

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

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

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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 _{ПК-3} 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 _{ПК-3} 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 _{ПК-5} 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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Топливо"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Топливо"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Способы сжигания органического топлива"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Способы сжигания органического топлива"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> 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" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Процесс горения"
4.1	Материальный баланс процесса горения	17.4	1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	15	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Процесс горения" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Горение топлив и смесей"
5.1	Горение газовых смесей	15.4	1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	13	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Горение топлив и смесей"
5.2	Горение жидких топлив	17.0	1	-	0.5	-	0.3	-	0.2	-	15	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
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. Химическое равновесие реакций горения;
2. Горение твердых топлив;
3. Горение жидких топлив;
4. Горение газовых смесей;
5. Материальный баланс процесса горения;
6. Кинетика химических реакций горения;
7. Сжигание твердого топлива.

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	
Знать:							
особенности процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии	ИД-1ПК-3	+					Тестирование/Органическое топливо
классификацию процессов горения	ИД-2ПК-5				+		Тестирование/Процесс горения
Уметь:							
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
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

