

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.05.2024 14:45:22  
Уникальный программный ключ:  
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfba10e205

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.О.30

## Теория горения и взрыва

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Техносферной безопасности и физической культуры**

Образовательная программа 20.05.01 Специальность "Пожарная безопасность"  
год начала подготовки 2022

Квалификация **Специалист**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144  
в том числе:  
аудиторные занятия 42  
самостоятельная работа 52  
часов на контроль 36

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 5  
курсовые работы 5

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	14 5/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	28	28	28	28
Лабораторные	14	14	14	14
Иная контактная работа	14	14	14	14
Итого ауд.	42	42	42	42
Контактная работа	56	56	56	56
Сам. работа	52	52	52	52
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Рабочая программа дисциплины

## **Теория горения и взрыва**

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 20.05.01  
Пожарная безопасность (приказ Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 679)

**составлена на основании учебного плана образовательной программы:**

20.05.01 Специальность "Пожарная безопасность"  
год начала подготовки 2022

**Рабочую программу составил(и):**

*к.т.н., Доцент , Клишин И.В.*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры **Техносферной безопасности и физической культуры**

Заведующий кафедрой Рослякова Оксана Вячеславовна

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	приобретение теоретических знаний основных понятий, явлений и законов теории химического и физического взрыва, детонации и ударных волн, условий возникновения и распространения пламени, параметров горения газов жидкостей, пылей и твердых горючих материалов, условий перехода горения во взрыв, а также приобретения навыков методов расчета объема и состава продуктов горения, теплоты и температуры горения, основных показателей пожарной опасности, которые помогут в дальнейшем в решении инженерных задач по выбранному профилю подготовки.
-----	---

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Общая электротехника и электроника
2.1.2	Сопротивление материалов
2.1.3	Механика жидкости и газа
2.1.4	Математика
2.1.5	Физика
2.1.6	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Надежность технических систем и техногенный риск
2.2.2	Организационно-служебная практика
2.2.3	Прогнозирование опасных факторов пожара
2.2.4	Теплотехника
2.2.5	Физико-химические основы развития и тушения пожаров
2.2.6	Научно-исследовательская работа
2.2.7	Технология ведения строительно-восстановительных работ

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-3: Способен решать прикладные задачи в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности, используя теорию и методы фундаментальных наук;**

ОПК-3.1: Анализ, критическое осмысление информации, умение рассматривать возможные варианты решения задачи

ОПК-3.2: Применение знаний фундаментальных наук для решения задач в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности

**ОПК-11: Способен формулировать и решать научно-технические задачи по обеспечению безопасных условий и охраны труда в областях пожарной безопасности, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, спасения человека, защиты окружающей среды.**

ОПК-11.1: Применение в профессиональной деятельности знаний физических и химических закономерностей процессов возникновения горения и взрыва

ОПК-11.2: Применение в профессиональной сфере методов обеспечения безопасности и сохранения окружающей среды

ОПК-11.3: Применение в профессиональной сфере методов оценки и способы снижения пожарных рисков

ОПК-11.4: Применение в профессиональной сфере методов решения задач по оценке надежности технических систем

ОПК-11.5: Применение в профессиональной сфере методов и средств связи, оповещения и автоматизированных систем управления; эффективное использование комплекса программно-технических средств связи и управления

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	суть и особенности горения и взрыва как физико-химических процессов, теорий горения (тепловой, цепной, диффузионной);
3.1.2	показатели пожаровзрывоопасных сред применяемых в технологическом оборудовании
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать методики расчетов параметров горения и взрыва парогазовых смесей;
3.2.2	применять в профессиональной деятельности знания методик расчетов показателей пожаровзрывоопасных сред применяемых в технологическом оборудовании
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками анализа и оценки пожаровзрывоопасности веществ и горючих материалов, поражающих факторов горения и взрыва;
3.3.2	методиками расчетов показателей пожаровзрывоопасных сред, применяемых в технологическом оборудовании

**4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Вид занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Литература</b>	<b>ПрПо дгот</b>
Раздел	<b>Раздел 1. Общие сведения о горении</b>				
Лек	Основные определения. Кинетика химических реакций. Теории горения /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Лаб	Основные определения. Кинетика химических реакций. Теории горения /Лаб/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Ср	Основные определения. Кинетика химических реакций. Теории горения /Ср/	5	6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Лек	Материальный и тепловой балансы горения /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Лаб	Материальный и тепловой балансы горения /Лаб/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Ср	Материальный и тепловой балансы горения /Ср/	5	6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Раздел	<b>Раздел 2. Возникновение горения</b>				
Лек	Самовоспламенение /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Лаб	Самовоспламенение /Лаб/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Ср	Самовоспламенение /Ср/	5	6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Лек	Самовозгорание и вынужденное воспламенение (зажигание) /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Лаб	Самовозгорание и вынужденное воспламенение (зажигание) /Лаб/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Ср	Самовозгорание и вынужденное воспламенение (зажигание) /Ср/	5	6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0
Раздел	<b>Раздел 3. Горение парогазовых смесей, жидкостей и твердых горючих материалов</b>				
Лек	Горение парогазовых смесей /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0

Лаб	Горение парогазовых смесей /Лаб/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Ср	Горение парогазовых смесей /Ср/	5	6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Лек	Горение жидкостей /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Лаб	Горение жидкостей /Лаб/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Ср	Горение жидкостей /Ср/	5	6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Лек	Горение твердых горючих материалов /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Ср	Горение твердых горючих материалов /Ср/	5	4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Раздел	<b>Раздел 4. Взрывные процессы</b>				
Лек	Основные сведения. Виды взрывов. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Лаб	Основные сведения. Виды взрывов. /Лаб/	5	2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Ср	Основные сведения. Виды взрывов. /Ср/	5	6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Лек	Ударны волны. Детонация. Взрывчатые вещества /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
Ср	Ударны волны. Детонация. Взрывчатые вещества /Ср/	5	6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0
ИКР	Промежуточный контроль /ИКР/	5	14		0

### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Общие сведения о горении.

Тема 1.1. Основные определения. Кинетика химических реакций. Теории горения.

Основные определения. Физические процессы при горении. Виды горения. Кинетика химических реакций. Скорость химической реакции. Закон Аррениуса. Тепловая, цепная и диффузионная теории горения.

Тема 1.2. Материальный и тепловой балансы.

Уравнение материального баланса горения. Расчет теоретического количества окислительной среды для горения и продуктов горения для индивидуального химического соединения, смеси газов и сложного вещества. Теплота сгорания и ее расчет. Уравнение теплового баланса. Температуры горения и взрыва и их расчеты.

Раздел 2. Возникновение горения.

Тема 2.1. Самовоспламенение.

Тепловое самовоспламенение (тепловой взрыв). Цепное самовоспламенение (цепной взрыв). Зависимость температуры самовоспламенения от различных факторов.

Тема 2.2. Самовозгорание и вынужденное воспламенение (зажигание).

Определение и виды самовозгорания. Вещества склонные к самовозгоранию. Условия теплового самовозгорания. Зажигание нагретым телом.

Раздел 3. Горение парогазовых смесей, жидкостей и твердых горючих материалов.

Тема 3.1. Горение парогазовых смесей.

Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения). Расчет концентрационных пределов распространения пламени. Факторы влияющие на концентрационные пределы распространения пламени. Скорость распространения пламени. Факторы влияющие на скорость распространения пламени. Диффузионное горение газов.

Структура и высота диффузионного пламени.

Тема 3.2. Горение жидкостей.

Испарение жидкостей. Уравнение Антуана. Температурные пределы распространения пламени (воспламенения). Температуры вспышки и воспламенения. Распространение пламени по поверхности жидкости. Выгорание жидкостей. Факторы влияющие на массовую скорость выгорания.

Тема 3.3. Горение твердых горючих материалов (далее - ТГМ).

Определение ТГМ, классификация ТГМ, образование горючих смесей над поверхностью ТГМ, температурные зоны и алгоритм процессов при горении ТГМ. Механизм распространения пламени по поверхности ТГМ. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени. Выгорание ТГМ. Гетерогенное горение

Раздел 4. Взрывные процессы.

Тема 4.1. Основные сведения. Виды взрывов.

Понятие взрыва, классификация взрывов, факторы определяющие способность химических систем к взрывчатым превращениям. Физические взрывы. Химические взрывы. Тротилловый эквивалент. Максимальное давление взрыва при сгорании парогазовых смесей и при взрыве взрывчатого вещества.

Тема 4.2. Ударные волны. Детонация. Взрывчатые вещества.

Механизм образования и распространения ударных волн в инертных средах. Безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны. Механизм горения в режиме детонации. Переход горения в детонацию в парогазовых смесях. Основные характеристики детонации. Виды взрывчатых веществ.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Примерные вопросы экзамена, применяемые для оценки освоения указанных этапов компетенции

Примерные вопросы для практических занятий

### 6.2. Темы письменных работ

Курсовая работа на тему: «Определение параметров горения и взрыва парогазовоздушной смеси».

### 6.3. Контрольные вопросы и задания

1. Основные понятия (горение, горючая среда, источник зажигания). Виды горения и их основные характеристики.
  2. Кинетика химических реакций горения. Скорость химических реакции горения. Закон Аррениуса.
  3. Тепловая теория горения.
  4. Цепная и диффузионные теории горения.
  5. Природа концентрационных пределов распространения пламени. Факторы влияющие на концентрационные пределы распространения пламени.
  6. Тепловое самовоспламенение горючих газовых смесей (тепловой взрыв).
  7. Цепное самовоспламенение горючих газовых смесей (цепной взрыв).
  8. Зависимость температуры самовоспламенения горючих газовых смесей от различных факторов.
  9. Самовозгорание и виды самовозгорания. Вещества и материалы, склонные к самовозгоранию. Йодное число. Экспериментальное определение условий теплового самовозгорания.
  10. Вынужденное воспламенение (зажигание). Зажигание нагретым телом.
  11. Виды горения в зависимости от скорости распространения пламени. Экспериментальные методы определения нормальной скорости горения.
  12. Уравнение нормальной скорости распространения пламени при стационарном горении. Факторы влияющие на нормальную скорость распространения пламени.
  13. Структура и высота диффузионного пламени. Коэффициенты диффузии для ламинарного и турбулентного горений.
  14. Процесс испарения жидкостей. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Антуана. Температурные пределы распространения пламени.
  15. Температуры вспышки и воспламенения жидкости. Распространение пламени по поверхности жидкости.
  16. Удельная массовая и линейная скорости выгорания жидкостей. Распределение температур при горении жидкости в резервуаре. Тепловой поток от зоны пламени и его доля от общего тепловыделения при горении.
  17. Факторы влияющие на массовую скорость выгорания жидкости.
  18. Твердые горючие материалы, их классификация. Процессы протекающие в твердых горючих материалах при нагревании. Тепловой поток от зоны пламени. Характерные температурные зоны и алгоритм процессов при горении твердых горючих материалов. Механизм распространения пламени по поверхности твердых горючих материалов.
  19. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени по поверхности твердых горючих материалов.
  20. Удельная массовая скорость выгорания твердых горючих материалов. Степень газификации древесины при выгорании. Изменение массовой скорости выгорания древесины во времени при горении. Гетерогенное горение.
  21. Понятие взрыва. Виды взрывов. Факторы определяющие способность химических систем к взрывчатым превращениям. Химические взрывы. Тротилловый эквивалент. Максимальное давление взрыва при сгорании парогазовых смесей.
- Ударные волны в инертных средах. Понятия фугасности и бризантности. Понятие детонации. Переход горения в

детонацию в парогазовых смесях. Величина преддетонационного участка, факторы влияющие на его размер. Основные характеристики детонации. Виды взрывчатых веществ.

#### 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

##### Методика оценки экзамена

Экзамен по дисциплине направлен на оценку знаний, умений и навыков, характеризующих освоение части компетенций. Экзамен проводится по билетам, установленным кафедрой, в письменной или устной форме, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины. Оценка «отлично» выставляется при условии, если студент отвечает правильно на 85% и более поставленных вопросов. Оценка «хорошо» выставляется, если студент отвечает правильно от 70 % до 85% поставленных вопросов. Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент отвечает правильно от 50% до 70% поставленных вопросов. Если преподаватель считает ситуацию сомнительной для выставления удовлетворительной оценки, он вправе задать дополнительные вопросы.

Оценка «отлично» ставится, если раскрыты и точно употреблены основные понятия; сущность вопросов раскрыта полно, выводы обоснованы и последовательны; обучающийся полно и оперативно отвечает на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если частично раскрыты основные понятия; в целом материал излагается полно, по сути билета; выводы обоснованы и последовательны; обучающийся ответил на большую часть дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если раскрыта меньшая часть основных понятий; обучающимся недостаточно точно употреблены основные категории и понятия; обучающийся недостаточно полно и неструктурированно отвечал по содержанию вопросов; слабо обоснованы выводы, слабая аргументация; обучающийся не ответил на большинство дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если не раскрыто ни одно из основных понятий; обучающийся не знает основные определения категорий и понятий дисциплины; допущены существенные неточности и ошибки при изложении материала; обучающийся не ответил на дополнительные вопросы по билету.

##### Методика оценки практических занятий

При выполнении практического задания проверяется правильность его решения, а также задаются вопросы по теме работы. В случае правильного решения задания и ответов на поставленные вопросы работа считается выполненной. При неправильном решении задания и неполном ответе на вопросы, либо полном отсутствии ответов, работа считается не выполненной.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1 Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Беляков Г. И.	Пожарная безопасность: Учебное пособие	Москва: Издательство Юрайт, 2019
Л1.2	Кукин П. П., Юшин В. В., Емельянов С. Г., Колесникова Т. М., Попов В. М., Протасов В. В., Барков А. Н., Шульга Л. В., Тимофеев Г. П.	Теория горения и взрыва: Учебное пособие	Москва: Издательство Юрайт, 2019

##### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кукин Павел Павлович, Юшин Василий Валерьевич, Емельянов Сергей Геннадьевич	Теория горения и взрыва: учеб. пособие [для студ. направления "Техносферная безопасность" и др.]	Москва: Юрайт, 2012

##### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Ягодин Владимир Александрович	Методические указания для выполнения курсовых работ по дисциплине "Теория горения и взрыва" и "Пожаровзрывозащита": для студентов оч. и заоч. обучения спец. 280103 - "защита в чрезвычайных ситуациях"	Новосибирск: НГАВТ, 2005

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Учебная аудитория для проведения лекционного типа занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (переносной); Учебный щит пожарного инвентаря, пожарное вооружение, снаряжение пожарного, боевая одежда пожарного, устройство огнетушителя, водоразборная колонка
Учебная аудитория для	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор

проведения лекционного типа	занятий	(стационарный), экран (стационарный), ПК (переносной); Средства защиты органов дыхания, 3 шт.; пожарная сигнализация; пожарные извещатели; схемы электрических соединений
Учебная аудитория для проведения лекционного типа	занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (переносной)
Учебная аудитория для проведения практических занятий		Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (переносной)
Учебная аудитория для проведения практических занятий		Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (переносной); Средства защиты органов дыхания, 3 шт.; пожарная сигнализация; пожарные извещатели; схемы электрических соединений
Учебная аудитория для проведения практических занятий		Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (переносной); Учебный щит пожарного инвентаря, пожарное вооружение, снаряжение пожарного, боевая одежда пожарного, устройство огнетушителя, водоразборная колонка
Лаборатория теории горения и взрыва - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий		Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (переносной), экран (переносной), ПК (переносной); Лабораторные стенды: Пиротехнические реле РП-Н и РП-Д, Неэлектрическая система взрыва СИНВ, Детонирующие шнуры и детонаторы; Лабораторные установки: Тепловизор Teslo 868, газоанализатор Tesli 315-3; Лабораторное оборудование: Шкаф вытяжной химический, шкаф лабораторный для приборов, стол лабораторный, плита нагревательная, Газовый баллон (10 шт.), Газовая горелка (2 шт.), Секундомер электронный (2 шт.), пипетки, ложка для сжигания веществ, горючее для спиртовок, спиртовка лабораторная малая, лоток с лабораторной посудой и принадлежностями, щипцы тигельные, штатив для пробирок на 10 гнезд, спички каминные, свечи "таблетки", свечи хозяйственные, стаканы пластиковые одноразовые, вата, марля, одеколон тройной, дробь пропитка противопожарная 5 л); Средства индивидуальной защиты (перчатки виниловые, респиратор, защитные очки, каска, бахилы, халаты)
Помещение самостоятельной обучающихся	для работы	Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест, ПК – 4 шт., подключенных к сети «Интернет» и обеспечивающих доступ в электронную информационно-образовательную среду Университета