



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.9 ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

(указывается цифр и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление (специальность) подготовки _____

20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Профиль (специализация) подготовки _____

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Квалификация (степень) выпускника бакалавр
(бакалавр, магистр)

Форма обучения очная
(очная, заочная)

Факультет(ы) инженерно-экономический

Выпускающая(ие) кафедра(ы) инженерной экологии

Кафедра-разработчик программы пожарная безопасность

Семестр	Трудоёмкость дисциплины					Контрольные, расчетно-графич. работы, рефераты и т.п.	Курсовые работы, проекты	Форма отчетности (экз / зачет)
	зач. ед.	часы						
		общая	лекции	практ., лабор.	самост. работа			
3	4	108	28	18	62	4	нет	экзамен

Екатеринбург 2017 г.

1. Цели освоения 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 РС ЧС и ГО на основе сознательного и грамотного применения соответствующих количественных методов для решения разнообразных проблем, связанных с деятельностью РС ЧС и ГО.

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

- научно-исследовательской;
- проектно-конструкторской;
- производственно-технологической;
- организационно-управленческой;
- по самосовершенствованию и обучению.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория горения и взрыва» относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Она непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла (Информатика, Математика, Физика, Химия), и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Кореквизитами для дисциплины являются: «Безопасность жизнедеятельности», «Управление техносферной безопасностью», «Оценка воздействия на окружающую среду», «Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях», «Пожаровзрывозащита».

3. Результаты освоения дисциплины

При изучении дисциплины «Теория горения и взрыва» бакалавры должны научиться ориентироваться в многообразных аспектах процессов горения и взрыва – от социального, экономического их содержания до естественнонаучного и технического. Бакалавры должны быть способны не только идентифицировать опасные и вредные факторы этих процессов, но и уметь давать им количественную оценку, владеть инструментарием для их замеров и уметь активно воздействовать на них с целью минимизации негативных последствий для человека, а также приобретение знаний и навыков в области математического, информационного и технологического обеспечения моделирования деятельности РС ЧС и ГО.

После изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: **Р5, Р9, Р16***. Соответствие результатов освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице.

Индекс по ФГОС ВО	Содержание компетенции
ОК-15	готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
ОПК-4	способностью пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ПК-15	способностью проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации
ПК-16	способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов
ПК-17	способностью определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска

*В результате освоения дисциплины студент должен **знать**:*

- основные понятия и управление техногенными рисками;
 - основы системного анализа, математического моделирования явлений и процессов реального мира;
 - принципы построения и использования математических моделей сложных систем;
 - основные идеи и понятия теории вероятностей;
- общие принципы построения и использования имитационных моделей процесса функционирования социально-экономических систем

В результате освоения дисциплины студент должен уметь:

- моделировать социально-экономические процессы и системы;
 - моделировать условия и процессы функционирования сил РСЧС и ГО;
 - оценивать экологические риски;
 - организовывать планирование управленческих решений на основе математико-статистических моделей систем.
- В результате освоения дисциплины студент должен владеть:*
- навыками в получении и обработке информации, необходимой для математико-статистического моделирования исследуемой системы, и использовании моделей для подготовки и принятия соответствующих управленческих решений.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Содержание теоретических разделов дисциплины «Теория горения и взрыва» (28-часа):

Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва. Общая характеристика (4 часа)

Предмет курса, его цели и задачи. Научно-технический прогресс и проблема взрыво- и пожаробезопасности в техносфере. Значение курса для обеспечения прогнозирования взрыво- и пожаробезопасности в техносфере. Использование горения и взрыва в современных технологиях.

Понятие горения и взрыва. Тепловой и цепной механизмы горения и взрыва. Роль каталитических процессов и диффузии. Критические явления. Воспламенение и зажигание. Пределы самовоспламенения смеси водорода с кислородом. Критические явления. Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения. Гомогенное и гетерогенное горение. Роль конвекции. Распределение температур и линий тока в пламени.

Тема 2. Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения (6 часа)

Функции состояния и основные термодинамические соотношения. Уравнения состояния идеальных и реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса, уравнение с вириальными коэффициентами). Термохимия. Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакций. Зависимость теплового эффекта от температуры. Закон Кирхгоффа.

Тема 3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения (8 часов)

Понятие скорости химической реакции. Скорость образования компонента. Энергия активации. Необходимые и достаточные условия протекания реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации компонентов, от давления и температуры. Закон действующих масс. Молекулярность и порядок реакции. Элементы формальной кинетики. Реакции 1-го, 2-го и 3-го порядков.

Кинетика сложных реакций. Двусторонние (обратимые) реакции. Параллельные реакции. Последовательные реакции. Автокаталитические реакции.

Цепные реакции. Разветвляющиеся и неразветвляющиеся цепи. Примеры реакций взаимодействия водорода с хлором (реакция Боденштейна) и водорода с кислородом.

Цепной механизм и его стадии. Полуостров воспламенения.

Математическое описание цепных реакций. Роль цепных реакций в тепловом самовоспламенении.

Уравнение Аррениуса и тепловой взрыв.

Тема 4. Массоперенос и теплопередача в процессах горения (4 часа)

Подобие процессов массопереноса и теплопередачи. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде. Законы Фурье и Фика. Уравнения конвективного переноса тепла и вещества. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарное и турбулентное движение жидкости (газа). Понятие диффузионного слоя. Коэффициенты тепло- и массопереноса.

Теория подобия. Критерии подобия Рейнольдса, Нуссельта, Шервуда, Прандтля и Грасгофа.

Уравнение баланса массы. Уравнение баланса вещества и тепловой энергии. Уравнение баланса количества движения. Уравнение Навье-Стокса. Его приложение для расчета распределения скоростей течения жидкости (газа) между двумя параллельными пластинами.

Тема 5. Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей (6 часа)

Общая характеристика пламени и закономерностей его распространения. Форма фронта пламени и понятие о нормальном горении. Расширение продуктов горения. Характерные режимы нормального горения. Методы изучения горения газов. Теория нормального горения. Теплообмен при горении. Коэффициент молекулярного переноса. Подобие полей температуры и концентрации. Механизм перехода горения в детонацию.

Тема 6. Теория горения дисперсных и горючих материалов (4 часа)

Смешанная диффузионная и химическая кинетика горения. Выявление лимитирующей стадии. Горение угля. Анализ зависимости скорости горения от скорости продувки воздуха и от температуры.

Теория горения металлов.

Тема 7. Теория теплового взрыва (2 часа)

Вывод основного нестационарного уравнения для температуры горения. Стационарная теория теплового взрыва. Критические условия. Определение температуры воспламенения. Учет теплоотдачи.

Актуальные направления развития теории горения и взрыва. Использование методов теории горения и взрыва для прогнозирования и обеспечения безопасности производственных процессов, прогнозирования чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий.

4.2. Содержание практического раздела дисциплины

4.2.1. Тематика практических занятий. (16 часов)

1. Понятие горения. Тепловой и цепной механизмы горения и взрыва. Роль каталитических процессов и диффузии. 1 ч.

2. Термохимия. Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакций. Зависимость теплового эффекта от температуры. Закон Кирхгофа. 1 ч.

3. Элементы формальной кинетики. Реакции 1-го, 2-го и 3-го порядков. 2 ч.

4. Кинетика сложных реакций. Двусторонние (обратимые) реакции. Параллельные реакции. 1 ч.

5. Автокаталитические реакции. Цепные реакции. Разветвляющиеся и неразветвляющиеся цепи. 1 ч.

6. Цепной механизм и его стадии. Полуостров воспламенения. Математическое описание цепных реакций. 2 ч.

7. Уравнение Аррениуса и тепловой взрыв. 1 ч.

8. Горение угля. Анализ зависимости скорости горения от скорости продувки воздуха и от температуры. 2 ч.

9. Стационарная теория теплового взрыва. Критические условия. Определение температуры воспламенения. Учет теплоотдачи. 1 ч.

10. расчеты параметров процесса горения. 4 ч.

На кафедре ПБ практические занятия посвящены изучению вопросов теории горения и взрыва. На практических занятиях каждый студент кроме разбора теоретических положений, решает задачи, в котором указываются исходные данные, решение задачи, даются схемы, выводы.

4.2.2. Тематика лабораторных занятий. (18 часов)

№ 1. Исследование состава продуктов горения веществ 2ч.

№ 2. Изменение давления взрыва газовоздушной смеси от ее состава 4ч.

№ 3. Влияние флегматизаторов на концентрационные пределы распространения пламени (КПР) 2ч.

№ 4. Зависимость температуры вспышки горючей жидкости отконцентрации ее водных растворов
4ч.

№ 5. Зависимость температуры самовоспламенения от концентрации паров горючей жидкости в паровоздушной смеси
2ч.

№ 6. Определение скорости распространения пламени по поверхности горючих жидкостей
2ч.

На кафедре ПБ лабораторные работы выполняются в составе бригады по три- четыре человека. При проведении лабораторных работ введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность: характеристика основных профессиональных заболеваний, определение действующих нормативов по исследуемому фактору и др.

Перед лабораторной работой преподаватель беседует со студентом по основным теоретическим вопросам (которые студент проработал самостоятельно) изучаемой темы и особенностям лабораторной работы (меры безопасности, правила выполнения измерений). При выполнении лабораторных работ каждая бригада студентов оформляет отчет, в котором указываются цели работы, ход работы, дается рисунок и описание установки, таблица численных результатов, вычисления и выводы.

4.3. Структура дисциплины по разделам, формам организации и контроля обучения

Таблица 1.

Структура модуля (дисциплины) по разделам и формам организации обучения

Название раздела/темы	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого
	Лекции	Практ./сем. Занятия	Лаб. зан.		
1. Введение. Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва. Общая характеристика.	1	2	2	5	14
2. Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения.	6	2	4	8	19
3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения.	8	2	2	10	24
4. Массоперенос и теплопередача в процессах горения.	4	3	2	10	20
5. Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей.	4	2	2	10	19
6 Теория горения дисперсных и горючих материалов.	4	2	4	10	21
7. Теория теплового взрыва.	1	3	2	10	18
Итого	28	16	18	62	108

4.4. Распределение компетенций по разделам дисциплины

Распределение по разделам дисциплины планируемых результатов обучения по основной образовательной программе, формируемых в рамках данной дисциплины и указанных в пункте 3.

№	Формируемые компетенции	Разделы дисциплины						
		1	2	3	4	5	6	7
1	ПК-17, ПК-16	x		x		x		x
2	-//-	x	x	x	x	x	x	
3	-//-		x		x		X	x
4	ПК-16, ПК-15, ОПК-4		x			x		x
5	-//-	x		x	x		x	
6	-//-			x			x	
7	-//-				x			x
8	-//-	x	x					x
9	-//-				x		x	x
10	ОК-15, ОПК-2			x	x		x	

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности студентов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	ЛК	Практика	Лаб.зан.	СРС
Дискуссия	х	х	х	
IT-методы	х			х
Командная работа		х	х	х
<i>Case-study</i>		х	х	
Опережающая СРС	х	х	х	х
Индивидуальное обучение			х	х
Проблемное обучение		х	х	х

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении практических занятий, выполнения расчетных, проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.
- Мастер-класс по «Теории горения и взрыва» с посещением научных семинаров или симпозиумов, со встречей с экспертами и специалистами в области пожарной безопасности, разбором конкретных ситуаций на основе представленных исследований в теории и практики.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

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

- работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме,
- выполнение домашних заданий,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовке к практическим занятиям,
- подготовке к контрольным работам,
- подготовке реферата, презентации и доклада,
- подготовке к экзамену.

6.1.1. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

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

6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа

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

1. поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований,
2. анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей на основе статистических материалов,
3. исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

6.2.1. Темы докладов и рефератов:

1. Причины пожаров.
2. Пожарная опасность веществ.
3. Показатели пожароопасности жидкостей. Защита от образования горючей среды внутри резервуаров и емкостей.
4. Понятие горения и взрыва.
5. Функции состояния и основные термодинамические соотношения.
6. Уравнения состояния идеальных и реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса, уравнение с вириальными коэффициентами).
7. Зависимость теплового эффекта от температуры.
8. Зависимость скорости реакции от концентрации компонентов, от давления и температуры.
9. Уравнение баланса вещества и тепловой энергии.
10. Уравнение баланса количества движения.
11. Анализ зависимости скорости горения от скорости продувки воздуха и от температуры.
12. Актуальные направления развития теории горения и взрыва.
13. Безопасные температурные условия хранения. Ликвидация паровоздушного пространства.
14. Нормирование и регламентация размеров зон пожароопасных концентраций.
15. Общая схема анализа возникновения и развития взрывных явлений.
16. Ударная волна и детонация.
17. Расчет избыточного давления во фронте ударной волны при взрывах ГВС и ПВС. Порядок расчета последствий взрывов ГВС и ПВС.
18. Определение расстояний, безопасных по действию ударной воздушной волны при взрывах.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)

Оценка текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения модуля (дисциплины) осуществляется по результатам:

1. устного опроса всех студентов на практических занятиях для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины,
2. анализа и обсуждения подготовленных студентами рефератов и докладов,
3. выполнения контрольных работ,
4. самостоятельного выполнения индивидуальных заданий.

7.1. Примерный перечень вопросов к экзамену

- Понятие горения.
- Воспламенение и зажигание.
- Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения.
- Зависимость скорости реакции от концентрации компонентов.
- Полуостров воспламенения.
- Цепной механизм и его стадии.
- Смешанная диффузионная и химическая кинетика горения.
- Теория подобия.
- Теория теплового взрыва.

7.1.1. Пример экзаменационного билета



Минобрнауки России
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по дисциплине: Теория горения и взрыва

Содержание билета

1. Классификация горючих веществ, окислителей и источников воспламенения.
2. Уравнение материального баланса.
3. . Расчёт количества воздуха, необходимого для горения веществ (задача).....

Составил: _____ /
« _____ » _____ 200__ г.
/

/ Утверждаю:
Зав.кафедрой: _____ /

8. Рейтинг качества освоения модуля (дисциплины)

Рейтинг-план текущей оценки успеваемости студентов в семестре и рейтинг промежуточной аттестации студентов по итогам освоения модуля (дисциплины) представлен в приложении. В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится ежемесячно в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

Промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 – текущая оценка в семестре, 40 – промежуточная аттестация в конце семестра).

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Теория горения и взрыва: Учебно-методическое пособие к лабораторно-практическим работам по дисциплине «Теория горения и взрыва» для студентов по направлению 280700 «Техносферная безопасность»/ А. В. Александров, П.М. Анохин, В. Я. Потапов, В. В. Потапов; Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. - 54с.
2. Теория горения и взрыва: Учебно-методическое пособие к лабораторно-практическим работам по дисциплине «Теория горения и взрыва» для студентов по направлению 280700 «Техносферная безопасность»/ А. В. Александров, П.М. Анохин, В. Я. Потапов, В. В. Потапов.– Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. - 54с.

Дополнительная литература

1. Семенов Н.Н. Тепловая теория горения и взрыва. // Теория горения и взрыва. – М.: Наука, 1981, – С. 33–140.
2. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике, М., Наука, 1987.
3. Ксандопуло Г.И., Дубинин В.В. Химия газофазного горения, М., Химия, 1987.
4. Розловский А.И. Основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами. М.: Химия. 1980. 376 с.
5. Корольченко А.Я. Пожаровзрывобезопасность промышленной пыли. М.: Химия. 1996. 216 с.
6. Химия горения / Под ред. У. Гарднера, М., Мир, 1988.
7. Взрывные явления. Оценка и последствия.: в двух книгах. Кн. 1. Пер. с англ. Бейкер У., Кокс П. и др. Под ред. Я.Б. Зельдовича и Б.Е. Гельфанда. М.: Мир.1986. 319 с.
8. Бесчастнов М.Б. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. М.: Химия. 1991. 432 с.
9. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. /Под ред. А.Н. Баратова/. М.: Химия, 1987. – 270 с.
10. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. / Под ред. А.Н. Баратова/. В 2-х кн. – М.: Химия, 1990. Кн.1-я – 495 с., кн. 2-я – 383 с.
11. Физика горения и взрыва: Журнал

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

* приложение – Рейтинг-план освоения модуля (дисциплины) в течение семестра.

Программа дисциплины «Теория горения и взрыва» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю подготовки «Инженерная защита окружающей среды»

Автор(ы) Потапов Валентин Яковлевич, доцент, д.т.н.

Потапов Владимир Валентинович, доцент, к.т.н.

Программа одобрена на заседании кафедры пожарной безопасности

Протокол № 9 от « » г.

Программа согласована с выпускающей кафедрой ПБ

Заведующий кафедрой ПБ _____ Романов В.И.

Заведующий кафедрой ИЭ _____ Хохряков А.В.

Программа одобрена методической комиссией факультета:

Председатель методической комиссии ФГЗ _____

Елохин В.А.