

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР ЮТИ ТПУ

В.Л. Бибик

«16» 03 2016 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)  
ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА**

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: 20.03.01 Техносферная безопасность

НОМЕР КЛАСТЕРА (для унифицированных дисциплин) \_\_\_\_\_

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: Защита в чрезвычайных ситуациях

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): бакалавр

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2016 г.

КУРС 3; СЕМЕСТР 5;

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 3

ПРЕРЕКВИЗИТЫ: «Математика 1.1», «Физика 1.1», «Физика 2.1», «Химия 1.6»,  
«Химия 2.6», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

КОРЕКВИЗИТЫ: «Теплофизика», «Пожарная безопасность технологических  
процессов в машиностроении»

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	24
Практические занятия, ч	24
Лабораторные занятия, ч	-
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации: Экзамен в 5 семестре

Обеспечивающее подразделение: Кафедра безопасности жизнедеятельности,  
экологии и физического воспитания (БЖДЭиФВ)

Заведующий кафедрой

Солодский С.А.  
к.т.н., доцент Солодский С.А.  
(ФИО)

Руководитель ООП

Солодский С.А.  
к.т.н., доцент Солодский С.А.  
(ФИО)

Преподаватель

Луговцова Н.Ю.  
ассистент Луговцова Н.Ю.

2016 г.

## 1. Цели освоения модуля (дисциплины)

В результате освоения данной дисциплины бакалавр приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц2 и Ц4 основной образовательной программы 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Цель преподавания курса «Теория горения и взрыва» состоит в том, чтобы подготовить бакалавров к осуществлению исследовательской деятельности в учебных, научно-исследовательских и других подразделениях и аппаратах управления РСЧС и ГО на основе знаний о физических и химических закономерностях возникновения, распространения и прекращения горения на пожарах.

В профессиональной деятельности выпускник обязан руководствоваться положениями дисциплины при проектировании и производстве своей работы:

- научно-исследовательской;
- проектно-конструкторской;
- сервисно-эксплуатационной;
- организационно-управленческой;

## 2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина «Теория горения и взрыва» относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля (Б1.ВМ4.7). Дисциплине (модулю) «Теория горения и взрыва» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Математика 1.1
- Физика 1.1, 2.1
- Химия 1.6, 2.6
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

КОРЕКВИЗИТЫ:

- Теплофизика
- Пожарная безопасность технологических процессов в машиностроении

## 3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС-2013:

Таблица 1

**Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины**

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1 (ОК-1, 6, 7, 8, 12, 16, ПК- 2, 3, 6, 8, 9, 11, ОПК-1, 4)	3.1.5	Фундаментальных законов природы и основных физических законов в области механики, термодинамики,	У.1.5	Применять физические законы для анализа и решения практических задач; использовать	В.1.7	Методами физических измерений, корректной оценки погрешности при проведении

		явлений и законов оптики, электричества и магнетизма; молекулярной и атомной физики		справочную литературу по физике для выполнения расчетов		физического эксперимента
	3.1.7	Основных понятий, законов и моделей химических систем, коллоидной и физической химии, реакционной способности веществ	У.1.7	Применять химические законы для расчетов химических процессов; определять термодинамические и равновесные характеристики химических реакций, физические характеристики веществ		Методами экспериментального исследования в химии (планирование, постановка и обработка эксперимента)
	3.1.8	Свойств основных видов химических веществ и классов	У.1.8	Определять свойства химических веществ	В.1.8	Методами определения свойств неорганических и органических веществ
	3.1.9	Теоретических основ методов химического и физико-химического анализа	У.1.9	Определять изменения концентраций растворов при протекании химических реакций; проводить очистку веществ в лабораторных условиях		Методами выделения и очистки веществ, определения их состава; предсказания протекания возможных химических реакций и их кинетики
Р2 (ОК-6, 7, 9, 12, 13, 15, 16, ПК-1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, ОПК-1, 4)	3.2.5	Условия образования горючих и взрывоопасных систем; возможности перехода горения во взрыв; термодинамические параметры горения и взрыва	У.2.5	Прогнозировать условия образования горючих и взрывоопасных систем и разрушающее действия взрыва; определять термодинамические параметры горения и взрыва; оценивать возможности перехода горения во взрыв	В.2.5	Методами расчета давления в ударных волнах
Р4 (ОК-1, 2, 7, 8, 11, 12, 13, ПК-1, 3, 4, 15, 16, 19, 20, ОПК-1, 3, 4)	3.4.2	Основных законов термодинамики, теплообмена и гидромеханики	У.4.2	Решать теоретические задачи, используя основные законы термогазодинамики, тепло- и массообмена и гидромеханики; проводить гидромеханические и тепломассообменные расчеты аппаратов и процессов в техносфере		Методами теоретического и экспериментального исследования в механике, гидрогазодинамике, теплотехнике, электротехнике и электронике, метрологии

--	--	--	--	--	--	--

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория горения и взрыва» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

**Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Формируемые компетенции в соответствии с ООП*	Результаты освоения дисциплины
РД1	Применять базовые и специальные естественно-научные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
РД2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач
РД4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.

При изучении дисциплины бакалавры должны научиться самостоятельно: находить пути решения сложных ситуаций, связанных с опасностью горючих веществ и материалов и взрывоопасных смесей, оценивать уровни опасности возникновения пожаров и взрывов, разрабатывать мероприятия по повышению пожарной безопасности опасных технологических процессов.

После изучения данной дисциплины бакалавры приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы\*. Соответствие результатов освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице 1.

\*Расшифровка кодов результатов обучения и формируемых компетенций представлена в Основной образовательной программе подготовки бакалавров по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

#### **4. Структура и содержание дисциплины**

##### **Раздел 1. Процессы горения**

##### **Тема 1.1. Особенности процесса горения**

*Лекция.* Распространение горения и его значение для человека. Опасные и вредные факторы горения. Возможности управления горением. Свойства горючих веществ, условия горения. Уравнение теплового баланса процесса горения. Причины и особенности пожаров. Классификация промышленных помещений и объектов по пожаро- и взрывоопасности. Режимы горения. Понятия воспламенения, вспышки. Применение горения в быту и промышленности.

*Практическая работа 1.*

Расчет коэффициента горючести и объема воздуха, необходимого для полного сгорания заданных веществ

##### **Тема 1.2. Химические процессы при горении**

*Лекция.* Виды горючих веществ и окислителей. Материальный баланс процессов горения. Экзотермические и эндотермические реакции при горении различных веществ. Коэффициент горючести. Стехиометрическое

соотношение. Богатые и бедные горючие смеси. Тепловые эффекты реакций окисления. Свойства продуктов горения. Температура и особенности самовоспламенения горючих веществ. Объем и процентный состав продуктов горения. Факторы, влияющие на скорость реакций горения.

*Практическая работа 2.1.*

Определение объема и процентного состава продуктов горения различных веществ

### **Тема 1.3. Распространение пламени в горючих веществах**

*Лекция.* Условия образования горючих газовых и пылевых смесей и их свойства. Области и пределы воспламенения смесей по концентрации горючего вещества и его температуре. Особенности ламинарного и турбулентного распространения пламени. Температура и скорость движения пламени. Критический диаметр распространения пламени. Дым и его характеристики.

*Практическая работа 2.2.*

Определение объема и процентного состава продуктов горения различных веществ

### **Тема 1.4. Самовозгорание горючих материалов**

*Лекция.* Теории самовозгорания горючих веществ. Виды самовозгорающихся материалов. Оценка химической активности окисляющихся материалов. Условия развития самовозгорания в окисляющихся материалах. Стадии развития процесса самовозгорания горючих веществ. Понятия критических значений массы, температуры самовозгорающихся материалов. Факторы, влияющие на развитие процесса самовозгорания веществ. Особенности низкотемпературного окисления и стадии самовозгорания. Способы предупреждения самовозгорания горючих веществ.

*Практическая работа 3.*

Вычисление действительной температуры горения угля различных составов.

## **Раздел 2. Особенности взрывчатых превращений**

### **Тема 2.1. Виды и особенности взрывов**

*Лекция.* Виды физических взрывов. Особенности и условия возникновения ядерного взрыва. Взрывы от преобразования кинетической энергии движущихся тел, разряда электрического напряжения, высвобождения потенциальной энергии сжатых газов и жидкостей, при перемешивании раскаленных тел с жидкостями. Химические взрывы, их особенности. Параметры воздушных ударных волн взрывов. Расчет избыточного давления, удельного импульса, длительности фазы сжатия. Особенности возникновения и развития процесса детонации, его параметры.

*Практическая работа 4.1.*

Определение размеров зоны, ограниченной НКПР паров, образующейся при аварийной разгерметизации аппарата с горючей жидкостью при работающей и неработающей вентиляции

### **Тема 2.2. Взрывы конденсированных ВВ**

*Лекция 1.* Классификация взрывчатых веществ. Особенности индивидуальных взрывчатых веществ и взрывчатых составов. Режимы взрывчатых превращений. Особенности нормального горения, конвективного горения, низкоскоростной детонации и нормальной детонации. Тепловые эффекты взрывчатых превращений. Кислородный баланс и кислородный коэффициент взрывчатых веществ. Уравнения реакции взрывчатого разложения конденсированных взрывчатых веществ. Фугасность, бризантность и метательная способность взрывчатых веществ.

*Практическая работа 4.2.*

Определение размеров зоны, ограниченной НКПР паров, образующейся при аварийной разгерметизации аппарата с горючей жидкостью при работающей и неработающей вентиляции

### **Тема 2.3. Особенности взрыва смесей горючих паров, газов и пыли**

*Лекция 1.* Свойства горючих газов, источники их выделения. Предприятия, на которых возможно образование опасных концентраций газов. Нижние и верхние концентрационные пределы взрываемости различных горючих газов. Источники выделения горючей пыли. Причины и особенности воспламенения горючих газов и пыли. Треугольник взрываемости горючих газов. Режимы воспламенения газопылевоздушных смесей. Способы предотвращения образования взрывоопасных скоплений горючих газов и пыли. Классификация пыли по пожаровзрывоопасности. Параметры пыли, влияющие на процесс воспламенения и распространения взрыва.

*Практическая работа 5.*

Вычисление температуры вспышки и температуры воспламенения различных веществ.

### **Тема 2.4. Применение взрывов**

*Лекция 1.* Особенности кумулятивных зарядов взрывчатых веществ, их применение. Обработка материалов взрывом. Использование взрывчатых материалов для сварки материалов, прессования пористых структур, штамповке металлов. Синтез сверхтвердых материалов. Применения взрывчатых материалов в строительстве, горном деле. Применение взрывчатых материалов в военном деле.

*Практическая работа 6.*

Оценка опасности взрыва горючих газов

### **Тема 2.5. Предотвращение и подавление процессов горения и взрыва**

*Лекция.* Контроль содержания горючих газов и пыли в воздухе. Особенности газового и пылевого режима в шахте. Проветривание предприятий. Снижение интенсивности выделения горючих газов и пыли. Средства локализации взрывов на предприятиях. Флегматизаторы горючих смесей. Свойства ингибиторов, особенности их применения для предотвращения и подавления горения и взрывов.

*Практическая работа 7.*

Вычисление избыточного давления взрыва в помещении, где обращаются различные горючие вещества

## **5. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)**

**5.1. Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:**

- работе студентов с лекционным материалом;
- выполнении домашних заданий,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- изучении теоретического материала к практическим занятиям,
- подготовке к экзамену.

5.1.1. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

1. Понятие горения и взрыва.
2. Функции состояния и основные термодинамические соотношения.
3. Уравнения состояния идеальных и реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса, уравнение с вириальными коэффициентами).
4. Зависимость теплового эффекта от температуры.
5. Зависимость скорости реакции от концентрации компонентов, от давления и температуры.
6. Уравнение баланса вещества и тепловой энергии.
7. Уравнение баланса количества движения.
8. Анализ зависимости скорости горения от скорости продувки воздуха и от температуры.
9. Актуальные направления развития теории горения и взрыва.

### **5.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа**

(ТСР) направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований,
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, составлении схем и моделей на основе статистических материалов,
- выполнении расчетно-графических работ
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

5.2.1. Примерный перечень научных проблем и направлений научных исследований:

1. Исследование способов предотвращения самовозгорания горючих веществ и материалов на пожаро- и взрывоопасных предприятиях.
2. Разработка способов предотвращения и подавления горения и взрывов горючих газов и пыли.
3. Изучение свойств самовоспламеняющихся веществ и материалов.

### **6. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
выполнение и защита практических заданий	РД1, РД2
защита индивидуальных отчетов (рефератов) по темам, вынесенным на самостоятельную проработку	РД2, РД4,
Публикации на научных студенческих конференциях	РД1, РД2, РД4
Сдача экзамена	РД1, РД2, РД4

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

– **вопросы входного контроля (пример):**

**1. Какие явления называются физическими, а какие химическими? К каким явлениям относятся:**

- а) образование кристаллов льда при охлаждении воды
- б) образование кристаллов соли при сливании раствора хлорида бария и серной кислоты
- в) выделение пузырьков газа при нагревании питьевой соды
- д) выделение пузырьков газа при сливании соли и кислоты
- е) выделение пузырьков газа из минеральной воды
- ж) образование тумана в природе
- з) потемнение серебряных предметов на воздухе
- и) получение дистиллированной воды
- к) устранение жесткости воды
- л) образование паров фиолетового цвета при нагревании кристаллов йода

**2. Что называется химическим соединением? Какие из перечисленных веществ являются смесями, и какие – химическими соединениями:**

- а) углекислый газ
- б) водяной газ
- в) воздух
- д) спирт
- е) нефть
- ж) порох
- з) речной песок
- и) бетон
- к) известняк
- л) оксид углерода

**3. Назовите типы химических реакций. К какому типу реакций относятся следующие превращения (привести уравнения реакций):**

- а) горение угля
- б) прокаливание известняка
- в) выделение водорода при действии серной кислоты на цинк
- д) хлорирование метана
- е) горение серы
- ж) гидрирование этилена



- з) получение оснований, нерастворимых в воде
- и) образование хлорида серебра при сливании растворов нитрата серебра и хлорида калия
- к) реакция взаимодействия кислоты со щелочью
- л) горение железа в хлоре

**– контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий (промежуточный контроль):**

**1. Автор учения о цепных реакциях**

- 1) Семенов 2) Бойль 3) Бунзен 4) Шварц

**2. Укажите признаки горения**

- 1) выделение тепла
- 2) выделение копоти
- 3) выделение света
- 4) дымообразование

**3. Горением называется \_\_\_\_\_**

---

---

**4. Вид распространения пламени, при котором тепловыделение происходит за счет химических реакций во фронте пламени, называется**

- 1) дефлаграцией
- 2) самовоспламенением
- 3) детонацией
- 4) вспышкой

**5. К взрывоопасным ЛВЖ относятся те, у которых температура не превышает**

- 1) 83 °С
- 2) 71 °С
- 3) 61 °С
- 4) 73 °С
- 5) 41 °С
- 6) 25 °С

**– вопросы, выносимые на экзамен:**

- 1. Основные понятия горения. Условия возникновения и протекания процесса горения.
- 2. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Опасные и вредные факторы горения.
- 3. Виды и режимы горения.
- 4. Виды и типы пламен.
- 5. История развития науки о горении.
- 6. Окислители. Источники воспламенения.
- 7. Понятие о кинетическом и диффузионном горении.
- 8. Основные положения современной теории окисления-восстановления.
- 9. Уравнение теплового баланса процесса горения.
- 10. Классификация и характеристика пожароопасных веществ.
- 11. Материальный баланс процессов горения.
- 12. Стехиометрическое соотношение. Богатые и бедные горючие смеси.

13. Тепловые эффекты реакций окисления.
14. Понятие температуры горения.
15. Понятия воспламенения и температуры воспламенения.
16. Факторы, влияющие на скорость реакций горения.
17. Условия образования горючих газовых и пылевых смесей и их свойства.
18. Особенности ламинарного и турбулентного распространения пламени.
19. Области и пределы воспламенения смесей по концентрации горючего вещества и температуре.
20. Особенности горения жидкостей.
21. Дым и его характеристики.
22. Особенности нормальной и критической скорости движения пламени.
23. Механизм процесса самовозгорания веществ.
24. Самовозгорание жиров и масел.
25. Самовозгорание химических веществ.
26. Методы предупреждения самовозгорания горючих веществ.
27. Закономерности перехода самовоспламенения к зажиганию.
28. Особенности зажигания газо- паровоздушных смесей нагретой поверхностью.
29. Взрыв. Основные определения. Типы взрывов.
30. Понятие химического взрыва.
31. Физические взрывы.
32. Комбинированные взрывы, явление BLEVE.
33. Ядерные, термоядерные взрывы.
34. Взрывы в средах.
35. Виды случайных взрывов.
36. Основные понятия и классификация взрывчатых веществ.
37. Характеристика ВВ
38. Химические реакции взрывчатых превращений.
39. Понятие кислородного баланса ВВ.
40. Теплота и температура взрыва.
41. Давление продуктов взрыва
42. Основные свойства и механизм образования ударных волн. Параметры ударной волны.
43. Явление детонации. Гидродинамическая теория детонации.
44. Параметры детонационных волн в газовых и конденсированных системах.
45. Особенности кумулятивных зарядов ВВ, их применение.
46. Механизм формирования и проникновения кумулятивной струи в преграду.
47. Зоны действия и разрушающее воздействие взрыва в грунте.
48. Ударные волны в воде.
49. Меры безопасности при хранении, транспортировании и производстве ВВ.
50. Обеспечение безопасности при проведении взрывных работ.
51. Применение взрывчатых материалов в строительстве, горном и военном деле.
52. Обработка материалов взрывом.
53. Средства локализации взрывов на предприятиях.
54. Флегматизаторы горючих смесей.
55. Способы предотвращения и подавления процессов горения и взрыва.
56. Оценка степени разрушения объектов при взрыве.

## **7. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)**

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

Рейтинг качества освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» представлен в Приложении 1.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Кукин, П.П. Теория горения и взрыва [Текст]: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин, В.В. Юшин, С.Г. Емельянов. – М: Юрайт, 2014. – 435 с.
2. Портола, В.А.. Расчет процессов горения и взрыва [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.А. Портола, Н.Ю. Луговцова, Е.С.Торосян. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 107 с.
3. Теория горения и взрыва: практикум: учебное пособие / В.А. Девисилов, Т.И. Дроздова, С.С. Тимофеева / под общ. ред. В.А. Девисилова. - М.: ФОРУМ, 2012. - 352 с. - (Высшее образование).
4. Теория горения и взрыва: конспект лекций / В.Г. Зеленкин, С.И. Боровик, М.Ю. Бабкин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 166 с.

### Вспомогательная литература

1. Демидов П.Г. Горение и свойства горючих веществ / П.Г. Демидов, В.С. Саушев. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1975.
2. Ксандопуло Г.И. Химия пламени. – М., 1980.
3. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. (Справочное издание в двух книгах) / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М.: Химия, 1990.
4. Моделирование пожаров и взрывов / Под общ. Ред. Н.Н. Брушлинского и А.Я. Корольченко. – М.: Изд-во «Пожнаука», 2000.

Internet–ресурсы (в т.ч. Перечень мировых библиотечных ресурсов):

<http://gendocs.ru/v5874/>– лекции: теоретические основы горения и взрыва

<http://lib.convdocs.org/docs/index-298397.html> – В. А. Яблоков теория горения и взрывов

<http://ufn.ru/ru/articles/1940/3/c/> – тепловая теория горения и взрывов

<http://rudocs.exdat.com/docs/index-418506.html> – учебно-методический комплекс по курсу Теория горения и взрыва

Используемое программное обеспечение:

1. Microsoft Office

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении основных разделов дисциплины используются технические средства и оборудование кафедры БЖДЭиФВ.

---

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС-2013 по направлению подготовки «Техносферная безопасность», профиль «Защита в чрезвычайных ситуациях».

Автор: Луговцова Н.Ю.

Программа одобрена на заседании кафедры БЖДЭиФВ

(протокол № \_\_\_ от «\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.).