

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехнологические установки и системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Электротехнологические установки дугового нагрева и специальных
видов нагрева**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Нехамин С.М.
	Идентификатор	Rd64b2150-NekhaminSM-a909e7a

(подпись)

С.М.

Нехамин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов А.О.
	Идентификатор	Rc98b17a6-KuleshovAO-26442bbc

(подпись)

А.О.

Кулешов

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

(подпись)

С.А. Цырук

(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-5 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности

ИД-1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений

ИД-2 Обосновывает выбор целесообразного решения

ИД-4 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

2. ПК-6 Способен участвовать в разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем автоматического управления объектами профессиональной деятельности

ИД-1 Демонстрирует умение выполнять предпроектный анализ объекта управления, для которого разрабатывается проект системы автоматического управления

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Дуговые печи (Тестирование)

2. Рудотермические печи (Проверочная работа)

3. Специальные виды нагрева (Проверочная работа)

4. Физические основы дугового нагрева (Тестирование)

БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	7	10	13
Физические основы дугового нагрева					
Физические основы дугового нагрева		+			
Дуговые печи					
Дуговые печи			+	+	+
Рудотермические печи					
Рудотермические печи			+	+	+

Специальные виды нагрева				
Специальные виды нагрева		+	+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$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-5	ИД-1 _{ПК-5} Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений	Знать: основные закономерности распределения мощности при дуговом нагреве признаки классификации, принципы работы, технологические возможности и сферы использования установок дугового и специального нагрева Уметь: использовать метод материального и энергетического баланса для анализа вариантов исполнения дуговых и специальных нагревательных установок, определения их основных конструктивных признаков и технологических возможностей	Физические основы дугового нагрева (Тестирование) Рудотермические печи (Проверочная работа) Специальные виды нагрева (Проверочная работа)
ПК-5	ИД-2 _{ПК-5} Обосновывает выбор целесообразного	Знать: энергетические и	Физические основы дугового нагрева (Тестирование) Дуговые печи (Тестирование)

	решения	регулируемые характеристики дуговых печей и их источников питания физические основы дугового нагрева Уметь: строить рабочие характеристики дуговых печей использовать инженерные методики и программные средства расчета и моделирования установок дугового и специальных видов нагрева обоснованно выбирать тип печи и источника питания	Рудотермические печи (Проверочная работа) Специальные виды нагрева (Проверочная работа)
ПК-5	ИД-4 _{ПК-5} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Знать: энергетическая структура и основные эксплуатационные характеристики дуговых и специальных нагревательных установок различного типа Уметь: выбрать тип и основные параметры дуговой установки, исходя из назначения и требуемой производительности	Дуговые печи (Тестирование) Рудотермические печи (Проверочная работа)
ПК-6	ИД-1 _{ПК-6} Демонстрирует	Знать:	Дуговые печи (Тестирование)

	умение выполнять предпроектный анализ объекта управления, для которого разрабатывается проект системы автоматического управления	особенности технологического развития производственных комплексов с учетом технологий четвертой промышленной революции принципы управления дуговыми и специальными нагревательными установками Уметь: определять влияние структуры системы автоматического управления на эксплуатационные характеристики объекта использовать методы математического моделирования для определения параметров автоматического управления установками дугового и специальных видов нагрева	Специальные виды нагрева (Проверочная работа)
--	---	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Физические основы дугового нагрева

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменно. Обмен файлами.
Выбрать правильный ответ на вопрос.

Краткое содержание задания:

1) Вопрос: Какую физическую величину определяют с помощью уравнения Саха?

(Правильный ответ отметить знаком «+»)

Температуру	1	
Давление	2	
Заряд электрона	3	
Степень ионизации	4	
Период полураспада	5	

2) Вопрос: Как изменяется степень ионизации вещества с ростом температуры?

(Правильный ответ отметить знаком «+»)

Ни как не изменяется	1	
Растет	2	
Снижается	3	
Изменяется скачками	4	
Изменяется по синусоиде	5	

3) Вопрос: электрический разряд называют самостоятельным если...

(отметить знаком «+» правильный вариант продолжения предложения)

при его возникновении возникает тепловое излучение	1	
для его поддержания требуется только, что бы напряжение между электродами не снижалось ниже напряжения зажигания	2	
для его поддержания требуется только подогревать катод	3	
вольт-амперная характеристика имеет падающий характер	4	
для его поддержания требуется, чтобы расход инертного газа был не ниже критического значения	5	

4) Задание: отметить знаком «+» варианты продолжения предложения, которые не содержат неверных утверждений:

К печам косвенного дугового нагрева относятся электропечи, в которых:

преобладающая часть энергии выделяется дуге	1	
полезной частью энергии является та, которая выделяется в столбе дуги,	2	
одним из электродов является перерабатываемый материал	3	
столб дуги не изогнут в разрядном промежутке	4	
значительная часть энергии выделяется непосредственно в перерабатываемом материале за счет бомбардировки заряженными частицами	5	

Контрольные вопросы/задания:

Знать: признаки классификации, принципы работы, технологические возможности и сферы использования установок дугового и специального нагрева	1. Технологические особенности работы ДППТ. 2. Укажите виды ионизации частиц в дуге.
Знать: физические основы дугового нагрева	1. Назвать состав электрооборудования руднотермической печи (РТП) переменного тока. 2. К печам прямого дугового нагрева относятся электропечи, в которых?

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**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 60**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено***КМ-2. Дуговые печи****Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменно. Обмен файлами. Выбрать правильный ответ на вопрос.**Краткое содержание задания:**

1) Вопрос: Укажите назначение дуговых сталеплавильных печей.

(Правильный ответ отметить знаком «+»справа от номеров ответов)

Восстановление металла из руды	1		
Получение высококачественной стали	2		
Получения чугуна	3		
Переплавка металлолома	4		
Рафинирования стали от вредных примесей	5		

2) Вопрос: Почему установки продольной компенсации УПК реактивной мощности не используются для дуговых сталеплавильных печей?

(Правильный ответ отметить знаком «+»справа от номеров ответов)

Из-за того, что конденсаторы негде разместить в цехе рядом с дуговой печью	1		
Из-за опасности короткого замыкания в короткой сети	2		
Из-за опасности возникновения феррорезонанса	3		
Так как высокочастотные гармоники тока могут повредить конденсаторы	4		
Последовательно с дугой специально включают индуктивность для повышения устойчивости дуги, а последовательное включение конденсатора ухудшит ее	5		

Примечание: Может быть не единственный правильный ответ на поставленный вопрос.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: энергетические и регулировочные характеристики дуговых печей и их источников питания	1. Укажите основные элементы конструкции дуговой сталеплавильной печи
Знать: энергетическая структура и основные эксплуатационные характеристики дуговых и специальных нагревательных установок различного типа	1. Назовите общие отличительные особенности графиков рабочих характеристик дуговых сталеплавильных печей постоянного тока, по сравнению с печами, работающими на токе промышленной частоты?
Знать: особенности технологического развития производственных комплексов с учетом технологий четвертой промышленной революции	1. Укажите признаки по которым классифицируют дуговые сталеплавильные печи?
Уметь: выбрать тип и основные параметры дуговой установки, исходя из назначения и требуемой производительности	1. Если для цепи с дугой известно значение γ , то как определить $\cos(\phi)$?
Уметь: использовать методы математического моделирования для определения параметров автоматического управления установками дугового и специальных видов нагрева	1. Как определить параметры однофазной цепи с дугой методом КЗ?
Уметь: определять влияние структуры системы автоматического управления на эксплуатационные характеристики объекта	1. Почему длительность пауз тока в однофазной цепи с дугой зависит от соотношения напряжения на дуге и амплитудного значения напряжения источника питания?

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

КМ-3. Рудотермические печи

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменно. Обмен файлами.
Выбрать правильный ответ на вопрос.

Краткое содержание задания:

1) Вопрос: Укажите назначение рудотермических печей.

(Правильный ответ отметить знаком «+» справа от номеров ответов)

Получение высококачественной стали	1		
Восстановление металла из руды	2		
Получения некоторых химических веществ	3		
Отделения пустой породы от целевого продукта	4		
Рафинирования сплавов от вредных примесей	5		

2) Вопрос: Чем отличается установка продольной компенсации УПК от установки поперечной емкостной компенсации ПЕК реактивной мощности рудотермических печей?

(Правильный ответ отметить знаком «+» справа от номеров ответов)

Тем как располагают конденсаторы: вдоль или поперек цеха	1		
УПК компенсирует потери энергии, а ПЕК - нет	2		
В УПК конденсаторы включены последовательно, в ПЕК параллельно с активно-индуктивной нагрузкой	3		
Тем, что ПЕК подключена на стороне высокого напряжения, а УПК – в цепи среднего напряжения	4		
УПК может устанавливаться на ГПП, а ПЕК – встроена в печной трансформатор	5		

Примечание: Может быть не единственный правильный ответ на поставленный вопрос.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные закономерности распределения мощности при дуговом нагреве	1. Укажите предпочтительную схему подключения рудотермической печи к источнику питания постоянным током? 2. Укажите основные элементы конструкции самоспекающегося электрода и его установки в составе рудотермической печи?
Знать: энергетическая структура и основные эксплуатационные характеристики дуговых и специальных нагревательных установок различного типа	1. Укажите признаки по которым классифицируют рудотермические печи?
Уметь: использовать инженерные методики и программные средства расчета и моделирования установок дугового и специальных видов нагрева	1. Объясните причины расхождений между значениями мощности электромагнитного переноса между дугами, полученными экспериментально, и путем построения векторной диаграммы напряжений исследованной цепи в режиме равных по модулю линейных напряжений источника питания?

Уметь: строить рабочие характеристики дуговых печей	1.Объясните причины расхождений между значениями линейных напряжений источника питания, полученными эк-спериментально, и построением векторной диаграммы напря-жений исследованной цепи в режиме равных по модулю то-ков фаз?
---	---

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

КМ-4. Специальные виды нагрева

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменно. Обмен файлами. Выбрать правильный ответ на вопрос.

Краткое содержание задания:

1) Чем отличается переплавная от гарнисажной вакуумной дуговой печи.

Вариант ответа	N	+	Оценка
Назначением	1		
Значением рабочего вакуума	2		
Последовательностью технологических операций	3		
Полярностью электрода	4		
Производительностью вакуумной системы	5		

2) Охарактеризуйте дуговой разряд в переплавной вакуумной дуговой печи и условие его существование

Вариант ответа	N	+	Оценка
Дуговой разряд контрагированный	1		
Дуговой разряд диффузный	2		
Давление 0,0133-13,3 Па	3		
Давление более 266 Па	4		
Давление 13,3-266 Па	5		

Примечания: 1) Может быть не единственный правильный ответ на поставленный вопрос.

2) Правильные ответы отметить знаком «+» в графе +.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: особенности технологического развития производственных комплексов с учетом технологий четвертой промышленной революции	1. Назовите основные элементы конструкции переплавной вакуумной дуговой печи?
Знать: принципы управления дуговыми и специальными нагревательными установками	1. Укажите назначение вакуумных дуговых печей?
Уметь: использовать метод материального и энергетического баланса для анализа вариантов исполнения дуговых и специальных нагревательных установок, определения их основных конструктивных признаков и технологических возможностей	1. Поясните последовательность технологических операций при проведении переплава расходуемого электрода в вакуумной дуговой печи?
Уметь: обоснованно выбирать тип печи и источника питания	1. Поясните физические процессы, возникающие на поверхности твердых тел, при лазерном нагреве?

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Жизненный цикл электротехнологических установок дугового и специального нагрева.
2. Самоспекающиеся электроды руднотермических печей.

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменной форме. После проверки у студента есть возможность пояснить предоставленные им ответы.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-5} Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений

Вопросы, задания

1. Расскажите про открытие дуги.
2. Назвать состав электрооборудования руднотермической печи (РТП) переменного тока.
3. Описать технологический процесс электрошлакового переплава.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Назначение и принцип действия ВДП. Разновидности ВДП.

Ответы:

Развернутый ответ с возможными пояснениями.

Верный ответ: Перечислить разновидности ВДП. Для чего применяются ВД печи?

Пояснить принцип их действия.

2. Характер распределения мощности в руднотермических печах и соответствующие конструктивные особенности РТП.

Ответы:

Развернутый ответ с возможными пояснениями.

Верный ответ: Перечислить и пояснить конструктивные особенности РТП, связанные с характером распределения мощности.

3. Энергетические параметры и рабочие характеристики РТП переменного тока.

Ответы:

Развернутый ответ с возможными пояснениями.

Верный ответ: Привести примеры и пояснить энергетические параметры и рабочие характеристики РТП переменного тока.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-5} Обосновывает выбор целесообразного решения

Вопросы, задания

1. Процессы возбуждения, ионизации, рекомбинации и эмиссии. Основные процессы в катодной и анодной областях, в столбе дуги.
2. Технологические особенности работы ДППТ.
3. Способы регулирования режима дуговой нагрузки на постоянном токе.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите назначение руднотермических печей.

Ответы:

Развернутый ответ с возможными пояснениями

Верный ответ: Указать назначение, привести примеры.

2. Назвать основные элементы систем автоматического управления рабочего процесса в дуговой сталеплавильной печи (ДСП).

Ответы:

Развернутый ответ с возможными пояснениями.

Верный ответ: Перечислить, какие основные элементы систем автоматического управления рабочего процесса в дуговой сталеплавильной печи, пояснить принцип управления.

3. Привести последовательность технологических операций при проведении переплава расходоуемого электрода в электрошлаковой печи.

Ответы:

Развернутый ответ с возможными пояснениями.

Верный ответ: Привести и пояснить последовательность технологических операций.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-5} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

Вопросы, задания

1. Назвать основные каналы систем автоматического управления печей электрошлакового переплава и их функции.

2. Технологические процессы в руднотермических печах (РТП). Описать характерное для этих процессов строение рабочего пространства РТП.

3. Назвать типы электротехнологических установок дугового и специального нагрева и указать назначение установок согласно классификации по характеру выделения мощности.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чем отличается электрошлаковая печь для получения слитков от ЭШП для получения трубной заготовки?

Ответы:

Варианты ответа: Формой кристаллизатора; Конструкцией инвентарной головки; Электрической схемой питания печи; Тем, что при получении сплошного слитка дорн не используется; Размером расходоуемых электродов. Развернутый ответ с возможными пояснениями

Верный ответ: Перечислить различия печей, пояснить.

2. Укажите каналы управления режимом печи, которые используются в системах автоматического управления руднотермических печей.

Ответы:

Развернутый ответ с возможными пояснениями

Верный ответ: Перечислить каналы управления режимом руднотермических печи.

4. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-6} Демонстрирует умение выполнять предпроектный анализ объекта управления, для которого разрабатывается проект системы автоматического управления

Вопросы, задания

1. Электрические и геометрические параметры и характеристики РТП.

2. Виды плазмотронов, основные конструктивные элементы и их назначение

3. Назвать основные элементы систем автоматического управления рабочего процесса в дуговой сталеплавильной печи (ДСП).

Материалы для проверки остаточных знаний

1. При каком процессе может быть использован сухой старт при электрошлаковом переплаве?

Ответы:

Варианты ответа: При плавке в скользящем кристаллизаторе; При плавке в глухой кристаллизатор; Электрошлаковом кокильном литье; При питании печи током пониженной частоты; При электрошлаковом переплаве под давлением. Развернутый ответ с возможными пояснениями

Верный ответ: Перечислить возможные варианты и пояснить.

2. Техничко-экономические показатели РТП и пути их повышения.

Ответы:

Развернутый ответ с возможными пояснениями

Верный ответ: Перечислить технико-экономические показатели РТП, пояснить влияние показателей, обозначить пути их повышения.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу