

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Дуговые печи и установки спецагрева**

**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	Федин М.А.
	Идентификатор	R3e9797a9-FedinMA-34f385d8

(подпись)

М.А. Федин

(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-1 Способен проводить научные исследования в области электротехнологических процессов и установок с системами питания и управления

ИД-1 Демонстрирует понимание физических процессов и закономерностей в электротехнологических установках и системах различных видов

ИД-2 Демонстрирует умение проводить научные исследования электротехнологических установок различных видов

2. ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем

ИД-1 Демонстрирует умение выбирать критерии принятия проектных решений

ИД-3 Демонстрирует владение методами расчёта, проектирования и конструирования электротехнологических установок и систем и их элементов

ИД-4 Демонстрирует умение проводить технико-экономическое обоснование проектных решений

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП.

Оформление записки. Подготовка презентации для защиты (Домашнее задание)

2. Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП (Домашнее задание)

3. Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД (Реферат)

4. Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока (Домашнее задание)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока					
Теоретические основы и методы проектирования дуговых печей постоянного тока (ДППТ)	+	+	+	+	
Проектирование рационального электрического режима дуговых печей переменного тока					

Теоретические основы и методы проектирования дуговых печей переменного тока	+	+	+	+
Теоретические основы и методы проектирования плазменно-дуговых печей				
Теоретические основы и методы проектирования плазменно-дуговых печей	+	+	+	+
Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с дугой постоянного тока				
Введение в теорию электротехнических систем с электрической дугой		+	+	
Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с нагревом электрической дугой	+	+	+	+
Вес КМ:	25	20	35	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока	+				
Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД			+	+	+
Математические методы и процедуры пакета компьютерных программ "tomed_dsp" расчета характеристик рационального электрического режима ДСП.				+	+
Расчет характеристик рационального электрического режима ДСП				+	
Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты					+
Вес КМ:	25	20	35	20	

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-1	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует понимание физических процессов и закономерностей в электро-технологических установках и системах различных видов	Знать: метод универсальных и структурных характеристик дуги Уметь: сформировать математическое обеспечение решения задачи моделирования рационального электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева	Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока (Домашнее задание) Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП (Домашнее задание) Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты (Домашнее задание)
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Демонстрирует умение проводить научные исследования электро-технологических установок различных видов	Знать: математические методы описания процессов НЭД Уметь: оптимизировать процесс наладки электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева применить метод универсальных и структурных характеристик дуги в	Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока (Домашнее задание) Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД (Реферат) Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП (Домашнее задание) Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты (Домашнее задание)

		<p>расчете характеристик дуговых печей и установок спецнагрева</p> <p>связать решение математической задачи с условиями технологии и особенностями конструкции дуговых печей и установок спецнагрева</p> <p>выбрать метод и выполнить анализ решения математической задачи моделирования процессов НЭД</p>	
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует умение выбирать критерии принятия проектных решений	<p>Знать:</p> <p>критерии и задачи поиска рационального решения в проектировании и наладке дуговых печей и установок спецнагрева</p> <p>Уметь:</p> <p>реализовать на приемлемом для практики уровне прогнозирование и анализ рационального режима дуговых печей и установок спецнагрева</p>	<p>Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока (Домашнее задание)</p> <p>Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты (Домашнее задание)</p>
ПК-2	ИД-3 _{ПК-2} Демонстрирует владение методами расчёта, проектирования и конструирования электротехнологических	<p>Знать:</p> <p>физические основы нагрева электрической дугой в плавильном пространстве дуговых</p>	<p>Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока (Домашнее задание)</p> <p>Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП (Домашнее задание)</p>

	установок и систем и их элементов	печей методы моделирования управляемых систем электропитания дуговых печей и установок спецнагрева Уметь: использовать специализированные программные компьютерные средства в решении задач проектирования и наладки дуговых печей и установок с НЭД	
ПК-2	ИД-4 _{ПК-2} Демонстрирует умение проводить технико-экономическое обоснование проектных решений	Знать: современные требования к разработке и наладке рационального электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева недостатки существующих в мировой практике методов проектирования дуговых печей и установок спецнагрева методы теории электротехнических систем с дугой горения	Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД (Реферат)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Расчетное домашнее задание. Обмен файлами.

Краткое содержание задания:

Рассчитать электрические, геометрические и тепловые характеристики дуги ДСППТ заданной ёмкости с учетом теплового режима графитированного электрода для выбранного периода плавки.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: критерии и задачи поиска рационального решения в проектировании и наладке дуговых печей и установок спецнагрева	1.Рабочих электрических характеристик ДСП.
Уметь: сформировать математическое обеспечение решения задачи моделирования рационального электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева	1.Пояснить расчет рабочего тока дуги и номинального тока электрода ДППТ?
Уметь: оптимизировать процесс наладки электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева	1.Пояснить расчет вольтова эквивалента конвективного нагрева дугой ДППТ?
Уметь: связать решение математической задачи с условиями технологии и особенностями конструкции дуговых печей и установок спецнагрева	1.Пояснить физические показатели периода плавки в ДППТ ?
Уметь: использовать специализированные программные компьютерные средства в решении задач проектирования и наладки дуговых печей и установок с НЭД	1.Пояснить расчет электрических характеристик и мощности излучения дуги ДППТ ?

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. Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Обмен файлами

Краткое содержание задания:

Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП. Расчет расширенных рабочих характеристик и энергофизических параметров ДСП итеративным методом ТОМЭД.

Оформить теоретическую часть пояснительной записки курсовой работы.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы теории электротехнических систем с дугой горения	1.Метод ТОМЭД ДСП и неопределенность длины дуги в расчете градиента напряжения дуги.
Знать: недостатки существующих в мировой практике методов проектирования дуговых печей и установок спецнагрева	1.Физический смысл номинального тока электрода ДСП?
Знать: современные требования к разработке и наладке рационального электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева	1.Условия построения ТОМЭД ДСП?
Уметь: применить метод универсальных и структурных характеристик дуги в расчете характеристик дуговых печей и установок спецнагрева	1.Пояснить расчет структурных характеристик в начальном сечении столба ТОМЭД ДППТ? 2.Пояснить расчет структурных характеристик ТОМЭД ДППТ?

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. Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Обмен файлами. Защитить у преподавателя подготовленную часть пояснительной записки курсовой работы с проставлением отметки.

Краткое содержание задания:

Оформить теоретическую и расчетную часть пояснительной записки с необходимыми иллюстрациями, графиками и таблицами.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: метод универсальных и структурных характеристик дуги	1.Какое значение имеют опытные данные в определении показателя реактивности ДСП? 2.Какова причина появления критического тока дуги при высоком импедансе ДСП?
Знать: математические методы описания процессов НЭД	1.Какие критерии поиска рационального решения в проектировании и наладке дуговых печей и установок спецнагрева?
Знать: методы моделирования управляемых систем электропитания дуговых печей и установок спецнагрева	1.Принцип линеаризации R-L цепи с дугой?
Знать: физические основы нагрева электрической дугой в плавильном пространстве дуговых печей	1.Причина появления критического тока дуги при высоком импедансе ДСП?

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. Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Обмен файлами

Краткое содержание задания:

Оформить пояснительную записку.

Подготовить презентацию курсовой работы с отражением следующего содержания:

- проблемы проектирования электрического режима ДСП;
- необходимость создания методов ТОМЭД ДСП для расчета расширенных рабочих характеристик ДСП и задачи курсовой работы;
- метод расчет удельного расхода электроэнергии на плавление шихты;
- метод расчета запаса устойчивости горения дуг;
- исходные параметры и рассчитанные характеристики трех вариантов проекта ДСП;
- сводная таблица для сравнения трех вариантов проекта ДСП;
- анализ предложенных вариантов и выбор вариантов с рациональными характеристиками;
- графическая часть курсовой работы;
- выводы.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: сформировать математическое обеспечение решения задачи моделирования рационального электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева	1.Пояснить формулу расчета показателя реактивности ДСП
Уметь: выбрать метод и выполнить анализ решения математической задачи моделирования процессов НЭД	1.Дать понятие дифференциального сопротивления дуги
Уметь: связать решение математической задачи с условиями технологии и особенностями конструкции дуговых печей и установок спецнагрева	1.Пояснить физический смысл номинального тока электрода ДСП
Уметь: реализовать на приемлемом для практики уровне прогнозирование и анализ рационального режима дуговых печей и установок спецнагрева	1.Пояснить расчет длины дуги ДСП методом верификации напряжения дуги

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

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Пояснить принцип идентификации показателя интенсивности теплообмена дуги в плавильном пространстве дуговой печи.
2. Пояснить алгоритм определения максимального для ДППТ требуемого значения напряжения и мощности выпрямителя.

Процедура проведения

Экзамен проходит в письменной форме. Студент письменно отвечает на вопросы в билете. Преподаватель проверяет письменный ответ студента и может задать уточняющие или дополнительные вопросы при необходимости.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Демонстрирует понимание физических процессов и закономерностей в электро-технологических установках и системах различных видов

Вопросы, задания

- 1.1. Пояснить расчет постоянной времени дуги.
2. Пояснить принцип расчета реактивной эквивалентной схемы ДСП с учетом формы тока дуги.
 - 2.1. Пояснить понятие и значение критического тока и максимальной длины дуги ДСП.
 2. Пояснить расчет показателя интенсивности плавки шихты.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Пояснить классификацию периодов плавки в ДСППТ.

Ответы:

Студент даёт развернутый ответ преподавателю. Преподаватель оценивает качество практической и теоретической подготовки студента, знание терминологии.

2. Пояснить связь значения длины дуги с температурой печи в ДППТ.

Ответы:

Студент даёт развернутый ответ преподавателю. Преподаватель оценивает качество практической и теоретической подготовки студента, знание терминологии.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Демонстрирует умение проводить научные исследования электро-технологических установок различных видов

Вопросы, задания

- 1.1. Пояснить принцип расчета мощности излучения дуги ДППТ.
2. Пояснить принцип калибровки сигнала измеряемой термопарой температуры на действующей ДППТ.
 - 2.1. Пояснить значение формулы коэффициента токового показателя расхода электроэнергии для определения рационального тока дуги.
 2. Пояснить принцип управления импедансом ДСП.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Пояснить классификацию периодов плавки в ДСП.

Ответы:

Студент даёт развернутый ответ преподавателю. Преподаватель оценивает качество практической и теоретической подготовки студента, знание терминологии.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} Демонстрирует умение выбирать критерии принятия проектных решений

Вопросы, задания

1.1. Пояснить принцип расчета структурной характеристики геометрической неоднородности столба дуги ДППТ.

2. Пояснить классификацию периодов плавки в ДСППТ.

2.1. Пояснить принцип расчета напряжения дуги ДППТ.

2. Пояснить суть проблемы выбора рабочего тока ДСП.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Пояснить условия устойчивости Жюри для дуги в УСН и их практическое значение.

Ответы:

Студент даёт развернутый ответ преподавателю. Преподаватель оценивает качество практической и теоретической подготовки студента, знание терминологии.

2. Пояснить проблему управления режимом нагрева дугой в ДППТ.

Ответы:

Студент даёт развернутый ответ преподавателю. Преподаватель оценивает качество практической и теоретической подготовки студента, знание терминологии.

4. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК-2} Демонстрирует владение методами расчёта, проектирования и конструирования электротехнологических установок и систем и их элементов

Вопросы, задания

1.1. Пояснить принцип расчета мощности конвективного нагрева дугой ДППТ за счет движения плазмы в столбе.

2. Пояснить связь значения длины дуги с температурой печи в ДППТ.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Пояснить принцип расчета диаметра графитированного электрода ДСППТ.

Ответы:

Студент даёт развернутый ответ преподавателю. Преподаватель оценивает качество практической и теоретической подготовки студента, знание терминологии.

5. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-2} Демонстрирует умение проводить технико-экономическое обоснование проектных решений

Вопросы, задания

1.

1. Пояснить значение и принцип расчета структурных характеристик начального сечения столба ТОМЭД дуговых печей.

2. Пояснить происхождение и значение обобщенной характеристики опытных данных кожуха ДСППТ.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Пояснить происхождение и значение обобщенной характеристики опытных данных кожуха ДСППТ.

Ответы:

Студент даёт развернутый ответ преподавателю. Преподаватель оценивает качество практической и теоретической подготовки студента, знание терминологии.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка на экзамене проставляется с учетом составляющей БАРС

Для курсового проекта/работы:

2 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Защитить у преподавателя подготовленную пояснительную записку с презентацией и получить допуск к защите курсового проекта на кафедральной комиссии. Защита курсового проекта проходит на кафедральной комиссии.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка проставляется с учетом составляющей БАРС по итогу защиты курсовой работы.