

**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: Энергетика теплотехнологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ**


<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.09.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 48 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 97,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Реферат</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2018**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хорева П.В.
	Идентификатор	Rc614d282-KhorevaPV-1f28df5b

(подпись)


П.В. Хорева

(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	Бернадинер И.М.
	Идентификатор	Rb54b1d8f-BernadinerIM-8f498830

(подпись)


И.М.

Бернадинер

(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	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основ теплотехнологии энергоемких производств для последующего использования их в профессиональной деятельности

### Задачи дисциплины

- формирование знаний о теплотехнологических процессах при производстве продуктов в черной и цветной металлургии, химической промышленности и промышленности строительных материалов, других отраслях промышленного производства;
- формирование знаний о путях совершенствования энергоиспользования в действующих системах промышленного производства;
- формирование знаний о характеристиках основного оборудования при производстве продуктов в черной и цветной металлургии, химической промышленности и промышленности строительных материалов;
- формирование знаний о мероприятиях по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий.

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-2 способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	знать: - основные источники научно-технической информации по материалам в области энерго- и ресурсосбережения.  уметь: - составлять и анализировать материальные балансы теплотехнологических процессов, тепловые и энергетические балансы теплотехнологических установок и их элементов.
ПК-2 способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	знать: - законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.  уметь: - рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергетика теплотехнологии (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	Предмет и содержание курса. Основные определения и термины.	10	5	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Предмет и содержание курса. Основные определения и термины" и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Предмет и содержание курса. Основные определения и термины."</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Современные технологии получения стали. 2. Перспективные процессы жидкофазного восстановления железа из руд. 3. Использование теплоты конвертерных газов в системе производства стали. 4. Сырьевые материалы и их подготовка для производства меди. 5. Производство керамической плитки методом каменного литья с использованием шлака от сжигания твердых коммунальных</p>
1.1	Предмет и содержание курса. Основные определения и термины.	10		4	-	2	-	-	-	-	-	-	4	

														отходов. 6. Получение ячеистых стекломатериалов на основе стеклобоя и золошлаковых отходов. 7. Направления энергосбережения в теплотехнологической системе производства стекловолокна. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 10-19 [4], стр. 8-12
2	Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке	19	4	-	6	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке"	
2.1	Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке	19	4	-	6	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Современные технологии получения стали. 2. Перспективные процессы жидкофазного восстановления железа из руд. 3. Использование теплоты конвертерных газов в системе производства стали. 4. Сырьевые материалы и их подготовка для производства меди. 5. Производство керамической плитки	

													методом каменного литья с использованием шлака от сжигания твердых коммунальных отходов. 6. Получение ячеистых стекломатериалов на основе стеклобоя и золошлаковых отходов. 7. Направления энергосбережения в теплотехнологической системе производства стекловолокна. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 31-61
3	Теплотехнология производства чугуна	21	4	-	8	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теплотехнология производства чугуна"
3.1	Теплотехнология производства чугуна	21	4	-	8	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Теплотехнология производства чугуна и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехнология производства чугуна" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Современные технологии получения стали. 2. Перспективные процессы жидкофазного восстановления железа из руд. 3. Использование теплоты конвертерных газов в системе производства стали. 4. Сырьевые материалы и их подготовка для производства меди. 5. Производство керамической плитки методом каменного литья с использованием шлака от сжигания твердых коммунальных

													отходов. 6. Получение ячеистых стекломатериалов на основе стеклобоя и золошлаковых отходов. 7. Направления энергосбережения в теплотехнологической системе производства стекловолокна. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], ч.2, гл. 1-6 [2], стр. 30-36 [4], стр. 76-81
4	Теплотехнология получения стали	19	4	-	6	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу
4.1	Теплотехнология получения стали	19	4	-	6	-	-	-	-	-	9	-	Теплотехнология получения стали и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехнология получения стали" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теплотехнология получения стали" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Современные технологии получения стали. 2. Перспективные процессы жидкофазного восстановления железа из руд. 3. Использование теплоты конвертерных газов в системе производства стали. 4. Сырьевые материалы и их подготовка для производства меди. 5. Производство керамической плитки методом каменного литья с использованием шлака от сжигания твердых коммунальных



													отходов. 6. Получение ячеистых стекломатериалов на основе стеклобоя и золошлаковых отходов. 7. Направления энергосбережения в теплотехнологической системе производства стекловолокна. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 191-206, 250-260, 274-285, 302
5	Теплотехнология получения меди	21	4	-	8	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Современные технологии получения стали. 2. Перспективные процессы жидкофазного восстановления железа из руд. 3. Использование теплоты конвертерных газов в системе производства стали. 4. Сырьевые материалы и их подготовка для производства меди. 5. Производство керамической плитки методом каменного литья с использованием шлака от сжигания твердых коммунальных отходов. 6. Получение ячеистых стекломатериалов на основе стеклобоя и золошлаковых отходов. 7. Направления энергосбережения в теплотехнологической системе производства стекловолокна.
5.1	Теплотехнология получения меди	21	4	-	8	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехнология получения меди" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Теплотехнология получения меди и подготовка к контрольной работе

														<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теплотехнология получения меди" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], гл. 7</p>
6	Теплотехнология переработки серосодержащих газов	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-		<p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Современные технологии получения стали. 2. Перспективные процессы жидкофазного восстановления железа из руд. 3. Использование теплоты конвертерных газов в системе производства стали. 4. Сырьевые материалы и их подготовка для производства меди. 5. Производство керамической плитки методом каменного литья с использованием шлака от сжигания твердых коммунальных отходов. 6. Получение ячеистых стекломатериалов на основе стеклобоя и золошлаковых отходов. 7. Направления энергосбережения в теплотехнологической системе производства стекловолокна.</p>
6.1	Теплотехнология переработки серосодержащих газов	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехнология переработки серосодержащих газов" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теплотехнология переработки серосодержащих газов" <b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b></p>

														Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: 1. Современные технологии получения стали. 2. Перспективные процессы жидкофазного восстановления железа из руд. 3. Использование теплоты конвертерных газов в системе производства стали. 4. Сырьевые материалы и их подготовка для производства меди. 5. Производство керамической плитки методом каменного литья с использованием шлака от сжигания твердых коммунальных отходов. 6. Получение ячеистых стекломатериалов на основе стеклобоя и золошлаковых отходов. 7. Направления энергосбережения в теплотехнологической системе производства стекловолокна. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 17-29
7	Теплотехнология производства цемента	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Современные технологии получения стали. 2. Перспективные процессы жидкофазного восстановления железа из руд. 3. Использование теплоты конвертерных газов в системе производства стали. 4. Сырьевые	
7.1	Теплотехнология производства цемента	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-		

														<p>материалы и их подготовка для производства меди. 5. Производство керамической плитки методом каменного литья с использованием шлака от сжигания твердых коммунальных отходов. 6. Получение ячеистых стекломатериалов на основе стеклобоя и золошлаковых отходов. 7. Направления энергосбережения в теплотехнологической системе производства стекловолокна.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехнология производства цемента"</p> <p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: 1. Современные технологии получения стали. 2. Перспективные процессы жидкофазного восстановления железа из руд. 3. Использование теплоты конвертерных газов в системе производства стали. 4. Сырьевые материалы и их подготовка для производства меди. 5. Производство керамической плитки методом каменного литья с использованием шлака от сжигания твердых коммунальных отходов. 6. Получение ячеистых стекломатериалов на основе стеклобоя и золошлаковых отходов. 7. Направления энергосбережения в теплотехнологической системе производства стекловолокна.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теплотехнология производства цемента"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных</u></b></p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

													<u>источников:</u> [6], гл. 2,3
8	Теплотехнология стекловарения	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теплотехнология стекловарения"
8.1	Теплотехнология стекловарения	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехнология стекловарения" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], гл. 1,4,5
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	-	48	-	2	-	-	0.5	64	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	-	48		2		-	0.5		97.5	

**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. Предмет и содержание курса. Основные определения и термины.

#### 1.1. Предмет и содержание курса. Основные определения и термины.

Масштабы производства основных продуктов и потребления энергии в высокотемпературной теплотехнологии. Энергоемкие отрасли промышленности. Теплотехнология, промышленное производство, высокотемпературные теплотехнологические процессы. Характеристика отдельных звеньев технологической линии, выделение звеньев высокотемпературной и низкотемпературной переработки технологического материала. Классификация высокотемпературных теплотехнологий по отраслям промышленности, по содержанию технологических превращений и лимитирующей стадии технологического процесса. Схема и классификация процессов черной металлургии. Состав металлургического завода с полным производственным циклом.

### 2. Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке

#### 2.1. Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке

Железные руды и флюсы. Обогащение. Шихта для агломерации. Процесс спекания. Агломерация. Свойства агломерата. Производство окатышей. Металлизированные окатыши. Схема коксохимического производства. Продукты коксохимического производства. Кокс, коксовый газ. Использование теплоты продуктов. Побочные продукты переработки коксового газа..

### 3. Теплотехнология производства чугуна

#### 3.1. Теплотехнология производства чугуна

Схема доменного производства. Восстановление железа (основные химические реакции). Термодинамика восстановления водородом, окисью углерода и углеродом. Особенности прямого и косвенного восстановления. Расходы восстановителей. Доменные физико-химические процессы. Образование чугуна и его состав. Образование шлака и его свойства. Дутье. Виды, состав и назначение доменных чугунов. Доменный шлак. Доменный (колошниковый) газ. Теплотехнологическое оборудование. Воздухонагреватели и нагрев дутья. Очистка доменного газа. Газовые утилизационные бескомпрессорные турбины. Выпуск чугуна. Выпуск и уборка шлака, припечная грануляция, использование гранулированного шлака. Материальный и тепловой балансы плавки. Способы внедоменного (бескоксового) получения железа. Получение восстановительных газов. Примеры установок твердофазного и жидкофазного восстановления.

### 4. Теплотехнология получения стали

#### 4.1. Теплотехнология получения стали

Физико-химические основы процессов получения стали. Материальный баланс и кинетика процессов. Лимитирующие факторы и способы интенсификации процессов. Шихта для производства стали. Конвертерные процессы. Устройство кислородных конвертеров для верхней продувки. Кислородная фурма. Охлаждение, очистка и использование конверторных газов. Стационарные миксеры и миксерные ковшы. Мартеновское производство и выплавка стали в двухванных печах. Новые энергосберегающие процессы. Электросталеплавильное производство. Разливка стали в изложницы. Непрерывная разливка стали. Нагревательные колодцы и методические печи.

### 5. Теплотехнология получения меди

### 5.1. Теплотехнология получения меди

Основные минералы в медесодержащих рудах. Химический и минералогический состав руд. Физико-химические основы переработки сульфидных медесодержащих руд. Термодинамика, кинетика и механизм окисления сульфидов. Структура теплотехнологического комплекса. Материальные и тепловые балансы и теплотехнологическое оборудование стадий обжига, штейнообразования, конвертирования, огневого рафинирования. Окислительный и восстановительный период огневого рафинирования. Электролитическое рафинирование меди. Автогенные процессы. Взвешенная плавка и плавка в расплаве. Кивцэтная плавка. Процессы «Норанда» (Канада) и «Мицубиси» (Япония). Характеристики основного технологического оборудования. Восстановительные процессы в цветной металлургии. Фьюмингование, вельцевание и электротермическая переработка шлаков. Способы получения восстановительной среды, особенности материального баланса.

## 6. Теплотехнология переработки серосодержащих газов

### 6.1. Теплотехнология переработки серосодержащих газов

Физико-химические основы обжига колчедана. Основные стадии контактного метода производства серной кислоты. Туманообразные примеси и осушка газа. Схема очистного отделения. Основы процесса окисления сернистого ангидрида на катализаторах. Контактные аппараты. Основы процесса абсорбции серного ангидрида. Схема и аппаратура абсорбционного отделения. Метановый способ получения серы из отходящих газов металлургических производств. Переработка отходящих газов с получением элементарной серы на опытно-промышленной установке. Схема процесса получения серы при восстановлении отходящих газов печей взвешенной плавки природным газом. Технологическая схема получения серы из газов ПЖВ. Охлаждение технологических газов. Каталитическая конверсия. Технология переработки запыленных сернистых газов. Развитие серноокислотных систем по утилизации газов автогенных процессов.

## 7. Теплотехнология производства цемента

### 7.1. Теплотехнология производства цемента

Состав, свойства и характеристика портландцементного клинкера. Модули клинкера и коэффициент насыщения. Методы расчета сырьевой смеси. Способы производства портландцемента. Технология подготовки сырьевой смеси. Обжиг сырьевой смеси и получение клинкера. Химизм и кинетика технологических превращений. Процессы клинкерообразования и тепловые эффекты. Технологические зоны и соответствующий им температурный уровень. Материальный и тепловой баланс процессов. Вращающиеся печи мокрого и сухого способов производства. Пути интенсификации процессов обжига.

## 8. Теплотехнология стекловарения

### 8.1. Теплотехнология стекловарения

Сырьевые материалы и их подготовка для производства стекла. Приготовление стекольной шихты. Основы расчета состава шихты. Химизм и кинетика технологических превращений, лимитирующие стадии. Силикатообразование. Стеклообразование. Осветление. Гомогенизация и студка стекломассы. Технология варки стекла. Пламенные ванны печи непрерывного действия. Теплообменные процессы. Энергосберегающие мероприятия.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Основные определения и термины. Подходы к анализу теплотехнологических объектов;
2. Расчетный анализ структуры материальных потоков доменного процесса. Расчет шихты, шлака и чугуна;
3. Расчетный анализ процессов шлакообразования в доменной печи. Определение количества и состава шлака доменной плавки;
4. Алгоритмы определения составов и расходов газовых потоков в доменной печи. Расчет составов и расходов дутья и колошниковога газа;
5. Структура теплового баланса доменной печи. Расчет теплового баланса процесса получения чугуна;
6. Структура материальных потоков в теплотехнологическом комплексе производства меди. Алгоритм определения условий автогенной плавки медного концентрата;
7. Расчет сырьевой смеси для получения цементного клинкера по КН и модулям без учета золы топлива. Алгоритм решения задач посредством Mathcad;
8. Расчет состава шихты для производства стекла. Алгоритм решения задачи посредством Mathcad.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплотехнология получения меди"  
Текущий контроль (ТК)
1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Предмет и содержание курса. Основные определения и термины."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теплотехнология производства чугуна"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теплотехнология получения стали"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теплотехнология получения меди"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теплотехнология переработки серосодержащих газов"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теплотехнология производства цемента"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теплотехнология стекловарения"

### 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	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
основные источники научно-технической информации по материалам в области энерго- и ресурсосбережения	ИД-1ПК-2	+									Реферат/КМ-1. Оценка хода работы над рефератами (подбор источников информации)
законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	ИД-2ПК-2		+	+	+	+			+	+	Реферат/КМ-2. Оценка хода работы над рефератами Реферат/КМ-4. Оценка хода работы над рефератами
<b>Уметь:</b>											
составлять и анализировать материальные балансы теплотехнологических процессов, тепловые и энергетические балансы теплотехнологических установок и их элементов	ИД-1ПК-2		+	+	+						Контрольная работа/КМ-3. Контрольная работа по теме «Черная металлургия»
рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок	ИД-2ПК-2					+	+				Контрольная работа/КМ-5. Контрольная работа по теме «Производство меди»

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

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

###### **5 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-2. Оценка хода работы над рефератами (Реферат)
2. КМ-4. Оценка хода работы над рефератами (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-3. Контрольная работа по теме «Черная металлургия» (Контрольная работа)
2. КМ-5. Контрольная работа по теме «Производство меди» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. КМ-1. Оценка хода работы над рефератами (подбор источников информации) (Реферат)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

###### Экзамен (Семестр №5)

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

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

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

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

1. Воскобойников, В. Г. Общая металлургия : Учебник для вузов по направлению "Металлургия" / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев . – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1998 . – 768 с. - ISBN 5-229-01148-3 : 78.00 .;
2. Юсфин, Ю. С. Новые процессы получения металла (металлургия железа) : Учебник для вузов по направлению "Металлургия", и специальности "Металлургия черных металлов" / Ю. С. Юсфин, Н. Ф. Гиммельфарб, Н. Ф. Пашков . – М. : Металлургия, 1994 . – 320 с. : 4000.00 .;
3. Уткин, Н. И. Производство цветных металлов / Н. И. Уткин . – М. : Интермет Инжиниринг, 2000 . – 442 с. - ISBN 5-89594-030-7 : 75.00 .;
4. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки : Учебник для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / Ред. А. Д. Ключников . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 336 с.;
5. Т. В. Левенец, А. В. Горбунова, Т. А. Ткачева- "Основы химических производств", Издательство: "Оренбургский государственный университет", Оренбург, 2015 - (122 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439228>;
6. В. С. Колокольников- "Производство цемента", Издательство: "Высшая школа", Москва, 1967 - (301 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235375>;
7. "Справочник по производству стекла", Издательство: "Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам", Москва, 1963 - (820

с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222300>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. MathCad;
5. Майнд Видеоконференции;
6. Антиплагиат ВУЗ.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы теплотехнологии и энергоемких производств

(название дисциплины)

#### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 КМ-1. Оценка хода работы над рефератами (подбор источников информации) (Реферат)  
 КМ-2 КМ-2. Оценка хода работы над рефератами (Реферат)  
 КМ-3 КМ-3. Контрольная работа по теме «Черная металлургия» (Контрольная работа)  
 КМ-4 КМ-4. Оценка хода работы над рефератами (Реферат)  
 КМ-5 КМ-5. Контрольная работа по теме «Производство меди» (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	7	11	13	15
1	Предмет и содержание курса. Основные определения и термины.						
1.1	Предмет и содержание курса. Основные определения и термины.		+				
2	Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке						
2.1	Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке			+	+	+	
3	Теплотехнология производства чугуна						
3.1	Теплотехнология производства чугуна			+	+	+	
4	Теплотехнология получения стали						
4.1	Теплотехнология получения стали			+	+	+	
5	Теплотехнология получения меди						
5.1	Теплотехнология получения меди			+		+	+
6	Теплотехнология переработки серосодержащих газов						
6.1	Теплотехнология переработки серосодержащих газов						+
7	Теплотехнология производства цемента						
7.1	Теплотехнология производства цемента			+		+	

8	Теплотехнология стекловарения					
8.1	Теплотехнология стекловарения		+		+	
Вес КМ, %:		10	20	20	20	30