

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНКБ

Седнев Д.А.

«30» 06 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА			
Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Техносферная безопасность		
Специализация	Защита в чрезвычайных ситуациях		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия		
	ВСЕГО	40	
Самостоятельная работа, ч		68	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

Зачет

Обеспечивающее
подразделение

ОКД, ИШНКБ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры отделения
контроля и диагностики
Руководитель ООП
Преподаватель

Суржиков А.П.

Вторушина А.Н.

Перминов В.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов обучения	
			Код	Наименование
ПК(У)-10	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях	Р6	ПК(У)-10.В7	Владеет методами расчета параметров процессов горения и взрыва для выбора устройств, систем и методов защиты человека и природной среды
			ПК(У)-10.У7	Умеет применять методы и средства моделирования для прогнозирования и количественной оценки процессов, являющихся источниками опасности
			ПК(У)-10.37	Знает методы моделирования процессов горения и взрыва, являющихся источниками опасности
ПК(У)-11	Способность организовать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды	Р7	ПК(У)-11.В3	Владеет методами расчета параметров процессов горения и взрыва сопровождающих ЧС для прогнозирования развития опасных процессов и их последствий
			ПК(У)-11.У3	Умеет рассчитывать основные характеристики и параметры процессов горения и взрыва
			ПК(У)-11.33	Знает основы физико-химических процессов горения и взрыва

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	Знание методик расчета параметров и умение определять условия возникновения, распространения и прекращения горения и перехода горения в детонацию.	ПК(У)-10.В7, ПК(У)-11.33
РД 2	Способность пользоваться нормативно-технической документацией по вопросам пожаро- и взрывобезопасности для оценки основных характеристик и параметров и анализа механизмов воздействия опасностей на человека.	ПК(У)-11.В3, ПК(У)-11.У3
РД 3	Способность применять методы математического моделирования и исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	ПК(У)-10.У7, ПК(У)-10.37

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый	Виды учебной деятельности	Объем
--------------------	-------------	---------------------------	-------

	результат обучения по дисциплине		времени, ч.
Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	8
Раздел 3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скоростей реакций горения.	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	8
Раздел 4. Теория горения газоздушных и паровоздушных смесей.	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	8
Раздел 5. Массоперенос и теплопередача в процессах горения..	РД1, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Теория горения дисперсных и горючих материалов.	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	8
Раздел 7. Теория теплового взрыва.	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 8. Ударные волны	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	8

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва.

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. Воспламенение и зажигание. Пределы самовоспламенения смеси водорода с кислородом. Расход воздуха при горении. Объем продуктов сгорания. Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения. Гомогенное и гетерогенное горение. Температурные показатели пожарной опасности.

Темы лекций:

1. Введение. Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва. Общая характеристика.
2. Понятие горения. Тепловой и цепной механизмы горения и взрыва. Виды и режимы

горения.

Темы практических занятий:

1. Расчет расхода воздуха при горении
2. Объем продуктов горения.
3. Расчет верхнего и нижнего концентрационных пределов воспламенения.
4. Расчет температурных пределов распространения пламени. Расчет температуры вспышки и воспламенения.

Раздел 2. Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения

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.

Темы лекций:

1. Химическая термодинамика горения и взрыва.

Темы практических занятий:

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

Раздел 3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скоростей реакций горения.

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 не разветвляющиеся цепи. Цепной механизм и его стадии. Полуостров воспламенения. Математическое описание цепных реакций. Роль цепных реакций в тепловом самовоспламенении. Уравнение Аррениуса и тепловой взрыв.

Темы лекций:

1. Скорость химической реакции горения.
2. Кинетика реакций горения.

Темы практических занятий:

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

Раздел 4. Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей.

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. Закон площадей. Тепломассообмен при горении. Коэффициент молекулярного переноса. Подobie полей температуры и концентрации. Механизм перехода горения в детонацию.

Темы лекций:

1. Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей.
2. Математическое моделирование процессов распространения горения.

Темы практических занятий:

1. Распространение пламени. Нормальное горение.

Раздел 5. *Массоперенос и теплопередача в процессах горения.*

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). 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. Математическое моделирование процессов возникновения и распространения горения.

Темы лекций:

1. Массоперенос и теплопередача в процессах возникновения и распространения горения.
2. Уравнения конвективного переноса тепла и вещества.
3. Математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса при горении.

Темы практических занятий:

1. Математические модели процессов тепло- и массопереноса.

Раздел 6. *Теория горения дисперсных и горючих материалов*

Смешанная диффузионная и химическая кинетика горения. Выявление лимитирующей стадии. Анализ зависимости скорости горения от скорости продувки воздуха и от температуры. Горение пористых материалов. Горения металлов.

Темы лекций:

1. Теория горения дисперсных и горючих материалов.
2. Математическое моделирование горения пористых материалов.

Темы практических занятий:

1. Тепло- массоперенос при горении пористых материалов.

Раздел 7. *Теория теплового взрыва.*

Общие сведения о взрыве. Возникновение взрыва. Режимы взрывчатых превращений. Характеристика аварийных взрывов. Классификация взрывчатых веществ. Химические реакции при взрывных превращениях. Кислородный баланс. Состав и объем продуктов разложения взрывчатых веществ. Теплота взрыва. Температура и давление продуктов взрыва. Действие взрыва. Использование методов теории горения и взрыва для прогнозирования и обеспечения безопасности производственных процессов, прогнозирования чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий.

Темы лекций:

1. Взрыв. Классификация взрывов. Классификация взрывчатых веществ.
2. Химические реакции при взрывных превращениях.
3. Основные характеристики взрыва (Состав и объем продуктов, теплота, температура, давление и др.)

Темы практических занятий:

1. Расчет состава и объема продуктов взрывчатого разложения.
2. Определение теплоты, температуры и давления взрыва.
3. Расчеты параметров процессов горения и взрыва (температура и давление, волны давления, параметры огненного шара).

Названия лабораторных работ:

1. Математическое моделирование зажигания растительного покрова от огненного шара при взрыве углеводородов.

Раздел 8. *Ударные волны.*

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.

Темы лекций:

1. Ударные волны. Возникновение и ее параметры.

Темы практических занятий:

1. Расчеты параметров ударной волны. Расчет тротилового эквивалента взрыва и безопасного расстояния по действию воздушных ударных волн.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к контрольным работам и зачету.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Карауш, С. А. Теория горения и взрыва: учебник / С. А. Карауш. — Москва: Академия, 2013. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-113.pdf> (дата обращения: 28.02.2019). — Режим поступ из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
2. Теория горения и взрыва: учебник и практикум / А. В. Тотай, О. Г. Казаков, Н. О. Радькова и др.; под ред. А. В. Тотая и О. Г. Казакова. — 2-е изд.. — Москва: Юрайт, 2013. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-36.pdf> (дата обращения: 28.02.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный
3. Теория горения и взрыва: учебно-методическое пособие / О.М. Зиновьева, Б.С. Мاستрюков, А.М. Меркулова, Н.А. Смирнова. — Москва: МИСИС, 2014. — 102 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116821> (дата обращения: 28.02.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
4. Адамян, В.Л. Теория горения и взрыва: учебное пособие / В.Л. Адамян. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-3136-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109508> (дата обращения: 28.02.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература

1. Перминов, В. А. Теория горения и взрыва: виртуальный лабораторный комплекс / В. А. Перминов, А. И. Сечин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт неразрушающего контроля (ИНК). —

- Томск: TPU Moodle, 2014. —URL: <http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=10182> (дата обращения: 28.02.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Эквист, Б. В. Теория горения и взрыва: учебник / Б.В. Эквист. — Москва: МИСИС, 2017. — 180 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115286> (дата обращения: 28.02.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
 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.
 4. 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.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Физика горения и взрыва: журнал / Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева (ИГиЛ). — Новосибирск: Изд-во СО РАН. — 6 раз в год.. —URL:: <http://www.sibran.ru/journals/FGV/>. — Текст: электронный.
3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
5. Виртуальный лабораторный комплекс по дисциплине «Теория горения и взрыва» - <http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=10182>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**): WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; PTC Mathcad 15 Academic Floating; TOR Coop Elcut Student; Tracker Software PDF-XChange Viewer

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Савиных улица, д. 7, 608	Моноблок Lenovo S50 - 1 шт.; Телевизор LG 60LX341C - 1 шт.; Шкаф вытяжной В-203 - 1 шт.; Прибор ТВЗ-ПХП с закрытым тиглем; Прибор ТВЗ-ПХП с открытым тиглем; Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Савиных улица, д. 7, 609	Компьютер Intel i3550 - 11 шт.; Телевизор LED Samsung 55" - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Доска магнитно-маркерная 120x200 см - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность, специализация «Защита в чрезвычайных ситуациях» (прием 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Ученая степень	ФИО
Профессор ОКД	д.ф.-м.н	В.А. Перминов

Программа одобрена на заседании кафедры ЭБЖ ИНК (протокол № 11 от 15.05.2017г.).

Зав. кафедрой – руководитель отделения
на правах кафедры отделения контроля
и диагностики, д.ф-м.н, профессор



/ А.П. Суржиков /

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОКД ИШНКБ (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 2. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	протокол от « <u>26</u> » <u>06</u> <u>2018</u> г. № <u>7</u>
	3. Изменена система оценивания	протокол от « <u>27</u> » <u>08</u> <u>2018</u> г. № <u>8</u>
2019/2020 учебный год	4. Обновлено программное обеспечение 5. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 6. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	протокол от « <u>24</u> » <u>06</u> <u>2019</u> г. №27