

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

Рабочая программа дисциплины
ДУГОВЫЕ ПЕЧИ И УСТАНОВКИ СПЕЦНАГРЕВА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	2 семестр - 89,2 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	2 семестр - 4 часа;
включая: Домашнее задание Реферат	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Защита курсовой работы	2 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

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)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение принципов разработки, проектирования и эксплуатации дуговых печей и установок с нагревом электрической дугой (НЭД), включая теорию и методы проектирования управляемых систем электропитания последних.

Задачи дисциплины

- обучение самостоятельному анализу состояния и динамики развития технологий с дуговых печей;
- изучение физических основ рабочих процессов в дуговых печах и ЭТУ при нагреве электрической дугой;
- изучение принципов создания математических и физических моделей рабочих процессов в дуговых печах;
- освоение навыков к проведению исследований, испытаний и наладки дуговых печей в условиях современного промышленного производства;
- формирование навыков в принятии и обосновании конкретных научных и инженерных решений при разработке технических заданий и рабочем проектировании дуговых печей;
- обучение стратегии сравнения, выбора и обоснования различных вариантов технических решений на основе физически обоснованных критериев выбора рационального варианта;
- освоение рабочих процессов в дуговых печах с учетом взаимосвязи электрического режима и тепловых процессов в плавильном пространстве;
- изучение основных принципов анализа при ограниченных результатах опытных данных рабочего режима дуговых печей с применением проблемно-ориентированных методов;
- освоение навыков прогнозирования рационального электрического режима при пуско-наладочных работах дуговых печей.

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-1 Способен проводить научные исследования в области электротехнологических процессов и установок с системами питания и управления	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует понимание физических процессов и закономерностей в электротехнологических 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.
ПК-1 Способен проводить научные исследования в области электротехнологических процессов и установок с системами питания и управления	ИД-2 _{ПК-1} Демонстрирует умение проводить научные исследования электротехнологических 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 расчете характеристик дуговых печей и установок спецнагрева; - связать решение математической

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		задачи с условиями технологии и особенностями конструкции дуговых печей и установок спецнагрева; - выбрать метод и выполнить анализ решения математической задачи моделирования процессов НЭД.
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует умение выбирать критерии принятия проектных решений	знать: - критерии и задачи поиска рационального решения в проектировании и наладке дуговых печей и установок спецнагрева. уметь: - реализовать на приемлемом для практики уровне прогнозирование и анализ рационального режима дуговых печей и установок спецнагрева.
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем	ИД-3 _{ПК-2} Демонстрирует владение методами расчёта, проектирования и конструирования электротехнологических установок и систем и их элементов	знать: - физические основы нагрева электрической дугой в плавильном пространстве дуговых 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 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем	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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать компьютерные методы решения системы нелинейных алгебраических уравнений
- знать компьютерные методы обработки и обобщения данных экспериментальных исследований
- знать технологические аспекты и области применения к дуговым печей и установок спецнагрева
- знать принципы конструирования установок дугового нагрева и специальных видов нагрева
- знать общие физические и математические основы моделирования электротехнологических процессов
- уметь программировать решение системы нелинейных алгебраических уравнений;
- уметь использовать компьютерные методы обработки и обобщения данных экспериментальных исследований
- уметь анализировать особенности конструкции установок дугового нагрева и специальных видов нагрева и их связь с требованиями электротехнологического процесса и электрическим режимом

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока	10.5	2	-	-	2	-	-	-	-	-	8.5	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока"</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения</p>
1.1	Теоретические основы и методы проектирования дуговых печей постоянного тока (ДППТ)	10.5		-	-	2	-	-	-	-	-	-	8.5	

														аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 1-13
2	Проектирование рационального электрического режима дуговых печей переменного тока	52.2	10	-	6	-	-	-	-	-	-	36.2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Проектирование рационального электрического режима дуговых печей переменного тока" <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование рационального электрического режима дуговых печей переменного тока" <u>Подготовка реферата:</u> 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. <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
2.1	Теоретические основы и методы проектирования дуговых печей переменного тока	52.2	10	-	6	-	-	-	-	-	-	36.2	-	

													проектирования плазменно-дуговых печей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 245-253 [2], 76-85
4	Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с дугой постоянного тока	13.0	4	-	4	-	-	-	-	-	5.0	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть.
4.1	Введение в теорию электротехнических систем с электрической дугой	6.5	2	-	2	-	-	-	-	-	2.5	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции. <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с дугой постоянного тока" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
4.2	Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с нагревом электрической дугой	6.5	2	-	2	-	-	-	-	-	2.5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с дугой постоянного тока" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу

													"Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с дугой постоянного тока" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 394-408
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	20.3	-	-	-	16	-	4	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	144.0	16	-	16	16	2	4	-	0.8	55.7	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	-	16	18		4		0.8	89.2		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока

1.1. Теоретические основы и методы проектирования дуговых печей постоянного тока (ДППТ)

Расчет структурных характеристик ТОМЭД дуговых печей с учетом теплового режима электрода. Расчет граничных функций теплопроводности и структурных параметров ТОМЭД ДППТ, работающей в произвольный период плавки металла. Расчет электрических и тепловых характеристик дуги ДППТ произвольной мощности, работающей в произвольный период плавки с учетом теплового режима графитированного электрода.

2. Проектирование рационального электрического режима дуговых печей переменного тока

2.1. Теоретические основы и методы проектирования дуговых печей переменного тока

Современные технологии плавки стали и их влияние на выбор конструкции и режима работы дуговых печей переменного тока (ДСП). Недостатки современных методов проектирования электрического режима ДСП. Проблема несимметрии в проектировании электрической части ДСП. Решение проблемы несимметрии печей методом предвключенных реакторов. Принцип оптимизационного проектирования электрической части современных ДСП с использованием ТОМЭД. Многофакторная функция градиента напряжения дуги и её значение в проектировании систем автоматического регулирования мощности ДСП. Физика дуги дуговых сталеплавильных печи переменного тока (ДСП). Условия построения ТОМЭД ДСП. Влияние гармонического состава тока дуги на параметры электрического контура ДСП. Расчет расширенных рабочих характеристик ДСП в функции тока на основе теплообменной модели дуги ДСП для заданного периода плавки. Расчет показателей устойчивости дуги и электрического режима работы ДСП. Условие максимальной устойчивости электрического режима ДСП. Расчет токовых показателей работы ДСП. Использование токовых показателей ДСП при проектировании и наладке рационального электрического режима ДСП.

3. Теоретические основы и методы проектирования плазменно-дуговых печей

3.1. Теоретические основы и методы проектирования плазменно-дуговых печей

Перспективы создания инновационных технологий на основе применения плазменно-дуговых печей (ПДП). Проблемы и особенности конструирования ПДП. Плавильные плазмотроны. Особенности режимов нагрева и плавления сплавов в ПДП. Промышленные плазмотроны, работающие с потоком аргона. Характеристики промышленных плазменно-дуговых печей. Построение ТОМЭД ПДП на основе условий теплообмена модели плоской струи. Метод универсальных функции дуги в расчете характеристик цилиндрической части столба ТОМЭД плавильного плазмотрона ПДП. Расчет электрических и тепловых характеристик дуги ПДП. Расчет газодинамических характеристик проектируемого плавильного плазмотрона ПДП произвольной мощности, работающего с выбранным плазмообразующим газом. Расчет вольтамперной характеристики дуги ПДП в процессе регулирования тока плавильного плазмотрона произвольной мощности, работающего с выбранным плазмообразующим газом в произвольный период плавки. Расчет функции вольтова эквивалента U_t дуги ПДП в процессе регулирования тока плавильного плазмотрона. Расчет электрических и тепловых характеристик дуги ПДП произвольной мощности, работающей в произвольный период плавки с учетом теплофизических характеристик плазмообразующего газа.

4. Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с дугой постоянного тока

4.1. Введение в теорию электротехнических систем с электрической дугой

Решение проблемы устойчивости горения дуги в электротехнологических установках. Классическая модель динамической дуги. Модель динамической дуги Майра. Модификация модели динамической дуги Майра. Динамическая теплообменная модель дуги. Передаточная функция дуги. Формула расчета постоянной времени дуги в равновесной точке системы. Формула расчета передаточного коэффициента динамической дуги ЭТУ. Характеристическое уравнение и условия устойчивости R-L-C цепи с дугой.

4.2. Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с нагревом электрической дугой

Устойчивость дуги как базовый критерий проектирования УСЭП дуговых печей и установок с нагревом электрической дугой (НЭД). Управляемые системы электропитания ЭТУ с дугой, построенные на основе тиристорного выпрямителя. Математическая модель тиристорного выпрямителя в системах электропитания ЭТУ с дугой. Переход от фазной к амплитудной модуляции сигнала управляемого выпрямителя (УВ), как исполнительного элемента управляемых систем электропитания (УСЭП) дуги постоянного тока в ЭТУ. Структурная схема управляемой системы электропитания дуги. Передаточная функция цепи выпрямленного тока управляемых систем электропитания дуги. Передаточная функция и параметры регулятора тока дуги. Модель управляемой системы электропитания дуги в приложении программы MATLAB-SIMULINK. Точный аналитический расчет устойчивости дуги в ЭТУ на основе методов теории импульсных систем. Условия устойчивости дуги Джюри. Задачи и методы проектирования и наладки УСЭП дуговых печей и установок с нагревом электрической дугой (НЭД).

3.3. Темы практических занятий

1. Точный аналитический расчет устойчивости дуги в ЭТУ на основе методов теории импульсных систем. Условия устойчивости дуги Джюри.;
2. Расчет электрических и тепловых характеристик дуги ПДП произвольной мощности, работающей в произвольный период плавки с учетом теплофизических характеристик плазмообразующего газа.;
3. Расчет токовых показателей работы ДСП. Использование токовых показателей ДСП при проектировании и наладке рационального электрического режима ДСП.;
4. Влияние гармонического состава тока дуги на параметры электрического контура ДСП. Расчет расширенных рабочих характеристик ДСП в функции тока на основе теплообменной модели дуги ДСП для заданного периода плавки.;
5. Физика дуги дуговых сталеплавильных печи переменного тока (ДСП). Условия построения ТОМЭД ДСП.;
6. Расчет электрических и тепловых характеристик дуги ДППТ произвольной мощности, работающей в произвольный период плавки с учетом теплового режима графитированного электрода..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Проектирование рационального электрического режима дуговых печей переменного тока"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Теоретические основы и методы проектирования плазменно-дуговых печей"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с дугой постоянного тока"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проектирование рационального электрического режима дуговых печей переменного тока"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы и методы проектирования плазменно-дуговых печей"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с дугой постоянного тока"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

2 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Разработка рационального электрического режима промышленной ДСП различной ёмкости и типа конструкции

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	1	1, 1, 1	1, 1, 1	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	20	35	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	45	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока
1	Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД

1	Математические методы и процедуры пакета компьютерных программ "tomed_dsp" расчета характеристик рационального электрического режима ДСП.
1	Расчет характеристик рационального электрического режима ДСП
1	Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты

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	
Знать:						
метод универсальных и структурных характеристик дуги	ИД-1ПК-1	+	+			Домашнее задание/Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП
математические методы описания процессов НЭД	ИД-2ПК-1	+	+	+	+	Домашнее задание/Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП
критерии и задачи поиска рационального решения в проектировании и наладке дуговых печей и установок спецнагрева	ИД-1ПК-2		+	+	+	Домашнее задание/Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока
методы моделирования управляемых систем электропитания дуговых печей и установок спецнагрева	ИД-3ПК-2				+	Домашнее задание/Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП
физические основы нагрева электрической дугой в плавильном пространстве дуговых печей	ИД-3ПК-2	+	+			Домашнее задание/Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП
методы теории электротехнических систем с дугой горения	ИД-4ПК-2	+	+		+	Реферат/Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД
недостатки существующих в мировой практике методов проектирования дуговых печей и установок спецнагрева	ИД-4ПК-2				+	Реферат/Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД
современные требования к разработке и наладке рационального электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева	ИД-4ПК-2	+	+	+		Реферат/Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД
Уметь:						
сформировать математическое обеспечение	ИД-1ПК-1	+	+	+	+	Домашнее задание/Анализ прогнозируемого

решения задачи моделирования рационального электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева					электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты Домашнее задание/Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока
связать решение математической задачи с условиями технологии и особенностями конструкции дуговых печей и установок спецнагрева	ИД-2ПК-1				+ Домашнее задание/Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты Домашнее задание/Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока
оптимизировать процесс наладки электрического режима дуговых печей и установок спецнагрева	ИД-2ПК-1				+ Домашнее задание/Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока
выбрать метод и выполнить анализ решения математической задачи моделирования процессов НЭД	ИД-2ПК-1				+ Домашнее задание/Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты
применить метод универсальных и структурных характеристик дуги в расчете характеристик дуговых печей и установок спецнагрева	ИД-2ПК-1	+	+	+	Реферат/Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД
реализовать на приемлемом для практики уровне прогнозирование и анализ рационального режима дуговых печей и установок спецнагрева	ИД-1ПК-2				+ Домашнее задание/Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты
использовать специализированные программные компьютерные средства в решении задач проектирования и наладки дуговых печей и установок с НЭД	ИД-3ПК-2				+ Домашнее задание/Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

Оценка на экзамене проставляется с учетом составляющей БАРС

Курсовая работа (КР) (Семестр №2)

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

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Свенчанский, А. Д. Электрические промышленные печи. Ч.2. Дуговые печи : Учебное пособие для вузов / А. Д. Свенчанский, М. Я. Смелянский . – М. : Энергия, 1970 . – 264 с.;
2. Савицки, А. Теория и практика проектирования электрооборудования дугового и плазменного нагрева: 05.09.03-Электротехнические комплексы и системы, включая их управление и регулирование; 05.09.10-Электротехнология : Автореферат диссертации доктора технических наук / А. Савицки, Ченстоховский политехн. ин-т (Польша) . – М . – 1999 . – 39 с.;
3. Автоматическое управление электротермическими установками : Учебник для вузов по специальности "Автоматизированные электротехнические установки и системы" / А. М. Кручинин, [и др.] ; ред. А. Д. Свенчанский . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 416 с. - ISBN 5-283-00543-7 .;
4. Алиферов А. И., Бикеев Р. А., Горева Л. П., Луци С., Форцан М., Барглик Д.- "Дуговые электропечи", Издательство: "НГТУ", Новосибирск, 2016 - (204 с.)
<https://e.lanbook.com/book/118184>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции;
4. Scilab;
5. Free Pascal.

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

1. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
2. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-206, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска магнитная, оборудование учебное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-206, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска магнитная, оборудование учебное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-206, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска магнитная, оборудование учебное, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	А-04, Лаборатория каф. "ЭППЭ"	стол преподавателя, оборудование для экспериментов
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-217, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Дуговые печи и установки спецагрева

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока (Домашнее задание)
- КМ-2 Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД (Реферат)
- КМ-3 Математические методы и процедуры расчета характеристик рационального электрического режима ДСП (Домашнее задание)
- КМ-4 Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты (Домашнее задание)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Методы расчета характеристик дуговых печей постоянного тока					
1.1	Теоретические основы и методы проектирования дуговых печей постоянного тока (ДППТ)		+	+	+	+
2	Проектирование рационального электрического режима дуговых печей переменного тока					
2.1	Теоретические основы и методы проектирования дуговых печей переменного тока		+	+	+	+
3	Теоретические основы и методы проектирования плазменно-дуговых печей					
3.1	Теоретические основы и методы проектирования плазменно-дуговых печей		+	+	+	+
4	Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с дугой постоянного тока					
4.1	Введение в теорию электротехнических систем с электрической дугой			+	+	
4.2	Методы моделирования и принципы построения управляемых систем электропитания (УСЭП) печей и установок с нагревом электрической дугой		+	+	+	+
Вес КМ, %:			25	20	35	20

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дуговые печи и установки спецагрева

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Расчетное домашнее задание
- КМ-2 Теоретическая (реферативная) часть курсовой работы
- КМ-3 Теоретическая и расчетная часть курсовой работы
- КМ-4 Оформление записки и презентации курсовой работы. Защита курсовой работы на кафедральной комиссии

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Расчет электрических и тепловых характеристик дуговой печи постоянного тока		+			
2	Методы универсальных и структурных характеристик ТОМЭД			+	+	+
3	Математические методы и процедуры пакета компьютерных программ “tomed_dsp” расчета характеристик рационального электрического режима ДСП.				+	+
4	Расчет характеристик рационального электрического режима ДСП				+	
5	Анализ прогнозируемого электрического режима проектирования и наладки ДСП. Оформление записки. Подготовка презентации для защиты					+
Вес КМ, %:			25	20	35	20