

Наполнение фондов оценочных средств для разных видов и форм контроля

7.1. Текущий контроль успеваемости

7.1.1. Активные формы контроля

Форма контроля	Примерные варианты наполнения фондов оценочных средств / Наименование темы	Оцениваемые компетенции
Контрольная работа по разделу №1	Тема работы: «Материальный и тепловой баланс процессов горения». Дидактические единицы: составление уравнений реакций горения в воздухе; расчёт теоретического и действительного объёмов воздуха, необходимых для полного сгорания заданного количества горючего вещества в газообразном, жидком и твердом агрегатном состоянии при заданных условиях; расчет теоретического и действительного объёма и состав продуктов горения; вычисление теплоты сгорания веществ по следствию из закона Гесса и формулам Д.И. Менделеева; расчет температуры горения. 1. Рассчитать объём воздуха, перешедшего в продукты горения, объём продуктов горения и процентное содержание в них воды при сгорании 8 кг стирола. Коэффициент избытка воздуха 1,4. Начальная температура -25 °С, температура продуктов горения 550 °С. Давление нормальное атмосферное. 2. Определить объём воздуха и продуктов сгорания 170 м³ дифосфина и процентное содержание в них оксида фосфора, если горение протекает с избытком воздуха ($\alpha = 1,4$). Температура воздуха 18 °С, температура продуктов горения 880 °С. Давление 5 атм. 3. Рассчитать теплоту сгорания древесины массой 30 кг следующего состава: С = 72%, Н = 6%, О = 5%, S = 2%, N = 10%; золы = 5%, если известно, что вода выделилась в виде пара. 4. Используя средние значения теплоёмкостей, рассчитать температуру горения эпоксибутана, если коэффициент избытка воздуха 2,8, потери тепла в окружающую среду 18 %.	ПК-1
Контроль самостоятельной работы (в тестовой форме)	Тема: «Распространение и прекращение горения» 1. В основе процессов горения лежат реакции: 1) ионного обмена; 2) окислительно-восстановительные; 3) полимеризации; 4) комплексообразования. 2. Горение называют диффузионным если: 1) скорость диффузии окислителя к поверхности горючего вещества меньше скорости реакции горения; 2) скорость диффузии окислителя к поверхности горючего вещества больше скорости реакции горения;	ПК-1

	3) скорость диффузии окислителя к поверхности горючего вещества равна скорости реакции горения; 4) такого горения нет. 3. Коэффициент избытка воздуха показывает, во сколько раз объём воздуха, прошедшего на горение, 1) меньше теоретического объёма воздуха, необходимого для полного сгорания единицы количества вещества в стехиометрической смеси; 2) больше теоретического объёма воздуха, необходимого для полного сгорания единицы количества вещества в стехиометрической смеси; 3) больше объёма горючего вещества; 4) меньше объёма горючего вещества. 4. Выберите правильное утверждение 1) температура вспышки горючей жидкости выше температуры её воспламенения; 2) температура вспышки горючей жидкости ниже температуры её воспламенения; 3) температура вспышки горючей жидкости не отличается от температуры её воспламенения; 4) температура вспышки и есть температура воспламенения. 5. Температура жидкости, при которой концентрация насыщенных паров над её поверхностью равна нижнему концентрационному пределу распространения пламени называется: 1) нижним температурным пределом распространения пламени; 2) верхним температурным пределом распространения пламени; 3) температурой вспышки; 4) температурой воспламенения. 6. Теплота сгорания, включающая теплоту конденсации паров воды, содержащихся в продуктах горения, называется 1) теплотой сгорания; 2) теплотой испарения; 3) низшей теплотой сгорания; 4) высшей теплотой сгорания. 7. Укажите правильное утверждение: 1) адиабатическая температура горения выше действительной температуры горения; 2) адиабатическая температура горения ниже действительной температуры горения; 3) адиабатическая температура горения равна действительной температуре горения; 4) адиабатическая температура горения составляет 40% от действительной температуры горения. 8. Минимальная температура горючей жидкости, при которой над её поверхностью образуется паровоздушная смесь, способная к воспламенению и устойчивому последующему горению называется: 1) температурой вспышки; 2) температурой зажигания; 3) температурой воспламенения; 4) температурой самовоспламенения. 9. Линейная скорость выгорания жидкости равна: 1) массе жидкости выгорающей в единицу времени; 2) высоте слоя жидкости, выгорающего в единицу времени; 3) объёму жидкости, выгорающему в единицу времени; 4) массе жидкости, выгорающей за единицу времени с единицы площади. 10. Йодное число растительных масел равно: 1) процентному содержанию йода в масле; 2) количеству йода, вступившему в реакцию с 1000 г масла; 3) количеству йода, вступившему в реакцию со 100 г масла; 4) количеству двойных связей в глицеридах карбоновых кислот, входящих в состав растительных масел. 11. Проведение газосварочных работ разрешается: 1) при концентрации горючего вещества равной нижнему концентрационному пределу распространения пламени;	ПК-1
--	---	-------------

	2) при концентрации горючего вещества равной нулю. 3) при стехиометрической концентрации горючего вещества; 4) при предельно-допустимой взрывобезопасной концентрации горючего вещества. 12. Температура вспышки бензола составляет – 11°C. Определить категорию помещения, в котором можно хранить или работать с данной жидкостью: 1) категория «А»; 2) категория «Б»; 3) категория «Г»; 4) категория «Д». 13. Критическая температура самовозгорания торфа составляет: 1) 100°C; 2) 80°C; 3) 70°C; 4) 60°C. 14. Детонационный режим протекает со скоростью: 1) выше 1 км/с; 2) меньше 1 км/с; 3) меньше 300 м/с; 4) выше 10 м/с. 15. Вещества, имеющие температуру самонагрева ниже 50 °С, называют: 1) трудногорючими; 2) горючими; 3) легковоспламеняющимися; 4) пирофорными. 16. К инициирующим взрывчатым веществам относится: 1) тротил; 2) гексоген; 3) гремучая ртуть; 4) нитроглицерин. 17. В соответствии с ГОСТ 12.1.044-84 к горючим относят жидкости температура вспышки которых, в закрытом тигле: 1) < 61°C; 2) >28°C; 3) >61°C; 4) >66°C. 18. Укажите верную формулу расчёта температуры вспышки 1) $(t_{всп})$ 1) $t_{всп} = t_{исп} - 18\sqrt{K}$; 2) $t_{всп} = t_{кин} - 18\sqrt{K}$; 3) $t_{всп} = t_{исп} - K\sqrt{18}$; 4) $t_{всп} = t_{кин} + 18\sqrt{K}$. 19. Коэффициент горючести метилового спирта (CH₄O) равен: 1) 10; 2) 8; 3) 12; 4) 6. 20. Критическим условием зажигания по Зельдовичу является: 1) $\frac{dT}{dx} = 0$; 2) $\frac{dT}{d\tau} \leq 0$; 3) $\frac{dT}{dx} \leq 0$; 4) $T = T_{самовоспл}$	ПК-1
--	---	-------------

Лабораторные работы	<i>Перечень тем лабораторных работ</i> 1. Основы процессов горения. 2. Самовоспламенение и самовозгорание горючих систем. 3. Горение жидкостей. 4. Горение твердых горючих материалов. 5. Определение и оценка показателей пожарной опасности веществ и материалов. Отчёт по работе должен содержать: 1. Название эксперимента. 2. Цель эксперимента. 3. Материальное обеспечение. 4. Рисунки и схемы лабораторных установок. 5. Результаты эксперимента (таблицы, графики). 6. Обработку результатов эксперимента (расчет величин, оценка погрешности). 7. Выводы.	ПК-1
---------------------	---	------

7.2. Промежуточная аттестация

Форма контроля	Оцениваемая компетенция	Примерные варианты наполнения фондов оценочных средств
Экзамен	ПК-1	<i>Раздел 1. Основные представления о горении</i> Тема 1. Основы процессов горения 1. Сущность процесса горения. Необходимые и достаточные условия процесса горения. Химические и физические процессы, протекающие при горении. 2. Классификация процессов горения: гомогенное и гетерогенное, полное и неполное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное, стационарное и нестационарное. 3. Пламя. Структура и основные характеристики пламени. Физические и химические процессы, протекающие в пламени. Тема 2. Материальный баланс процессов горения 4. Уравнение материального баланса процесса горения. Расход воздуха на горение. Избыток воздуха и коэффициент избытка воздуха. Расчет количества и состава продуктов горения (<i>решение задач</i>). Тема 3. Тепловой баланс процессов горения 5. Уравнение теплового баланса. Теплоты сгорания (определение и методы их расчета). 6. Температура горения: калориметрическая, адиабатическая, теоретическая, действительная. Тема 4. Самовоспламенение и вынужденное воспламенение горючих систем 7. Понятие самовоспламенения. Тепловая и цепная теории самовоспламенения. Условие самовоспламенения. 8. Температура самовоспламенения и её зависимость от различных факторов. Практическое значение температуры самовоспламенения. 9. Механизм зажигания. Виды и характеристики источников зажигания. 10. Элементы тепловой теории зажигания, критические условия зажигания. 11. Общие и отличительные особенности процессов самовоспламенения и зажигания. Виды источников зажигания. 12. Температура зажигания и минимальная энергия зажигания, их физический смысл и практическое значение. Тема 5. Самовозгорание веществ и материалов. 13. Тепловая теория самовозгорания. Механизм процесса самовозгорания веществ и материалов. Сходство и различие явлений самовоспламенения и самовозгорания горючих систем. 14. Виды самовозгорания: классификация; причины; примеры.

	ПК-1	15. Самовозгорание масел и жиров. Оценка склонности к самовозгоранию и его профилактика. 16. Самовозгорание каменного угля и сульфидов железа. 17. Самовозгорание торфа и других растительных продуктов. 18. Самовозгорание химических веществ. <i>Раздел 2. Распространение и прекращение горения</i> Тема 6. Горение газов 19. Общие закономерности кинетического режима горения газов. 20. Нормальная скорость распространения пламени и факторы, влияющие на ее величину. 21. Концентрационные пределы распространения пламени: определение; физический смысл; зависимость от различных факторов. Тема 7. Горение жидкостей 22. Условия возникновения горения жидкостей. Насыщенный пар. Давление насыщенного пара: методы его определения и практическое значение. 23. Температура вспышки и температура воспламенения как характеристики пожарной опасности жидкостей (определение, физический смысл, расчёт, практическая значимость). 24. Температурные пределы распространения пламени: физический смысл; методы определения; практическое значение. 25. Скорость выгорания, её зависимость от различных факторов, методы расчёта и экспериментального определения. 26. Распределение температуры в горящей жидкости. Механизм образования гомотермического слоя. 27. Вскипание и выброс жидкостей, причины этих явлений, меры по их предотвращению Тема 8. Горение твердых горючих материалов и пылей. 28. Основные закономерности горения твердых веществ и материалов. 29. Группы горючести. 30. Горение древесины. Основные стадии процесса пиролиза древесины: температура горения древесины, продукты горения на разных этапах горения древесины. 31. Особенности горения полимерных материалов: классификация, особенности термического разложения, токсичность. 32. Особенности горения металлов. 33. Понятие об антипиренах. Оценка эффективности их действия. 34. Особенности горения и взрыва пылей. 35. Классификация пылей по пожаровзрывоопасности. Тема 9. Система показателей пожарной опасности веществ и материалов 36. Пожарная опасность веществ и материалов (знать, что понимают под пожарной опасностью; что значит «оценить пожарную опасность вещества» + уметь выполнять задание по оценке пожарной опасности вещества). Тема 10. Основные представления тепловой теории потухания пламени 37. Предельные параметры процесса горения. 38. Элементы тепловой теории прекращения горения. Зависимость скорости тепловыделения и теплоотвода от температуры. Температура потухания. 39. Гашение пламени в узких каналах. Принцип работы огнепреградителей и их виды. <i>Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества</i> Тема 11. Ударные волны и детонация. Явление взрыва. 40. Явление взрыва, типы взрывов. 41. Механизм образования ударной волны, форма ударной волны. Тема 12. Виды и характеристики взрывчатых веществ. 42. Классификация и общая характеристика взрывчатых веществ. 43. Основные характеристики взрывчатых веществ (удельный тротиловый эквивалент, тротиловый эквивалент взрыва, кислородный баланс и кислородный коэффициент), методы их расчёта и интерпретация полученных результатов. 44. Бризантное и фугасное действия взрыва. 45. Методы оценки бризантности и фугасности взрывчатых веществ. 46. Оценка чувствительности взрывчатых веществ к механическим воздействиям (удар и трение) и электрическому импульсу.
--	------	---

	ПК-1	<i>Задания и задачи</i> 1. Составление уравнений реакций горения. 2. Расчет объема воздуха, объема и состава продуктов горения при сгорании заданного количества индивидуального вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях. 3. Расчет теплоты сгорания веществ по следствию из закона Гесса и формулам Д.И. Менделеева. 4. Расчет температуры горения с использованием средних значений теплоемкостей. 5. Расчет концентрационных пределов воспламенения по аппроксимационной формуле и с учетом заданной температуры в % и кг/м³. 6. Расчет стехиометрической концентрации в % и кг/м³. 7. Расчет давления насыщенного пара жидкостей по уравнению Клаузиуса-Клапейрона. 8. Расчет давления/концентрации насыщенного пара жидкости при заданной температуре с использованием уравнения Антуана. 9. Расчет давления насыщенного пара жидкостей по законам Рауля. 10. Расчет температуры вспышки и воспламенения заданной жидкости по формуле Блинова, по формуле Элея и через НТПР. 11. Расчет температурных пределов распространения пламени. 12. Оценка пожарной опасности веществ, находящихся в газообразном и жидком состояниях. 13. Расчет избыточного давления взрыва и температуры взрыва. 14. Расчет удельного тротилового эквивалента и тротилового эквивалента (мощности) взрыва. 15. Расчет безопасного расстояния и границ зон разрушения при действии ударной волны.
--	------	--

Примерный вариант экзаменационного билета

Уральский институт ГПС МЧС России	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ... Кафедра химии и процессов горения Дисциплина «Теория горения и взрыва»	Утверждаю Начальник кафедры «__» _____ 202_ г.
1. Температурные пределы распространения пламени: физический смысл; методы определения; практическое значение. 2. Пользуясь справочной литературой, выполните оценку пожарной опасности циклогексана. 3. Для бензина низкооктанового расчетным путем определить: - объём воздуха и продуктов горения при сгорании 45 кг древесины следующего состав: С – 65 %; Н – 15 %; О – 10 %; N – 5 %; S – 5 %, исходная температура -8 °С, температура продуктов горения 670 °С, коэффициент избытка воздуха 1,9; - температуры вспышки и воспламенения. К какому классу относится данная жидкость? В помещении какой категории по пожаровзрывоопасности можно с ней работать? - тротильный эквивалент взрыва его паров при полном разливе железнодорожной цистерны емкостью 150 м³, заполненной на треть. Каково безопасное расстояние от эпицентра взрыва?		

Полный комплект экзаменационных билетов приведен в Фонде оценочных средств.

Критерии оценивания

1. Шкала оценивания результатов и критерии выставления оценок по лабораторным работам.

Критерии оценивания:

- соблюдение правил техники безопасности;
- самостоятельное, аккуратное и правильное выполнение экспериментальных исследований;
- грамотное оформление отчета о результатах экспериментальных исследований согласно установленным правилам и требованиям;
- грамотное представление результатов эксперимента (правильность выбора масштаба при построении графиков, оценка точности измерений, анализ полученных результатов);
- демонстрация культуры оформления и представления отчетной документации.

Обучающиеся должны сдать отчеты по лабораторным работам на проверку преподавателю в конце лабораторно-практического занятия либо (при необходимости дополнительного времени на оформление отчета) на следующем учебном занятии. При проверке отчетов используется следующая критериальная схема оценивания:

«Отлично» (оценка «5»): отчет сдан, каждый критерий выполнен более чем на 90 %. Работа выполнена по варианту, расчетная часть и выводы соответствуют требованиям. Оформление отчета аккуратное, без помарок и ошибок.

«Хорошо» (оценка «4»): отчет сдан, каждый критерий выполнен менее чем на 90%. Работа выполнена по варианту, расчетная часть и выводы соответствуют требованиям, но имеют некоторые погрешности, не влияющие на общий результат. Оформление отчета аккуратное, без существенных помарок и ошибок.

«Удовлетворительно» (оценка «3»): отчет сдан, каждый критерий оценки выполнен менее чем на 70%. Работа выполнена по варианту, расчетная часть и выводы имеют существенные ошибки и недочеты, что отрицательно влияет на конечный результат, в оформлении и вычислениях имеются ошибки и недочеты.

«Неудовлетворительно» (оценка «2»): отчет не сдан, либо выполнено менее 60 % отчета.

2. Шкала оценивания результатов и критерии выставления оценок по контрольным работам.

«Отлично» - если обучающийся дал полное и правильное решение задач (заданий) контрольной работы.

«Хорошо» - если обучающийся при выполнении задач (заданий) контрольной работы допустил неточности в расчетах, формулировках.

«Удовлетворительно» - если обучающийся представил неполное решение задач (заданий), допустил грубые ошибки, или не полностью решил задачи (задания).

«Неудовлетворительно» - если обучающийся представил последовательность решения задач (заданий), но решение оказалось неправильным.

3. Шкала оценивания результатов и критерии выставления оценок по тестовым заданиям.

«Отлично» - если правильность ответов составляет 85-100 %.

«Хорошо» - если правильность ответов составляет 70-84 %.

«Удовлетворительно» - если правильность ответов составляет 51 -69 %.

«Неудовлетворительно» - если правильность ответов составляет 50% и менее.

4. Шкала оценивания результатов и критерии выставления оценок за устный ответ на экзамене.

«Отлично» ставится, если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, приводит примеры, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, не допускает ошибок.

«Хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных ошибок в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий, допускает неточности в ответе.

«Удовлетворительно» ставится, если обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не совсем правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

«Неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке определений понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Адамян, В. Л. Теория горения и взрыва / В. Л. Адамян. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 116 с. – ISBN 978-5-507-50606-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/449900#4>.
2. Гельфанд, Б. Е. Взрывобезопасность : учебник / Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников; под ред. В. С. Артамонова. – СПб. : Астерион, 2006. – 392 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Гайнуллина Е. В. Теория горения и взрыва. Практикум [текст] : учеб. пособие. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / Е. В. Гайнуллина, О. В. Безапонная, М.Л. Кондратьева - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2021. - 87 с.
2. Гайнуллина Е. В., Безапонная О. В. Теория горения и взрыва [Текст] : информационно-справочный материал. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. : Е. В. Гайнуллина, О. В. Безапонная - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2023. - 53 с.
3. Гайнуллина Е. В. Оценка пожарной опасности веществ и материалов [Текст] : учебное пособие. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / Е. В. Гайнуллина, А. В. Кокшаров – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 53 с.
4. ГОСТ 12.1.044-2018 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 октября 2018 г. № 717-ст) (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/72189494/>.
5. Корольченко, А. Я. Процессы горения взрыва / А. .Я. Корольченко. - М. : Пожнаука, 2007. – 266 с.
6. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 25.07.2022) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12161584/>.

9. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru>.
2. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000. Режим доступа: <http://eLibrary.ru>.
3. <https://www.garant.ru/> – информационно-справочная система «Гарант».
4. <https://3kl.uigps.ru/local/crw/> – электронная информационно-образовательная среда института.

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Офисный пакет Microsoft Office.
2. Операционная система Windows.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.
2. Ознакомление с терминами, понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
3. Определение вопросов, терминов, материала, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на практическом занятии.
4. Просмотр рекомендуемой литературы.
5. Выполнение заданий для самостоятельной работы.
6. Аккуратное систематическое ведение записей в рабочей тетради.
7. При подготовке к экзамену, коллоквиуму и контрольным работам необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, самостоятельных работ, текущего контроля и промежуточной аттестации. Проведение лабораторных работ осуществляется в учебных лабораториях кафедры химии и процессов горения.

13. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

При проведении занятий по дисциплине «Теория горения и взрыва» в особых условиях (чрезвычайные ситуации, неблагоприятные эпидемиологические условия, введение военного положение и др.) их реализация осуществляется в соответствии с Положениями института. При необходимости, на основании локальных нормативных актов института используются учебные и тематические планы по образовательным программам сокращенного обучения на особый период времени.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочей (учебной) программе дисциплины «Теория горения и взрыва» по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль – Надзорно-профилактическая деятельность на 2026/2027 учебный год.

1. Пункт 8.2 изложить в следующей редакции

8.2. Дополнительная литература

1. Гайнуллина Е. В. Теория горения и взрыва. Практикум [текст] : учеб. пособие. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная, М.Л. Кондратьева - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2021. - 87 с.
2. Гайнуллина Е. В., Беззапонная О. В. Теория горения и взрыва [Текст] : информационно-справочный материал. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. : Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2026. - 53 с.
3. ГОСТ 12.1.044-2018 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 октября 2018 г. № 717-ст) (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/72189494/>.
4. Корольченко, А. Я. Процессы горения взрыва / А. Я. Корольченко. - М. : Пожнаука, 2007. – 266 с.
5. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 25.07.2022) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12161584/.ë>

2. Пункт 12 заменить следующей редакцией:

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине «Теория горения и взрыва» включает в себя следующие компоненты:

Виды занятий	Сведения о помещении	Перечень оборудования	Перечень технических средств обучения
1	2	3	4
Лекционные занятия	Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 70.	Основное оборудование для обеспечения посадочных мест (по количеству обучающихся): – стол ученический (парта); – стул ученический (скамья); – стол преподавательский; – стул. Дополнительное оборудование: меловая (маркерная) доска	Компьютер стационарный в комплекте (монитор, клавиатура, мышь) или ноутбук, либо интерактивная панель с лицензионным программным обеспечением, с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Института. Мультимедиа-проектор с экраном
Практические занятия	Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 30.	Основное оборудование для обеспечения посадочных мест (по количеству обучающихся): – стол ученический (парта); – стул ученический (скамья); – стол преподавательский; – стул; – меловая (маркерная) доска	Компьютер стационарный в комплекте (монитор, клавиатура, мышь) или ноутбук, либо интерактивная панель с лицензионным программным обеспечением, с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Института. Мультимедиа-проектор с экраном
Лабораторные занятия	Лаборатория теории горения и взрыва на 16 посадочных мест. Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 15.	Лабораторная мебель и оборудование в соответствии с лабораторным практикумом (по количеству обучающихся): – стол для весов – 1 шт.; – прибор для определения температуры самовоспламенения – 2 шт.; – прибор для определения температуры вспышки открытый тигель – 4 шт.; – прибор для определения температуры вспышки закрытый тигель – 2 шт.; – газоанализатор для определения содержания в продуктах горения: O ₂ , CO ₂ , CO, SO ₂ , H ₂ S, NO, NO ₂ , HC – 1 шт.; – приборы СВ для определения массовой скорости выгорания жидкостей – 3 шт.; – аспиратор – 4 шт.; – весы лабораторные с нижним пределом измерения 1 мг – 1 шт.; – весы лабораторные с нижним пределом измерения 10 мг – 2 шт.; – цифровой термометр – 4 шт.; – штатив лабораторный металлический – 4 шт.; – печь муфельная – 1 шт.; – горелка Бунзена – 1 шт.; – пирометр – 1 шт.; – лабораторная посуда (в соответствии с проводимыми экспериментами, по количеству рабочих мест);	Интерактивная панель с лицензионным программным обеспечением, с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Института

Продолжение таблицы

1	2	3	4
		– химические реактивы (в соответствии с проводимыми экспериментами, по количеству рабочих мест); - шкаф вытяжной – 4 шт.; – шкаф для хранения ЛВЖ и ГЖ – 1 шт.; – шкаф для посуды и реактивов – 4 шт.; – стол лабораторный с ящиками и розетками с тумбой – 6 шт.; – стол островной – 8 шт.; – стол-мойка двойная – 2 шт.; – технологическая приставка с водой – 4 шт. – доска аудиторная – 1 шт.; – табурет лабораторный – 16 шт.	
Промежуточная и итоговая аттестация	Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 30.	Основное оборудование для обеспечения посадочных мест (по количеству обучающихся): – стол ученический (парта); – стул ученический (скамья); – стол преподавательский; – стул; – меловая (маркерная) доска.	Интерактивная панель с лицензионным программным обеспечением, с возможностью доступа в электронную информационно-образовательную среду Института

Составил:
доцент кафедры ХиПГ
канд. техн. наук, доцент
полковник внутренней службы



Е.В. Гайнуллина

«14» мая 2026 г.