

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института



« 15 » сентября 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

Теория горения и взрыва

направление подготовки (специальность):

20.05.01 – Пожарная безопасность

Направленность программы (профиль, специализация):

Пожарная безопасность

Квалификация

специалист

Форма обучения

Очная

**Институт:** Химико-технологический

**Кафедра:** Безопасности жизнедеятельности

Белгород – 2016


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2015 г. № 851;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): д.т.н., профессор  (А.Н. Лопанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


к.т.н., ст.преподаватель  (И.В. Прушковский)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Защиты в чрезвычайных ситуациях

Заведующий кафедрой: к.т.н., профессор  (В.Н. Шульженко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)  
« 15 » сентября 2016 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 6 » сентября 2016 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (А.Н. Лопанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 09 2016 г., протокол № 1

Председатель: к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Общепрофессиональные</b>			
1	ОПК-1	Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные требования информационной безопасности <b>Уметь:</b> решать задачи профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> информационно-коммуникационными технологиями
2	ОПК-2	Способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные методики и требования информационной безопасности <b>Уметь:</b> решать задачи профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> способностью к коммуникации в устной и письменной формах
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-8	способность 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 обучающийся должен <b>Знать:</b> основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва <b>Уметь:</b> применять огнетушащие составы <b>Владеть:</b> соответствующей номенклатурой
2	ПК-2	способность определять расчетные	В результате освоения дисциплины обучающийся должен

		величины пожарного риска на производственных объектах и предлагать способы его снижения	<b>Знать:</b> расчетные величины пожарного риска <b>Уметь:</b> предложить способы снижения риска <b>Владеть:</b> знаниями рискологии при пожаре, понятия и классификацию
3	ПК-4	способностью применять методы расчета основных параметров систем обеспечения пожарной безопасности технологических процессов	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные методы расчета параметров систем <b>Уметь:</b> рассчитать необходимые параметры для систем пожарной безопасности технологических процессов <b>Владеть:</b> системами обеспечения пожарной безопасности
4	ПК-12	способностью использовать знания основных норм правового регулирования в области пожарной безопасности	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные нормы правового регулирования в области ПБ <b>Уметь:</b> использовать знания основных норм правового регулирования при возникновении споров <b>Владеть:</b> нормативно-технической базой правового регулирования
5	ПК-24	способностью использовать знания способов предотвращения аварии и распространения пожара на производственных объектах	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные способы предотвращения аварии <b>Уметь:</b> использовать знания по предотвращению распространения пожара <b>Владеть:</b> навыками работы по обеспечению безопасной работы
5	ПК-68	способностью проводить экспертизу расчетов по оценке пожарного риска на производственных объектах	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> соответствующую нормативную базу <b>Уметь:</b> проводить экспертизу расчетов <b>Владеть:</b> методикой расчетов по оценке пожарного риска

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Гидрогазодинамика
2	Химия
3	Высшая математика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих

дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Управление рисками, системный анализ и моделирование
2	Оценка экономического ущерба от техногенных аварий
3	Защита в ЧС

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графические задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	75	75
Форма промежуточная аттестация (экзамен)	36	36

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа
<b>1. Физико-химические основы окисления и распада веществ</b>					
	Термодинамика и кинетика химических реакций горения и взрывов Современные теории горения веществ Горение газообразного, жидкого и твердого топлива. Расчеты параметров процессов горения. Уравнение теплового баланса. Расчет температуры продуктов горения и взрыва	10	10	7	60

<b>2. Основы кинетики и моделирования взрывных процессов</b>					
	Расчеты параметров взрывных процессов Основы безопасной технологии горения и взрывов. Энергия и мощность взрыва. Тротильный эквивалент. Расчет максимального давления взрыва. Определение взрывоопасности смеси горючих газов.	7	7	10	33
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>93</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во практ. часов	К-во часов СРС
<b>Семестр № 5</b>				
1	Физико-химические основы окисления и распада веществ	Материальный баланс процесса горения	2	2
		Расчет теплоты сгорания топлива	2	2
		Расчеты количества вредных веществ, выделяющихся при горении топлива.	2	2
		Расчеты кислородного баланса ВВ.	1	1
		Расчеты избыточного давления и зоны поражения при взрыве ВВ.	1	1
		Расчеты параметров взрыва в воздухе, воде и почве	2	2
		Материальный баланс процесса горения	2	2
		Расчет теплоты сгорания топлива	1	1
2	Основы кинетики и моделирования взрывных процессов	Расчеты параметров взрывных процессов	1	1
		Энергия и мощность взрыва. Тротильный эквивалент.	1	1
		Расчет максимального давления взрыва.	1	1
		Определение взрывоопасности смеси горючих газов	1	1
ИТОГО :			17	17
ВСЕГО:			17	17

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 5</b>				
1	Физико-химические основы окисления и распада веществ	Вводное занятие. Оформление работ.	2	2
		Определение КПД топочного устройства	2	2
		Определение влажности топлива и выхода летучих компонентов	2	2
		Моделирование цепных процессов	3	3
2	Основы кинетики и	Защита лабораторных работ	2	2

	моделирования взрывных процессов	Молекулярное моделирование процессов распада веществ по теории переходного состояния	4	4
		Защита лабораторных работ	2	2
ИТОГО:			17	17

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Методы и методики контроля и расчета безопасного состояния природно-технических систем	Формальная кинетика процессов горения и взрыва
		Виды процессов горения и взрыва
		Термодинамика реакций окисления и распада веществ. Понятие об энергии активации.
		Влияние различных факторов на скорость реакции горения, взрыва. Константа скорости реакции. Уравнение Аррениуса.
		Теория переходного состояния. Диссоциация продуктов реакции.
		Цепные разветвленные и неразветвленные реакции.
		Понятие о самовоспламенении. Тепловая и цепная теории самовоспламенения. Неизотермические реакции.
		Предельные явления в разветвленных цепных реакциях, условия перехода горения во взрыв.
		Расчеты параметров процессов горения (константа скорости, продукты реакции, КПД).
		Классификация взрывных процессов. Современные теории взрывных процессов.
2	Методики и методы мониторинга опасных производственных объектов	Модель ядерного взрыва.
		Взрывчатые вещества и их классификация.
		Расчет кислородного баланса.
		Расчет избыточного давления и зоны поражения при взрывах химических веществ, пылевоздушных и топливных смесей, технологического оборудования.
		Расчет характеристик ударных волн в воздухе, воде, почве (скорость, отражение, время действия, импульс).
		Кинетическое уравнение и его анализ для процессов горения в кинетическом и диффузионном режимах
		Температура вспышки. Методы ее определения.
		Температурные пределы распространения пламени
		Основные стадии цепной реакции окисления органических веществ
		Понятие о детонации. Диаграмма течения процесса детонации в координатах давление – путь реакции.
		Принципы безопасной технологии взрывчатых
		Виды процессов горения.
		Система оценки пожаро-, взрывоопасности веществ и материалов
		Расчет количества выделяющейся при взрыве энергии
Воздействие процессов горения и взрывов на окружающую		

## 5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Рабочим планом не предусмотрено

## 5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Расчетно-графические задания (РГЗ) по дисциплине «Теория горения и взрыва» выполняются специалистами направления 20.05.01 – Пожарная безопасность в 5 семестре.

Выполнение РГЗ является важным этапом в профессиональной подготовке специалистов, так как позволяет им овладеть необходимыми навыками. Это самостоятельная учебная работа, выполняемая специалистами под руководством преподавателей, служащая для закрепления теоретических знаний, формирования навыков применять знания для решения прикладных задач. Его выполнение способствует развитию навыков исследовательской работы, творческого мышления.

Примеры вариантов заданий:

1. Определить массу и объем (теоретический) воздуха, необходимого для горения 1 кг метилового, этилового, пропилового и амилового спиртов. Построить график зависимости объема воздуха от молекулярной массы спирта.

2. Определить теоретический объем воздуха, необходимого для горения 1 м<sup>3</sup> метана, этана, пропана, бутана и пентана. Построить график зависимости объема воздуха от положения вещества в гомологическом ряду (содержания углерода в молекуле вещества).

3. Определить теоретическую массу воздуха, пошедшего на горение 1 кг метана, метилового спирта, муравьиного альдегида, муравьиной кислоты. Объяснить причину влияния состава вещества на объем воздуха, требуемого для их горения.

4. Определить объем и массу воздуха, пошедшего на горение 1 кг древесины, состава: С - 47 %, Н - 8 %, О - 40 %, W - 5 %, если коэффициент избытка воздуха равен 2,8; давление 900 ГПа, температура 285 К.

5. Сколько воздуха, кг, поступило на горение 1 кг углерода, если в продуктах горения содержание кислорода составило 17 %?

6. Сколько воздуха, кг, требуется подать на сжигание 200 м<sup>3</sup> генераторного газа состава: СО - 29 %, Н<sub>2</sub> - 14 %, - 3 %, СО<sub>2</sub> - 6,5 %, N<sub>2</sub> - 45 %, О<sub>2</sub> - 2,5 %, если коэффициент избытка воздуха равен 2,5?

7. Определить количество сгоревшего толуола, кг, в помещении объемом 400 м<sup>3</sup>, если после пожара при отсутствии газообмена установлено, что содержание кислорода снизилось до 17 %.

8. Сколько хлора, м<sup>3</sup>, поступило на горение 300 м<sup>3</sup> водорода, если в продуктах горения избыток окислителя составил 80 м<sup>3</sup> ?

9. Определить избыток воздуха в продуктах горения газовой смеси состава: СО-15%, -45% О<sub>2</sub>-30%, N<sub>2</sub> -10 %, если коэффициент избытка воздуха равен 1,9.



10. Сколько окислительной среды, м<sup>3</sup>, состоящей из 50 % кислорода и 50 % азота, необходимо для горения 8 кг этилацетата, если коэффициент избытка равен 1,2; температура 265 К, давление 850 ГПа.

11. Определить коэффициент избытка окислительной среды, состоящей из 70 % кислорода и 30 % азота, если при горении серы содержание кислорода снизилось до 55 %. Определить количество сгоревшей серы, кг, если объем помещения равен 180 м<sup>3</sup>.

12. Сколько антрацита (принять, что содержание углерода равно 100 %) сгорело в помещении объемом 150 м<sup>3</sup>, если горение прекратилось при снижении кислорода до 13 %. Газообмен не учитывать.

13. Рассчитать массовый и объемный расход воздуха, необходимый для горения газового фонтана дебитом 30 млн. м<sup>3</sup>/сут, состоящего из - 80 %, CO<sub>2</sub> - 10 %, H<sub>2</sub>S - 5 %, O<sub>2</sub> - 5 %, при температуре воздуха 27 °С и давлении 105 кПа.

#### **5.4. Перечень контрольных работ.**

Рабочим планом не предусмотрено

### **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Лопанов А.Н. Взрывы и взрывчатые вещества. / А.Н. Лопанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 516 с.

2. Кравченко Е.А. Теория горения и взрыва. Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. - 106 с.

3. Лопанов А.Н. Физико-химические основы теории горения и взрыва. / А.Н. Лопанов. – Белгород: БГТУ, 2012. – 149 с.

4. Теория горения и взрыва. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 280102 - Безопасность технологических процессов и производств. / А.Н. Лопанов, Ю.В. Хомченко. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. -47 с.

#### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Хитрин Л.Н. Физика горения и взрыва-М: Изд-во МГУ, 1957.

2. Льюис Б., Эльбе Г. Горение, пламя и детонация в газах. – М.: Наука, 1975.

3. Физика взрыва (Под ред К.П.Станюковича. – М.: Наука, 1975.

4. Моделирование пожаров и взрывов (Под ред. Н.Н. Брушлинского, А.Я. Корольченко. – М.:, 2002.

5. Хзмалян Д.М. Теория горения и топочные устройства/Д.М. Хзмалян, Я.А.Каган; под ред. Д.М. Хзмаляна. – М.: Энергия, 1976. - 488 с.

6. Частухин В.И. Топливо и теория горения/ В.И. Частухин, В.В. Частухин. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 222 с.

7. Кумагаи С. Горение (перевод с японского)/ С. Кумагаи. – М.: Химия, 1979. – 256 с.

8. Сборник задач по теории горения: Учебное пособие для вузов/ Под ред. В.В.Померанцева. -Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд., 1983. – 152 с.
9. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. Л.: Недра, 1988. – 312 с.
10. Лавров Н.В. Процессы горения топлива и защита окружающей среды. – М.: Металлургия, 1984. – 246 с.
11. Бейкер У. Взрывные явления. Оценка и последствия / У.Бейкер, П.Конс, П.Уэстайнидр.Кн.1. – М.:Мир, 1986.-319 с.
12. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение/М.В.Бесчастнов. – М.: Химия, 1991. – 432 с.
13. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность промышленной пыли/А.Я.Корольченко. – М.: Химия, 1986. -216с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.twirpx.com> (Пашков Л.Т. Основы теории горения . – М.: МЭИ. – 1990, Зельдович Я.Б. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука. – 1980)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Средства обеспечения освоения дисциплины: практический курс обеспечен электронной версией конспекта. На лазерном диске имеется набор рисунков и графиков по всему курсу с возможностью экспонирования на экран для сопровождения лекционных занятий.

Образовательные технологии

В качестве образовательных технологий используются следующие:

- технологии поддерживающего обучения (разноуровневого обучения);
- технологии развивающего обучения (критического мышления учащихся);
- социальные (технологии организации здорового и безопасного образа жизни; профилактики и коррекции девиантного поведения);
- комплексные (30% - интерактивных занятий от объема аудиторных занятий).

Занятия ведутся в специализированных учебных лабораториях № 613, № 615 и № 617 главного корпуса кафедры безопасности жизнедеятельности

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от «22» 06 2017г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_



подпись, ФИО



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «28» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой



подпись, ФИО

Директор института



подпись, ФИО

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

### 7.1. Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на ~~2020~~2021 учебный год.

Протокол № 7 заседания кафедры «25» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



А.Н. Лопанов

Директор института \_\_\_\_\_



В.И. Павленко

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20 21 /20 22 учебный год  
без изменений

Протокол № 7 заседания кафедры от «14» 05 20 21 г.

Заведующий кафедрой  Лопатин Н.Н.  
подпись, ФИО

/Директор института  Фезибайева Р.Н.  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

При изучении дисциплины специалист должен ознакомиться с основными понятиями и определениями; особое внимание следует уделить расчетам параметров горения.

Лекционный материал сформирован так, что отдельные темы посвящены конкретным вопросам изучаемой дисциплины. Изучая дисциплину, специалист должен руководствоваться рекомендациями ведущего преподавателя, так как полученные при освоении дисциплины знания являются базовыми и должны быть использованы для сдачи экзамена по дисциплине «Теория горения и взрыва».

При освоении дисциплины специалист должен обратить внимание на контрольные вопросы и тесты к разделам учебного пособия, дать на них ответы. Следует внимательно изучать материалы пособия; в случае затруднения повторить материал. Для изучения разделов дисциплины целесообразно использовать рекомендуемую преподавателем учебную литературу, учебное пособие, отражающие содержание курса.

В процессе самостоятельного изучения дисциплины следует выполнить расчёты приведенные в практической части пособия, где приведены также примеры расчётов и справочные данные.