

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНК

В.Н. Бориков

« 30 » 06 2016 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Направление ООП: 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль подготовки: Защита в чрезвычайных ситуациях,

Квалификация: бакалавр

Базовый учебный план приема: 2016 г.

Курс: 3, семестр: 6

Количество кредитов: 3

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	16
Практические занятия, ч	24
Лабораторные занятия, ч	
Аудиторные занятия, ч	40
Самостоятельная работа, ч	68
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации: экзамен

Обеспечивающее подразделение: каф. ЭБЖ ИНК

Заведующий каф. ЭБЖ ИНК

С.В. Романенко

Руководитель ООП

Е.В. Ларионова

Преподаватель

В.А. Перминов

2016 г.

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части междисциплинарного профессионального модуля. Дисциплине предшествует освоение дисциплин:

- Теоретические основы процессов тепломассопереноса;
- Химия 1.6;
- Химия 2.6.

Она непосредственно связана с этими дисциплинами естественнонаучного и математического цикла и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Коррективитами для дисциплины являются:

- Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях;
- Пожаровзрывозащита.

Для успешного освоения дисциплины студент должен

Знать

- основные закономерности протекания физико-химических процессов;
- математическое описание физических процессов;

уметь

- применять законы физики и химии для описания процессов горения и взрывов;

владеть

- методами математической обработки данных;
- методами применения математического аппарата для решения задач физических и химических процессов.

2. 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.

В соответствии с требованиями ООП по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» освоение дисциплины «Теория горения и взрыва» направлено на формирование у студентов следующих компетенций

(результатов обучения), в т. ч. в соответствии с образовательным стандартом ТПУ и ФГОС ВО:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Владение опытом	Код	Умения	Код	Знания
Р5 (ОК-7, ОК-11, ОК-15, ОПК-1, ПК-5)			У5.7	Проводить гидромеханические и тепломассообменные расчеты аппаратов и процессов в биосфере.	35.1	Опасностей среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты) Основных законов термодинамики, теплообмена и гидромеханики Методы моделирования процессов, являющихся источниками опасности в зависимости от профиля подготовки, с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
			У5.15	Применять методы и средства моделирования для прогнозирования и количественной оценки процессов, являющихся источниками опасности.	35.10	
			У5.16	Применять методы и средства моделирования процессов, являющихся источниками опасности, в зависимости от профиля подготовки, с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	35.20	

3. Структура и содержание дисциплины

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.

Практические занятия.

1. Понятие горения. Тепловой и цепной механизмы горения и взрыва. Виды и режимы горения. 2 ч.

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

Практические занятия.

1. Термохимия. Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакций. Зависимость теплового эффекта от температуры. – 2 час.
2. Температура горения. 2ч.

Тема 3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения (2 часа)

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.

Практические занятия.

1. Элементы формальной кинетики. Реакции 1-го, 2-го и 3-го порядков. Кинетика сложных реакций. 2ч.
2. Кинетика реакций горения и взрыва. 2 ч.
3. Расчет скорости реакций горения. 2 ч.
4. Уравнение Аррениуса и тепловой взрыв. 2 ч.

Тема 4. Массоперенос и теплопередача в процессах горения (2 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.

Практические занятия.

1. Стационарная теория теплового взрыва. Критические условия. 2 ч.

2. Определение температуры воспламенения. Учет теплоотдачи. 2 ч.

Тема 5. Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей (2 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.

Практические занятия.

Распространение пламени. Нормальное горение. 2 ч.

Тема 6. Теория горения дисперсных и горючих материалов (2 часа)

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

Теория горения металлов.

Тема 7. Теория теплового взрыва. Ударные волны (4 часа)

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

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

Практические занятия.

1. Расчеты параметров процессов горения и взрыва (температура и давление, волны давления, параметры огненного шара). 2 ч.

2. Действие взрыва. Ударные волны. 2ч.

На кафедре ЭБЖ ТПУ 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.

В результате освоения дисциплины у студентов развиваются следующие обобщенные компетенции (результаты обучения):

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат	Номер раздела (-ов), при изучении которого достигается результат
РД1	Способность к исследованию физико-химических процессов горения. Освоение методик расчета параметров процессов горения и взрыва сопровождающих ЧС для выявления возможностей и ресурсов для их прогноза и ликвидации последствий. Умение определять необходимые и достаточные условия возникновения, распространения и прекращения горения, условий перехода горения в детонацию.	Темы 1-4
РД2	Способность пользоваться нормативно-технической документацией по вопросам пожаро- и взрывобезопасности; рассчитывать материальные балансы процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии; рассчитывать основные характеристики и параметры процессов горения и взрыва; анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.	Тема 6-7
РД3	Способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Тема 3-5

4. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

4.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

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.

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.

4.2. Контроль самостоятельной работы

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

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать материалы, размещенные на персональном сайте преподавателя: <http://portal.tpu.ru/SHARED/p/PERMINOV>
учебно-методическое обеспечение СРС в п.7:

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

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Устный опрос всех студентов на практических занятиях для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины	РД1–3
Анализ и обсуждения подготовленных студентами творческих работ	РД1-3
Индивидуальные домашние задания	РД1, 3
Контрольные работы	РД1, 3
Итоговая зачетная работа	РД1–3

Текущий и рубежный контроль проводится в виде контрольных работ и опросов. Промежуточный контроль (зачет) проводится в письменной форме.

Примеры вопросов для оценки теоретических знаний студентов:

ТЕСТ №1 по дисциплине ТГВ

1. Горение – это:

1. быстрое окисление, при котором горящее вещество соединяется с кислородом, при этом выделяется энергия в виде ударной волны и света;
2. быстрое окисление, при котором горящее вещество соединяется с водородом, при этом выделяется энергия в виде тепла и света;

3. быстрое окисление, при котором горящее вещество соединяется с кислородом, при этом выделяется энергия в виде тепла и света;
 4. быстрое окисление, при котором горящее вещество соединяется с углеродом, при этом выделяется энергия в виде тепла и света.
2. Пожар – это:
1. неконтролируемое горение вне здания, наносящее материальный ущерб и способное вызвать травмы и гибель людей;
 2. неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее вред и способное вызвать травмы и гибель людей;
 3. неконтролируемое горение в специальном очаге, наносящее материальный ущерб и способное вызвать травмы и гибель людей;
 4. неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб и способное вызвать травмы и гибель людей.
3. Горение усиливается за счёт:
1. реакции окисления;
 2. цепной реакции;
 3. температуры;
 4. энергии.
4. Для осуществления горения необходимо три элемента:
1. кислород, водород, теплота;
 2. кислород, горючее вещество, температура;
 3. углерод, горючее вещество, теплота;
 4. кислород, горючее вещество, теплота.
5. Важнейшие процессы при горении – это:
1. теплоперенос и массоперенос;
 2. температура и скорость реакции;
 3. энерговыделение и температура;
 4. скорость реакции и энерговыделение.
6. Скорость гомогенной реакции – это:
1. количество вещества, образующегося в результате реакции в единицу времени в единице объёма;
 2. количество вещества, вступающего в реакцию или образующегося в результате реакции в единицу времени в единице объёма;
 3. количество вещества, вступающего в реакцию в единицу времени в единице объёма;
 4. количество вещества, вступающего в реакцию в единицу времени на единицу длины образца.
7. В зоне горения возникают температуры порядка:
1. 1000 – 1300⁰ С;
 2. 1000 – 1200⁰ С;
 3. 1000 – 1500⁰ С;
 4. 1200 – 1500⁰ С.
8. В горящем помещении температура достигает:

1. 400 - 600⁰ С;
2. 100 – 400⁰ С;
3. 600 – 1000⁰ С;
4. 400 – 1000⁰ С.

9. При температуре порядка 200⁰ С жизнь незащищённого человека сохраняется не более:

1. 7 минут;
2. 10 минут;
3. 5 минут;
4. 8 минут.

10. Содержание угарного газа СО более 1% в помещении приводит к летальному исходу для людей через:

1. 2 – 3 минут;
2. 2 – 4 минут;
3. 3 – 4 минут;
4. 3 – 5 минут.

11. Взрыв – это:

1. горение с выделением большого количества энергии;
2. предельный случай горения – процесс чрезвычайно быстрого выделения большого количества энергии в ограниченном объёме;
3. горение с выделением большого количества газообразных продуктов;
4. предельный случай горения – процесс чрезвычайно быстрого выделения большого количества энергии в неограниченном объёме.

12. Все вещества, способные взрываться, делятся на:

1. взрывчатые вещества (ВВ) и детонирующие вещества (ДВ);
2. взрывчатые вещества (ВВ) и взрывоопасные вещества (ВОВ);
3. взрывчатые вещества (ВВ) и взрывчатые смеси (ВС);
4. взрывчатые вещества (ВВ) и детонирующие смеси (ДС).

13. Самым безопасным ВВ в технологических процессах является:

1. гексоген;
2. пластит;
3. нитрометан;
4. тринитротолуол (ТНТ);

14. Бризантность ВВ – это:

1. способность их производить при взрыве местное уплотнение твердых веществ;
2. способность их производить при взрыве местное дробление твердых веществ;
3. способность их производить при взрыве местное метание твердых веществ;
4. способность их производить при взрыве местное нагревание твердых веществ;

15. Поражающими факторами при взрывах ВВ являются:

1. ударная волна, осколки взрыва, тепловое поле и скоростной напор;
2. ударная волна, осколки взрыва и скоростной напор;

3. ударная волна, осколки взрыва и тепловое поле;
 4. ударная волна, скоростной напор и тепловое поле.
16. Ударная волна – это:
1. область сильно сжатой среды, которая распространяется во все стороны от места взрыва;
 2. область повышенного давления среды, которая распространяется во все стороны от места взрыва;
 3. область с высокой температурой среды, которая распространяется во все стороны от места взрыва;
 1. область с высокой скоростью среды, которая распространяется во все стороны от места взрыва.
17. Ударная волна распространяется в среде :
1. с дозвуковой скоростью;
 2. со сверхзвуковой скоростью;
 3. со звуковой скоростью;
 4. с гиперзвуковой скоростью.
18. Ударная волна характеризуется:
1. избыточным давлением и высокой температурой;
 2. избыточным давлением и высокой энергией;
 3. избыточным давлением и скоростным напором;
 4. избыточным давлением и тепловым полем.
19. Избыточным давлением ударной волны называют:
1. разность между максимальным давлением на фронте волны и минимальным давлением;
 2. разность между максимальным давлением на фронте волны и давлением перед фронтом волны;
 3. разность между максимальным давлением на фронте волны и Давлением скоростного напора;
 4. разность между максимальным давлением на фронте волны и атмосферным давлением.
20. Наблюдающиеся последствия для человека при избыточных давлениях на фронте ударной волны (кПа):
1. 10 – повреждений не наблюдается, 20 – 100 контузии, травмы разной степени тяжести, более 200 – летальный исход;
 2. 10 – повреждений не наблюдается, 20 – 100 контузии, травмы разной степени тяжести, более 120 – летальный исход;
 3. 10 – повреждений не наблюдается, 20 – 100 контузии, травмы разной степени тяжести, более 100 – летальный исход;
 4. 20 – повреждений не наблюдается, 30 – 100 контузии, травмы разной степени тяжести, более 120 – летальный исход.
21. Зоны разрушений от взрыва делят на:
1. слабые, средние, сильные, очень сильные;
 2. слабые, средние, и полные;
 3. слабые, средние, сильные и полные;

4. слабые, сильные, очень сильные и полные;

22. Безразмерный показатель экспоненты $Arn = \frac{E}{R_0T_0}$ называется:

1. предэкспонентой;
2. критерием Зельдовича;
3. критерием Аррениуса;
4. показателем скорости реакции.

23. Критерий Аррениуса выражает:

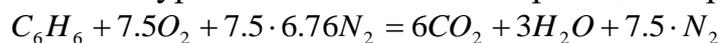
1. чувствительность скорости химической реакции к энергии;
2. чувствительность скорости химической реакции к изменению температуры;
3. порядок химической реакции;
4. скорость нарастания химической реакции.

Примеры задач для оценки практических навыков.

Задача 1. Определить теоретический объём воздуха, необходимого для горения 1 кг бензола.

Решение.

Горючее – индивидуальное химическое соединение, поэтому для расчёта по формуле (1.1.3,б) запишем уравнение химической реакции горения



найдем $n_{C_6H_6} = 1; n_{O_2} = 7.5; n_{N_2} = 7.5 \cdot 3.76 = 28.2$.

Молекулярная масса бензола $M = 6 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 78$.

Объём 1 кмоль газа при нормальных условиях составляет 22,4 м³

$$V_B^0 = \frac{(7.5 + 28.2)}{1 \cdot 78} = 10.3 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Задача 2. Определить объём и массу воздуха, необходимого для горения 1 кг органической массы состава С – 60%, Н – 5%, О – 25%, N – 5%, W – 5%(влажность), если коэффициент избытка воздуха $\alpha = 2.5$; температура воздуха 305 К, давление 99500 Па.

Решение.

Так как горючее вещество сложного состава, то теоретическое количество воздуха при нормальных условиях определим по формуле (1.1.4)

$$V_B = 0.269 \left(\frac{60}{3} + 5 - \frac{25}{8} \right) = 5.9 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Из формулы (1.1.7) рассчитаем практическое количество воздуха при нормальных условиях

$$V_B = \alpha V_B^0 = 2.5 \cdot 5.9 = 14.75 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Находи количество воздуха, пошедшего на горение веществ при заданных условиях горения. Используя формулу (1.1.6), получим

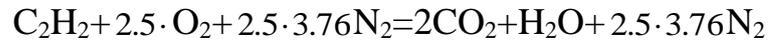
$$M_B(P, T) = \frac{14.75 \cdot 101325 \cdot 305}{99500 \cdot 273} = 16.8 \text{ м}^3/\text{кг},$$

$$M_B(P, T) = V_B \rho_B = 16.8 \cdot 1.28 \frac{99500 \cdot 273}{305 \cdot 101325} = 18.9 \text{ кг}/\text{кг}.$$

Задача 3. Какое количество продуктов горения выделится при сгорании 1 м³ ацетилена в воздухе, если температура горения составила 1450 К.

Решение.

Горючее-индивидуальное химическое соединение (формула 1.2.1).
Запишем уравнение химической реакции горения



Объём продуктов горения при нормальных условиях

$$V_{\text{пр}}^0 = \frac{2 + 1 + 2.5 \cdot 3.76}{1} = 12.4 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

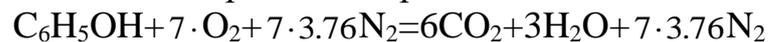
Объём продуктов горения при 1450 К

$$V_{\text{пр}(pT)}^0 = \frac{12.4 \cdot 1450}{273} = 62.9 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Задача 4. Определить объём продуктов горения при сгорании 1 кг фенола, если температура горения 1200 К, давление 95000 Па, коэффициент избытка воздуха 1,5.

Решение.

Горючее-индивидуальное химическое соединение (формула 1.2.2).
Запишем уравнение химической реакции горения



Молекулярная масса горючего 98.

Теоретический объём продуктов горения при нормальных условиях

$$V_{\text{пр}}^0 = \frac{(6 + 3 + 7 \cdot 3.76) \cdot 22.4}{1 \cdot 98} = 8.1 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Практический объём воздуха при нормальных условиях

$$V_{\text{пр}}^0 = 8.1 + \frac{(7 + 7 \cdot 3.76)(1.5 - 1)}{1 \cdot 98} \cdot 22.4 = 11.9 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Объём продуктов горения при заданных условиях

$$V_{\text{пр}(pT)}^0 = \frac{11.9 \cdot 101325 \cdot 1200}{95000 \cdot 273} = 55.9 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Пример экзаменационного билета

1. Расчет тепловых эффектов реакций.
2. Стационарная теория теплового взрыва.
3. Ударные волны.

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 теплового взрыва.
- Действие взрыва.
- Ударные волны.

8. Рейтинг качества освоения модуля (дисциплины)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положением о проведении текущего оценивания и промежуточной аттестации в ТПУ», утвержденными приказом ректора № 88/од от 27.12.2013 г.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : учебник и практикум / А. В. Тотай [и др.]; под ред. А. В. Тотая и О. Г. Казакова. — 2-е изд. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Электронные учебники издательства "Юрайт". — Бакалавр. Базовый курс. — Электронная копия печатного издания. — Библиогр.: с. 294-295. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше.. — ISBN 978-5-9916-2414-5. **Схема доступа:** <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-36.pdf>
2. Карауш, Сергей Андреевич. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : учебник в электронном формате / С. А. Карауш. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Академия, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. — Электронная копия печатного издания. — Библиогр.: с. 198-200. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше.. — ISBN 978-5-7695-5910-5. **Схема доступа:** <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-113.pdf>
3. Теория горения и взрыва : учебник и практикум / под ред. А. В. Тотая ; О. Г. Казакова. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Юрайт, 2013. — 296 с.: ил. — Бакалавр. Базовый курс. — Библиогр.: с. 294-295.. — ISBN 978-5-9916-2414-5.

Дополнительная литература

1. Франк-Каменецкий, Давид Альбертович. Диффузия и теплопередача в химической кинетике / Д. А. Франк-Каменецкий. — 3-е изд., испр. и доп.. — Москва: Наука, 1987. — 490 с.: ил..
2. Кудряшов, Игорь Владимирович. Сборник примеров и задач по физической химии : учебное пособие для вузов / И. В. Кудряшов, Г. С. Каретников. — 7-е изд., стер.. — Москва: Альянс, 2008. — 527 с.: ил.. — ISBN 978-5-903034-48-2.
3. Девисилов, Владимир Аркадьевич. Теория горения и взрыва : практикум : учебное пособие / В. А. Девисилов, Т. И. Дроздова, С. С. Тимофеева. — Москва: Форум, 2012. — 352 с.: ил.. — Высшее образование. — Библиогр.: с. 286-287.. — ISBN 978-5-91134-555-6.
4. Взрывные явления. Оценка и последствия : В 2 кн. / [У. Бейкер, П. Кокс, П. Уэстайн и др.]; Пер. с англ. под ред. Я. Б. Зельдовича, Б. Е. Гельфанда. — Москва: Мир, 1986. — : 22 см + (ил.). — Авт. указаны на обороте тит. л.

5. Математическая теория горения и взрыва / Я. Б. Зельдович, Г. И. Баренблатт, В. Б. Либрович, Г. М. Махвиладзе; Институт проблем механики; Институт химической физики АН СССР. — М
6. Физика горения и взрыва: Журнал

Internet–ресурсы

1. <http://www.lib.tpu.ru/index.html>
2. <http://www.sibran.ru/journals/FGV/>
3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Аудитория для проведения практических и лабораторных занятий 1. Прибор ТВЗ-ПХП с закрытым тиглем; 2. Прибор ТВЗ-ПХП с открытым тиглем	ул. Усова, 7, корпус № 8, ауд. 256

Программа составлена на основе образовательного стандарта ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС ВО по ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях».

Программа одобрена на заседании кафедры ЭБЖ
(протокол № 11 от 28.05.2016г.).

Автор
д.ф.-м.н., проф. каф. ЭБЖ В.А.Перминов