

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГОРЕНИЯ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 8 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>6 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 160,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>6 семестр - 1,5 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>6 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тахасюк А.В.
	Идентификатор	R4178de8d-TakhasiukAV-aab6407

(подпись)

А.В. Тахасюк

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rbd1b9495-KhomchenkoNV-644530

(подпись)

Н.В. Хомченко

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Освоении обучающимися теоретических знаний по основным разделам дисциплины, получении навыков их практического применения при решении прикладных задач, создания предпосылок успешного освоения специальных дисциплин и обеспечения всесторонней технической подготовки будущих специалистов

### Задачи дисциплины

- приобретение студентами знаний об основных законах химической термодинамики и кинетики горения, механизмах и условиях самовоспламенения, устойчивого и неустойчивого горения, процессах турбулентной диффузии и массопереноса при горении, методах подготовки и сжигания топлив, находящихся в разном фазовом состоянии;

- освоение методов расчёта характеристик смесей различных горючих веществ, составления балансов процесса горения любого вида топлива, технологических методов расчета процесса горения;

- формирование навыков владения экспериментальными и расчетными методами определения рабочих характеристик различных органических топлив и их смесей, понимания физико-химических механизмов образования различных окислов азота при горении органических топлив.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в теплотехнологических системах промышленных предприятий	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	знать: - особенности процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии.
ПК-3 Способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в теплотехнологических системах промышленных предприятий	ИД-3 <sub>ПК-3</sub> Принимает участие в разработке экозащитных мероприятий для топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	уметь: - рассчитывать основные характеристики и параметры процессов горения.
ПК-5 Способен участвовать в организации технического обеспечения и эксплуатации промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем	ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Соблюдает правила технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	знать: - классификацию процессов горения.  уметь: - рассчитывать материальные балансы процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоснабжение и теплотехническое оборудование (далее – ОПОП), направления подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основные теплотехнические характеристики органического топлива.	29.6	6	1.0	-	2	-	0.4	-	0.2	-	26	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Топливо"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Топливо"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 3-21 [2], стр. 5-35</p>	
1.1	Общие сведения о горении топлива.	14.8		0.5	-	1	-	0.2	-	0.1	-	13	-		
1.2	Виды топлива	14.8		0.5	-	1	-	0.2	-	0.1	-	13	-		
2	Использование закона действующих масс в равновесных расчётах.	17.9		1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	15.5	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Способы сжигания органического топлива"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Способы сжигания органического топлива"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 22-54 [2], стр. 49-89</p>
2.1	Составление математической модели расчёта равновесного состава продуктов горения топлива.	17.9		1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	15.5	-		
3	Температуры горения органического топлива	30.7		2	-	2	-	0.4	-	0.3	-	26	-		
3.1	Химическое равновесие реакций горения	15.4	1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	13	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Физико-химические основы реакции горения"</p>		
3.2	Кинетика химических	15.3	1	-	1	-	0.2	-	0.1	-	13	-			

	реакций горения												химические основы реакции горения" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 89-123 [2], стр. 179-254
4	Физико-химические основы горения газового, жидкого, твердого топлива	17.4	1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	15	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Процесс горения"
4.1	Материальный баланс процесса горения	17.4	1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	15	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Процесс горения" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 55-88 [2], стр. 111-176
5	Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях.	48.4	3	-	2.0	-	0.8	-	0.6	-	42	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Горение топлив и смесей"
5.1	Горение газовых смесей	15.4	1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	13	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Горение топлив и смесей"
5.2	Горение жидких топлив	17.0	1	-	0.5	-	0.3	-	0.2	-	15	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
5.3	Горение твердых топлив	16.0	1	-	0.5	-	0.3	-	0.2	-	14	-	[1], стр. 124-159 [2], стр. 256-303
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	180.0	8.0	-	8.0	-	2.0	-	1.5	0.3	124.5	35.7	
	Итого за семестр	180.0	8.0	-	8.0		2.0		1.5	0.3		160.2	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Основные теплотехнические характеристики органического топлива.

#### 1.1. Общие сведения о горении топлива.

Материальный баланс процесса горения топлива. Определение кол-ва продуктов сгорания. Классификация органического топлива. Элементарный состав и технические характеристики органического топлива.

#### 1.2. Виды топлива

Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо.

### 2. Использование закона действующих масс в равновесных расчётах.

2.1. Составление математической модели расчёта равновесного состава продуктов горения топлива.

Схемы организации сжигания твердых топлив. Факельное сжигание ВУТ. Сжигание в кипящем слое. Комбинированное сжигание.

### 3. Температуры горения органического топлива

#### 3.1. Химическое равновесие реакций горения

Химическое равновесие и закон действующих масс. Зависимость химических равновесий от температуры. Протекание и подвижность химических реакций. Влияние диссоциации на температуру горения.

#### 3.2. Кинетика химических реакций горения

Скорость химических реакций. Классификация химических реакций. Зависимость скорости реакции от температуры. Влияние давления на скорость реакции. Зависимость скорости реакции от состава смеси при постоянных температуре и давлении.

### 4. Физико-химические основы горения газового, жидкого, твердого топлива

#### 4.1. Материальный баланс процесса горения

Расход воздуха и продукты сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха. Основное уравнение горения. Уравнение неполного горения.

### 5. Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях.

#### 5.1. Горение газовых смесей

Распространение пламени. Определение кинетических констант горения. Условия устойчивой работы кинетических горелок. Турбулентное горение предварительно подготовленных смесей. Диффузионное горение газов.

#### 5.2. Горение жидких топлив

Основные особенности горения жидкого топлива. Горения капли жидкого топлива. Сжигание жидких топлив в факеле. Распыливания жидкого топлива. Конструкции мазутных форсунок.

#### 5.3. Горение твердых топлив

Основы кинетики горения углерода. Горение угольной пыли в факеле. Свойства угольной пыли.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Горение жидких топлив;
2. Горение газовых смесей;
3. Горение твердых топлив;
4. Кинетика химических реакций горения;
5. Сжигание твердого топлива;
6. Материальный баланс процесса горения;
7. Химическое равновесие реакций горения.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Топливо"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Способы сжигания органического топлива"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физико-химические основы реакции горения"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Процесс горения"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Горение топлив и смесей"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
особенности процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии	ИД-1ПК-3	+					Тестирование/Органическое топливо
классификацию процессов горения	ИД-2ПК-5				+		Тестирование/Процесс горения
<b>Уметь:</b>							
рассчитывать основные характеристики и параметры процессов горения	ИД-3ПК-3		+	+			Контрольная работа/Сжигание топлива Контрольная работа/Физические основы реакции горения
рассчитывать материальные балансы процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии	ИД-2ПК-5					+	Контрольная работа/Горение топлив и смесей

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**6 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Органическое топливо (Тестирование)
2. Процесс горения (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Горение топлив и смесей (Контрольная работа)
2. Сжигание топлива (Контрольная работа)
3. Физические основы реакции горения (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №6)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. В. Г. Сазонов- "Основы теории горения и взрыва", Издательство: "Альтаир|МГАВТ", Москва, 2012 - (169 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430048>;
2. Основы практической теории горения : учебное пособие для энергетических специальностей вузов / В. В. Померанцев, и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергоатомиздат, 1986 . – 312 с..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Основы теории горения

(название дисциплины)

## 6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Органическое топливо (Тестирование)  
 КМ-2 Сжигание топлива (Контрольная работа)  
 КМ-3 Физические основы реакции горения (Контрольная работа)  
 КМ-4 Процесс горения (Тестирование)  
 КМ-5 Горение топлив и смесей (Контрольная работа)

## Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	9	12	15
1	Основные теплотехнические характеристики органического топлива.						
1.1	Общие сведения о горении топлива.		+				
1.2	Виды топлива		+				
2	Использование закона действующих масс в равновесных расчётах.						
2.1	Составление математической модели расчёта равновесного состава продуктов горения топлива.			+	+		
3	Температуры горения органического топлива						
3.1	Химическое равновесие реакций горения			+	+		
3.2	Кинетика химических реакций горения			+	+		
4	Физико-химические основы горения газового, жидкого, твердого топлива						
4.1	Материальный баланс процесса горения					+	
5	Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях.						
5.1	Горение газовых смесей						+
5.2	Горение жидких топлив						+
5.3	Горение твердых топлив						+
Вес КМ, %:			15	20	20	15	30

