

**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

**Оценочные материалы
по дисциплине
Основы теплотехнологии и энергоемких производств**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

(подпись)

В.О. Киндра

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

ИД-1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению

топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

ИД-2 Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	3	7	11	13	15
Предмет и содержание курса. Основные определения и термины.						
Предмет и содержание курса. Основные определения и термины.	+					
Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке						
Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке		+	+	+		
Теплотехнология производства чугуна						
Теплотехнология производства чугуна		+	+	+		

Теплотехнология получения стали					
Теплотехнология получения стали		+	+	+	
Теплотехнология получения меди					
Теплотехнология получения меди		+		+	+
Теплотехнология переработки серосодержащих газов					
Теплотехнология переработки серосодержащих газов					+
Теплотехнология производства цемента					
Теплотехнология производства цемента		+		+	
Теплотехнология стекловарения					
Теплотехнология стекловарения		+		+	
Вес КМ:	10	20	20	20	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению топливopotребляющих 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	КМ-1. Оценка хода работы над рефератами (подбор источников информации) (Реферат) КМ-3. Контрольная работа по теме «Черная металлургия» (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-2 _{ПК-2} Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливopotребляющих 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:	КМ-2. Оценка хода работы над рефератами (Реферат) КМ-4. Оценка хода работы над рефератами (Реферат) КМ-5. Контрольная работа по теме «Производство меди» (Контрольная работа)

		рассчитывать и анализировать процессы теплопереноса в элементах теплотехнологических установок	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

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

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент самостоятельно выбирает тему реферата. Во время проведения КМ-1 студент показывает преподавателю подобранные источники информации (литературные, интернет-ресурсы) по теме реферата, намечает план работы и исследований. На проведение КМ-1 отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Подобрать и показать преподавателю источники информации (литературные, интернет-ресурсы) по выбранной студентом теме реферата

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные источники научно-технической информации по материалам в области энерго- и ресурсосбережения	1. Знать основные определения и термины по выбранной тематике реферата.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если тема задания раскрыта, выбрано верное направление для выполнения реферата.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. КМ-2. Оценка хода работы над рефератами

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Во время проведения КМ-2 студент показывает преподавателю подобранные источники информации (литературные, интернет-ресурсы) по теме реферата, найденные литературные материалы в процессе исследований по теме реферата. На проведение КМ-2 отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Показать преподавателю найденные литературные материалы в процессе исследований по теме реферата.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	1.Знать технологические схемы переработки железных руд, процессы получения меди и стали.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если тема задания раскрыта, выбрано верное направление для выполнения реферата.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. КМ-3. Контрольная работа по теме «Черная металлургия»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает билет с номером (вариантом) индивидуального задания, содержащий десять вопросов, и отвечает на них письменно. По завершении КМ студент сдает преподавателю свои письменные ответы на вопросы билета. На проведение КМ-3 отводится 1 практическое занятие.

Краткое содержание задания:

Письменно ответить на вопросы, представленные в билете. Возможные вопросы:

1. Что такое прямая флотация, обратная флотация?
2. Перечислите тепловые потоки в расходной части теплового баланса доменной печи.
3. На чем основаны способы обогащения железных руд?
4. Перечислите компоненты агломерационной шихты (в производстве чугуна)

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: составлять и анализировать материальные балансы теплотехнологических процессов, тепловые и энергетические балансы теплотехнологических установок и их элементов	1. Уметь определять виды доменных чугунов. 2. Перечислите компоненты доменного газа 3. Уметь различать варианты разлива стали
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если ответы на вопросы представлены в полном объеме

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. КМ-4. Оценка хода работы над рефератами

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Во время проведения КМ-4 студент показывает преподавателю найденные и оформленные литературные материалы в процессе исследований по теме реферата, а также оформленную презентацию для защиты реферата. На проведение КМ-4 отводится 1 практическое занятие.

Краткое содержание задания:

Представить оформленный реферат по выбранной теме. Показать преподавателю оформленную презентацию для защиты реферата.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	1. Укажите основные способы производства цемента 2. Укажите современные технологии получения стали
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме, реферат оформлен, презентация готова.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если реферат практически оформлен, презентация практически готова, но требуются незначительные правки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если реферат преимущественно оформлен, презентация преимущественно готова, но требуются значительные правки.

КМ-5. КМ-5. Контрольная работа по теме «Производство меди»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает билет с номером (вариантом) индивидуального задания, содержащий 5 задач, и отвечает на них письменно. По завершении КМ студент сдает преподавателю свои письменные ответы на вопросы и задачи билета. На проведение КМ-5 отводится 1 практическое занятие.

Краткое содержание задания:

ВАРИАНТ 1

Исходные данные
1. Химический состав концентрата

Cu ^k	Fe ^k	S ^k	Zn ^k	Pb ^k	SiO ₂ ^k	CaO ^k	проч.
15,79	31,19	30,43	5,70	5,89	6,00	3,00	2,00

2. Перечень сульфидных материалов в составе концентрата:
CuFeS₂, CuFeS₃, FeS₂, ZnS, PbS

3. Дополнительное условие: 47% Cu – в минерале CuFeS₂; $k_{Cu}^{CuFeS_2} = 0,47$.

4. Концентрация меди в штейне Cu^{шт} = 40%.

5. Перечень химических реакций
Основные реакции технологического процесса

Реакции диссоциации высших сульфидов:
 $2CuFeS_2 \rightarrow Cu_2S + 2FeS + S - 78000$;
 $FeS_2 \rightarrow FeS + S - 52100$;
 $2CuFeS_3 \rightarrow Cu_2S + 4FeS + S - 78000$;
 $FeS_3 \rightarrow 7FeS + S - 52100$;
 $2Cu_2FeS_3 \rightarrow 3Cu_2S + 2FeS + S - 82800$;

Реакции окисления:
 $2FeS + 3O_2 + SiO_2 \rightarrow (FeO)_2SiO_2 + 2SO_2 + 966000$;
 $3FeS + 5O_2 \rightarrow Fe_3O_4 + 3SO_2 + 1725100$;
 $Cu_2S + O_2 \rightarrow 2Cu + SO_2 + 217400$;
 $2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2 + 443000$;
 $2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2 + 422000$;
 $S + O_2 \rightarrow SO_2 + 297300$;
 $CaO + SiO_2 \rightarrow CaO \cdot SiO_2 + 90083$;

Тепловые эффекты реакций даны в кДж/золь.

Задачи
 Задача 1. Определение минералогического состава концентрата
 Задача 2. Определение удельного выхода и состава штейна
 Задача 3. Определение удельного выхода и состава шлака (при получении штейна)
 Задача 4. Определение удельного расхода кислорода на процесс окисления
 Задача 5. Определение удельного выхода диоксида серы

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок	1. Уметь определять удельные выходы и составы штейна и шлака, а также удельный расход кислорода на процесс окисления.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно, студент приступил к решению всех пяти задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство задач решено верно, студент приступил к решению трех задач, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если студент приступил к решению хотя бы двух задач, выбрано верное направление для решения задач

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1		Утверждено Зав. кафедрой
	Кафедра	ЭВТ	
	Дисциплина	Основы рудотехнологии энергетических производств	
	Институт	ИЭВТ	
<p>1. Технологическая схема переработки железных руд.</p> <p>2. Основные химические реакции в системе производства меди.</p> <p>3. <u>Практическое задание.</u> Определить часовой выход фаялита $(FeO)_2SiO_2$, перешедшего в шлак при полном окислении сульфида железа в окислительном реакторе, производительностью 8 т/ч. Шихта имеет в своем составе 40% $CuFeS_2$, 20% FeS_2.</p>			

Процедура проведения

Студенту выдаётся билет. Выделяется время на подготовку, в ходе которой студент может письменно подготовить ответы на вопросы. По готовности билет и ответы, подготовленные в письменном виде, передаются преподавателю. Преподаватель задаёт уточняющие вопросы, проводится беседа по материалам курса, после которых ставится оценка.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

1. Технологическая схема переработки железных руд. Состав металлургического завода с полным производственным циклом
2. Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке
3. Физико-химические основы процессов получения стали. Конвертерные процессы в теплотехнологи производства стали. Устройство кислородных конвертеров с верхней продувкой.
4. Стадии конвертерной плавки стали. Выплавка стали в мартеновских и электрических печах. Характеристики и особенности.
5. Разливка стали в изложницы. Непрерывная разливка стали: технология и оборудование. Нагревательные колодцы и методические печи.
6. Структура теплотехнологического комплекса производства меди. Обогащение сульфидных медных руд.
7. Сушилки для медного концентрата. Виды обжига в цветной металлургии.
8. Виды рудных плавок в цветной металлургии. Виды рафинировочных плавок в цветной металлургии.
9. Окислительный обжиг сульфидных концентратов в кипящем слое. Плавка на штейн в отражательной печи. Основные реакции.
10. Два периода конвертирования медных штейнов. Химизм. Оборудование для конвертирования медных штейнов.

11. Огневое рафинирование черновой меди. Цель и технология. Оборудование. Электролитическое рафинирование меди.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое гидрофильные и гидрофобные минералы? Как эти свойства минералов используются для обогащения руд?

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос

Верный ответ: Гидрофобные минералы – не смачиваются водой, они прилипают к пузырькам воздуха и поднимаются или, как говорят, всплывают и флотируют на поверхности, образуя минерализованную пену. Гидрофильные минералы – смачиваются водой, не прилипают к воздушному пузырьку и остаются в пульпе. Эти свойства (различия поверхностных свойств) используются при флотации.

2. Перечислите способы обогащения железных руд

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос

Верный ответ: - промывка, - гравитационное обогащение, - магнитное обогащение, - флотация

3. Какие технологическое оборудование применяется для выплавки стали?

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос

Верный ответ: Кислородный конвертер – 80% Мартеновская печь – 10% Электродпечь – 10%

4. В какой зоне УНРС вода непосредственно контактирует со сталью?

Ответы:

- 1) в зоне первичного охлаждения
- 2) в зоне вторичного охлаждения

Верный ответ: в зоне вторичного охлаждения

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-2} Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

1. Агломерат, его свойства и состав. Производство агломерата.
2. Схема коксохимического производства. Продукты, состав и свойства. Схема доменного производства.
3. Восстановление железа (основные химические реакции). Термодинамика восстановления водородом, окисью углерода и углеродом.
4. Особенности прямого и косвенного восстановления. Расходы восстановителей.
5. Доменные физико-химические процессы. Образование чугуна и его состав.
6. Образование шлака и его свойства. Доменный (колошниковый) газ. Дутье для доменной печи. Воздухонагреватели и нагрев дутья. Припечная грануляция доменного шлака.
7. Способы внедоменного (бескоксового) получения железа. Схемы установок твердофазного и жидкофазного восстановления.

8. Сырьевые материалы и их подготовка для производства стекла. Основные стадии стекловаренного процесса
9. Топливные стекловаренные ванны непрерывного действия: конструктивные схемы.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Перечислите тепловые потоки в расходной части теплового баланса доменной печи.

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос

Верный ответ: $Q_{допс}$ – теплота на диссоциацию оксидов и перевод серы в шлак; $Q_{рвпд}$ – теплота на разложение водяных паров дутья; $Q_{ивш}$ – теплота на испарение влаги шихты; $Q_{уч}$ – теплота, уносимая чугуном; $Q_{ушл}$ – теплота, уносимая шлаком; $Q_{уткгвпш}$ – теплота, уносимая колошниковым газом, водяным паром и пылью; $Q_{пот}$ – потери теплоты, определяемые как разность между приходом и расходом теплоты.

2. Что такое холодная прочность агломерата, горячая прочность агломерата?

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос

Верный ответ: Под холодной прочностью подразумевают прочность, препятствующую разрушению агломерата при его транспортировке и загрузке в печь, под горячей – прочность, препятствующую разрушению под воздействием давления столба шихты в печи при высоких температурах.

3. Перечислите термомеханические свойства кокса, важные для доменного процесса.

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос

Верный ответ: 1) прочность, 2) термостойкость (способность не растрескиваться), 3) способность не спекаться. Основные свойства, которыми должен обладать кокс: - высокая прочность - малое содержание золы - неспекаемость - определенный размер кусков - малое содержание вредных примесей - серы и фосфора - малое и постоянное содержание влаги - высокая пористость

4. Перечислите функции кокса в доменном процессе.

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос

Верный ответ: - Выделение теплоты - Образование газа-восстановителя CO (для косвенного восстановления) - Участие C в прямом восстановлении - Обеспечение газопроницаемости слоя в домне

5. Перечислите компоненты агломерационной шихты (в производстве чугуна)

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос

Верный ответ: - железосодержащие материалы (рудный концентрат, руда, колошниковая пыль); - возврат (отсеянная мелочь ранее произведенного агломерата); - топливо (коксовая мелочь); - влага, вводимая для окомкования шихты; - известняк, вводимый для получения офлюсованного агломерата.

6. Что такое агломерация?

Ответы:

Дать определение понятия

Верный ответ: Это процесс окускования мелких руд, концентратов и колошниковой пыли спеканием в результате сжигания топлива в слое спекаемого материала

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом неприципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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