

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
А.В. Бурминстров  
« 24 » 06 2020 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.20 «Основы теории горения и взрыва»  
Специальность 20.05.01 «Пожарная безопасность»  
Специализация Пожарная безопасность химических производств  
Квалификация выпускника Специалист  
Форма обучения Очная  
Институт, факультет ИХТИ, ФЭМИ  
Кафедра-разработчик рабочей программы ТИПиКМ  
Курс, семестр 3 курс, 5 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1,0
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1,0
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации – Экзамен	36	1,0
Всего	216	6

Казань, 2020 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 851 утвержден 17.08.2015 г.) по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» для специализации «Пожарная безопасность химических производств», на основании учебного плана набора обучающихся 2018 года. Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

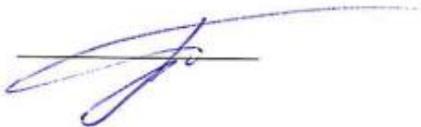
Доцент



Р.А. Крыев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТИПиКМ, протокол от 17.06. 2020 г. № 13

Зав. кафедрой



Т.В. Бурдикова

**УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ от 18.06 2020 г. № 4

Председатель комиссии, профессор



В.Я. Базотов

Нач. УМЦ



Л.А Китаева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Цель преподавания данной дисциплины заключается в ознакомлении студентов основами теории горения и взрыва, дать представления о физико-химических процессах, происходящих при горении; сформировать критерии и методы оценки возникновения горения для разных горючих веществ; дать основные методы определения параметров горения и методов гашения пламени.

Основные задачи:

- формирование у студентов основ теории горения и взрыва;
- ознакомление физико-химическими процессами горения на пожаре;
- ознакомление теоретическим обоснованием параметров прекращения горения газов, жидкостей и твердых материалов.

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина «Основы теории горения и взрыва» относится к базовой части основной образовательной программы (ООП) подготовки специалистов по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность». Изучаемый материал дает необходимую базу для профессиональной деятельности, в которой закладываются основные теоретические и практические знания, навыки и умения, для дальнейшего роста профессионального уровня (мастерства) специалиста пожарной безопасности.

Дисциплины ООП, на которую опирается содержание данной дисциплины: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физика».

Дисциплины и разделы ООП, для которых содержание данной дисциплины выступает опорой: «Горение энергонасыщенных материалов», «Надежность технических систем и техногенный риск», «Прогнозирование опасных факторов», «Физико-химические основы развития и тушения пожаров», «Планирование и организация тушения пожаров», «Пожарная безопасность технологических процессов», «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза», «Расследование пожаров», производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, итоговая аттестация.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы теории горения и взрыва»**

### ***Профессиональные компетенции:***

ПК-1 - способностью применять методику анализа пожарной опасности технологических процессов производств и предлагать способы обеспечения пожарной безопасности;

ПК-8 - способностью понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения на пожарах, особенностей динамики пожаров, механизмов действия, номенклатуры и способов применения огнетушащих составов, экологических характеристик горючих материалов и огнетушащих составов на разных стадиях развития пожара.

В результате освоения дисциплины «Основы теории горения и взрыва» обучающийся должен

**Знать:**

- физико-химические основы горения; виды пламени и скорости его распространения;
- типы взрывов, классификацию взрывов, основные параметры энергии и мощности взрыва, принципы формирования ударной волны;
- механизм химического взаимодействия при горении;
- показатели пожарной опасности веществ и материалов и методы их определения;
- материальный и тепловой балансы процессов горения;
- возникновение горения по механизмам самовоспламенения и самовозгорания, вынужденного воспламенения;
- распространение горения по газам, жидкостям и твердым материалам;
- предельные явления при горении и тепловую теорию прекращения горения;
- огнетушащие средства, свойства и область их применения при тушении пожаров;

**Уметь:**

- осуществлять расчеты параметров воспламенения и горения веществ, условий взрыва горючих газов, паров горючих жидкостей, тепловой энергии при горении, избыточного давления при взрыве;

**Владеть:**

- навыками проведения экспериментальных исследований процессов горения горючих систем;
- методами термодинамических и термохимических расчетов параметров и характеристик горения горючих систем;
- информационными технологиями, необходимыми для анализа и диагностики процессов горения горючих систем.

**4. Структура и содержание дисциплины «Основы теории горения и взрыва»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Лабо-ра-торные занятия	Прак-тиче-ские за-нятия	СРС		
1	Тема 1. Общие сведения о горении и взрыве.	5	10	18	10	30	Лекция с использованием компьютерных презентаций, групповая	Расчетная работа, рабочая тетрадь (отчет по лабораторной работе).

							работа с иллюстративным материалом, практическая расчетная работа, лабораторная экспериментальная работа с элементами решения проблемных задач	
2	Тема 2. Горение веществ и материалов	5	20	18	4	42	Лекция с использованием компьютерных презентаций, групповая работа с иллюстративным материалом, лабораторная экспериментальная работа с элементами решения проблемных задач	Расчетная работа, рабочая тетрадь (отчет по лабораторной работе).
3	Тема 3. Взрывные процессы.	5	6		4	18	Лекция с использованием компьютерных презентаций, групповая работа с иллюстративным материалом, групповая дискуссия	Групповая дискуссия, расчетная работа, тест.
	Итого:		36	36	18	90		Экзамен

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием используемых инновационных образовательных технологий.**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Общие сведения о горении и взрыве.	4	Общие сведения о горении и взрыве	Классификация процессов горения. Диффузионное и кинетическое горение. Дефлаграционное и детонационное горение. Гомогенное и гетерогенное горение. Ламинарное и турбулентное	ПК-1, ПК-8

				горение. Горение на пожаре. Продукты неполного сгорания, дым. Излучение пламен. Взрывное горение и взрыв.	
2		2	Материальный и тепловой балансы горения	Материальный и тепловой балансы горения. Уравнение материального баланса горения. Теоретическое необходимое количество воздуха для горения. Объем и состав продуктов сгорания. Избыток воздуха в процессе горения. Теплота сгорания и взрыва. Температура горения и взрыва.	
3		4	Возникновение горения	Теория теплового самовоспламенения. Температура самовоспламенения. Критические условия самовоспламенения. Зависимость температуры самовоспламенения от различных факторов. Цепной механизм развития самовоспламенения. Флегматизаторы и химические ингибиторы горения. Экспериментальные методы определения температуры самовоспламенения. Самовозгорание. Вещества и материалы, склонные к самовозгоранию. Экспериментальное определение условий теплового самовозгорания. Вынужденное воспламенение горючих газовых смесей. Зажигание от нагретой поверхности. Зажигание электрической искрой. Особенности зажигания аэродисперсных горючих систем.	ПК-1, ПК-8
4		2	Концентрационные пределы при горении	Концентрационные пределы при горении. Влияние давления, температуры и энергии источника зажигания. Влияние флегматизаторов и химически актив-	ПК-1, ПК-8

				ных ингибиторов на концентрационные пределы.	
5	Тема 2. Горение веществ и материалов	4	Горение газов	Горение предварительно перемешанных парогазовых смесей. Экспериментальные методы определения нормальной скорости горения. Механизм воспламенения и распространения стационарного горения. Влияние состава смеси, начальной температуры на нормальную скорость горения. Влияние флегматизаторов на скорость горения. Ламинарный и турбулентный режимы распространения пламени. Структура диффузионного пламени горючих газов.	ПК-1, ПК-8
6		4	Горение жидкостей	Горение жидкостей. Воспламенение жидкости. Распространение пламени по поверхности жидкости. Выгорание жидкости.	ПК-1, ПК-8
7		4	Горение твердых веществ и материалов	Горение твердых веществ и материалов. Общие закономерности и отличительные особенности горения веществ различного агрегатного состояния. Термическое разложение и пиролиз твердых материалов. Воспламенение твердых веществ. Распространение пламени по поверхности твердых материалов: а) влияние влажности на скорость распространения; б) влияние ориентации образца в пространстве; в) влияние геометрических размеров горючего вещества. Механизм выгорания твердых веществ.	ПК-1, ПК-8

8		4	Горение металлов и взрывчатых веществ	Отличительные особенности горения распыленных твердых веществ в среде различных газов.	ПК-1, ПК-8
9		4	Предотвращение и прекращение процессов горения	Условия протекания процессов горения и его прекращения. Влияние различных факторов. Предельные явления в горении и тепловая теория потухания пламени. Оценка температуры горения для предельных смесей.	ПК-1, ПК-8
10	Тема 3. Взрывные процессы	2	Характеристика взрывчатых превращений	Физические и химические взрывы. Тротилловый эквивалент. Энергия взрыва. Давление взрыва. Максимальное давление при сгорании газовой смеси, конденсированных взрывчатых веществ. Основные параметры, характеризующие взрывчатые превращения. Методы определения данных характеристик.	ПК-1, ПК-8
11		4	Детонация газообразных, жидких и твердых веществ.	Ударные волны. Детонация. Свойства некоторых материалов. Опасные факторы, возникающие при работе с взрывчатыми веществами и материалами. Меры безопасности при работе с данными веществами.	ПК-1, ПК-8
	<b>Итого:</b>	36			

## 6. Содержание практических занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Общие сведения о горении и взрыве.	3	Расчет расхода воздуха на горение	Расчет теоретически необходимого расхода воздуха на горение.	ПК-1, ПК-8
		3	Расчет объема продуктов сгорания	Расчет объема продуктов сгорания индивидуальных горючих веществ, смеси горючих веществ, смеси горючих газов.	
		4	Расчет теплоты и температуры горения	Расчет теплоты сгорания индивидуального горючего вещества и горючей смеси. Расчет температуры горения горючих веществ.	
2	Тема 2. Горение веществ и материалов	4	Расчет стехиометрической концентрации	Изучение методов расчета стехиометрической концентрации.	ПК-1, ПК-8
3	Тема 3. Взрывные процессы	4	Расчет температуры и давления взрыва в замкнутом объеме	Освоение методов расчета температуры и давления при взрыве. Использование для расчетов справочные данные.	ПК-1, ПК-8
	Итого	18			

## 7. Содержание лабораторных занятий с указанием используемых инновационных образовательных технологий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2. Горение веществ и материалов	9	Определение температуры горения горючих материалов	Определение температуры горения методами зондовой и радиационной пирометрии	ПК-1, ПК-8
2			Определение теплоты сгорания	Определение теплоты сгорания в калориметрической бомбе	ПК-1, ПК-8
3			Определение скорости выгорания жидких топлив со свободной поверхности.	Определение линейной и массовой скоростей горения	ПК-1, ПК-8
4			Определение скорости горения смесевых твердых топлив.	Определение линейной и массовой скоростей горения	ПК-1, ПК-8
	Итого	36			

## 8. Самостоятельная работа студента

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
Тема 1. Общие сведения о горении и взрыве.	30	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетного задания.	ПК-1, ПК-8
Тема 2. Горение веществ и материалов	42	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетного задания.	ПК-1, ПК-8
Тема 3. Взрывные процессы.	18	Выполнение расчетного задания.	ПК-1, ПК-8
Итого	90		

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

Оценка результатов деятельности студентов в рамках дисциплины проводится в соответствии с «Положением о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» КНИТУ

Максимальный рейтинг студента – 100 баллов, минимальный составляет 60 баллов.

Пересчет рейтинга в традиционную и международную оценки системы оценки знаний производится в соответствии с установленной шкалой, приведенной в таблице

Пересчет рейтинга в традиционную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов
Отлично (5)	87- 100
Хорошо (4)	73-87
Удовлетворительно (3)	60-73
Неудовлетворительно (2)	Ниже 60

Текущий рейтинг складывается из оценки следующих видов контроля:

Вид контроля	Балл – (min)	Балл – (max)
Рабочая тетрадь (отчет по лабораторной работе)	12 (3X4)	16 (4X4)
Расчетная работа	15 (3X5)	30 (4X5)
Групповая дискуссия	2	5
Тест	7	10
Экзамен	24	40
ВСЕГО	60	100

**10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Основы теории горения и взрыва»**

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Основы теории горения и взрыва» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Вареных Н.М. Пиротехника: учебник / Н.М.Вареных, В.Н.Емельянов, А.С.Дудырев, И.А. Абдуллин, Н.Е.Тимофеев, М.С. Резников. – Казань: КНИТУ, 2015. – 340 с.	УНИЦ КНИТУ 50
2. Абдуллин И.А. Гражданская пиротехника: учебное пособие / И.А. Абдуллин, М.С. Резников, А.И. Сидоров [и др.]. – Казань: КНИТУ, 2013. – 340 с.	УНИЦ КНИТУ 50
3. Абдуллин И.А. Бронебойно-зажигательные боеприпасы к стрелковому оружию: учебное пособие / И.А.Абдуллин, А.Б.Заволокин, В.Н.Лепин, А.С.Михайлов, О.И.Белобородова. - Казань: КНИТУ , 2013. – 200с.	УНИЦ КНИТУ 15 15 экз. на кафедре

### 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Батурова Г.С. Характеристики цветного пиротехнического пламени: учебное пособие / Г.С. Батурова, М.С. Резников, Л.А. Кипрова [и др.]. – Казань: КНИТУ, 2012. – 126 с.	УНИЦ КНИТУ 15 15 экз. на кафедре
2. Батурова Г.С. Спектры пламен: учебное пособие / Г.С. Батурова, Л.А. Кипрова. – Казань: КНИТУ, 2014. – 208 с.	УНИЦ КНИТУ 15 15 экз. на кафедре
3. Рогов Н.Г. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив / Н.Г. Рогов, Ю.А. Груздев. – СПбГТУ, 2005. – 200 с.	УНИЦ КНИТУ 39
4. Мадякин Ф.П. Сигнальные и фейерверочные составы и изделия: учебное пособие / Ф.П. Мадякин, Н.А. Тихонова, О.Ф. Тютюник. – Казань: КГТУ, 2005. – 148 с.	УНИЦ КНИТУ 149
5. Мадякин Ф.П. Компоненты и продукты сгорания пиротехнических составов: учебное пособие / Ф.П. Мадякин. – Казань: КГТУ, 2006. – 500 с.	УНИЦ КНИТУ 119
6. Демидов А.Н. Краткий курс пиротехники / А.Н. Демидов, А.А. Фрейман, В.А. Лихачёв. – Сергиев Посад: Изд. Русская пиротехника, 2008. – 304 с.	УНИЦ КНИТУ 10 3 экз. на кафедре

### 10.3 Электронные источники информации

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ. – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>
3. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>

ЭБС IPR BOOKS

ЭБС Znanium

ЭБС Biblioclub

ЭБС Юрайт

ЭБС Лань

Образовательный портал по химии "HIMUS" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://himus.umi.ru/>, свободный.

**10.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы.**

1) Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

2) Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>

Согласовано:  
УНИЦ КНИТУ



**11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

**12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Калориметр АБК-1В;
  2. Весы лабораторные DX 300;
  3. Прибор ИСП-51;
  4. Прибор ДГ-2;
  5. Пирометр ЛОП-72;
  6. Микрофотометр ИФО-451;
  7. Камера сжигания;
  8. Пирометр ПД-7;
  9. Комплекс ПИ-1.
  10. Тепловизор.
  11. Установка для определения температуры самовоспламенения горючих материалов.
  12. Дериватограф Netzsch.
- Техническими средствами обучения:
1. Доска для записей;
  2. Проектор с киноэкраном.

### ***13. Образовательные технологии***

При обучении дисциплине «Теория горения и взрыва» используются следующие образовательные технологии:

- организационно-деятельностные игры;
- ролевые, «деловые» игры;
- разбор ситуаций из практики;
- решение проблемных задач.

Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 12 ч.