

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: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.16.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 7;
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	7 семестр - 48 часа;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	7 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	7 семестр - 133,2 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	7 семестр - 4 часа;
включая:	
Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,4 часа;
Защита курсового проекта	7 семестр - 0,4 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федин М.А.
	Идентификатор	R3e9797a9-FedinMA-34f385d8

М.А. Федин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов А.С.
	Идентификатор	R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6

А.С. Иванов

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

С.А. Цырук

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью дисциплины является изучение физических принципов (механизмов) преобразования электрической энергии в тепловую и другие виды энергии, необходимые для проведения различных технологических процессов, освоение основных принципов проектирования и применения электротехнологических установок (ЭТУ) для последующего использования в проектировании их электротехнического оборудования.

Задачи дисциплины

- приобретение знаний в области технологических процессов, при проведении которых используется преобразование энергии электрической в энергию тепловую;;
- приобретение знаний в области принципов действия, конструкций и областей применения современных ЭТУ различных типов – резистивного нагрева, индукционного и диэлектрического нагрева, электродугового, плазменного и электронно-лучевого нагрева, лазерного нагрева;;
- приобретение знаний о материалах, применяемых в производстве элементов ЭТУ – футеровки, нагревателей, механизмов;;
- приобретение навыков проведения расчётов, необходимых для проектирования ЭТУ и освоение соответствующих методик..

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-6 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования	ИД-3ПК-6 Знает основную нормативно-техническую документацию, технические и технологические требования, предъявляемые к разработке электротехнического оборудования, электромеханических и электротехнологических систем	знать: - - виды и основные источники нормативно-технической документации, технических и технологических требований в сфере электротехнологических установок (ЭТУ);; - - варианты структуры и типовые решения систем электроснабжения ЭТУ различных видов;; - - варианты структуры и типовые решения систем управления ЭТУ различных видов;. уметь: - - выполнять простые эксперименты на действующем электротехнологическом оборудовании, обрабатывать и представлять их результаты.; - - выбирать типовые проектные решения и обосновывать выбор;; - - выбирать основное электрооборудование ЭТУ и обосновывать выбор;.
ПК-6 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в	ИД-4ПК-6 Выбирает и обосновывает конкурентоспособные варианты электрооборудования и	знать: - - основные требования к качеству электроэнергии в промышленности;; - - основные методы теоретического и экспериментального исследования ЭТУ различных видов;;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования	проектных технических решений при разработке систем электроснабжения и управления объектами профессиональной деятельности	<p>- - области применения, основные характеристики и условия эксплуатации ЭТУ различных видов;</p> <p>уметь:</p> <p>- - осуществлять и обосновывать выбор структуры и типовых решений систем электроснабжения ЭТУ различных видов;;</p> <p>- - осуществлять и обосновывать выбор структуры и типовых решений систем управления ЭТУ различных видов;.</p>
ПК-6 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования	ИД-5 _{ПК-6} Разрабатывает разделы проектной документации электротехнических устройств, электромеханических и электротехнологических систем	<p>знать:</p> <p>- - типовые методики расчета основных параметров ЭТУ различных видов;;</p> <p>- - основные требования промышленной безопасности в сфере ЭТУ, вредные и опасные факторы при эксплуатации ЭТУ различных видов;.</p> <p>уметь:</p> <p>- - использовать программные средства для моделирования процессов и расчётов характеристик ЭТУ – тепловых, электрических, механических;;</p> <p>- - выполнять чертежи вида общего и схемы электрические принципиальные ЭТУ;.</p>
ПК-7 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых исследований по заданной методике, выбирать методы исследований, интерпретировать и представлять полученные результаты	ИД-1 _{ПК-7} Знает основные этапы исследования и проектирования электротехнических устройств, электромеханических и электротехнологических систем	<p>знать:</p> <p>- - функциональные возможности и основные характеристики электрооборудования ЭТУ различных видов;;</p> <p>- - типовые проектные решения ЭТУ различных видов;.</p> <p>уметь:</p> <p>- - оформлять расчеты в соответствии с требованиями к технической документации;.</p>
ПК-7 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых исследований по заданной методике, выбирать методы исследований,	ИД-2 _{ПК-7} Выбирает и применяет методы анализа и расчета электромеханических устройств, электротехнологического оборудования и систем на их	<p>знать:</p> <p>- - цели, задачи и содержание основных этапов исследования и проектирования ЭТУ;;</p> <p>- - функциональные возможности программных средств расчета и моделирования процессов в ЭТУ..</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
интерпретировать и представлять полученные результаты	основе	уметь: - - применять типовые методики расчёта для решения поставленной задачи;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехника и электрификация (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 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	Введение в электротехнологию	1	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [3], 15-45		
1.1	Введение в электротехнологию	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	Теплопередача в ЭТУ	16		4	-	6	-	-	-	-	-	-	6		-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], 40-60
2.1	Теплопередача в ЭТУ	16		4	-	6	-	-	-	-	-	-	6		-	
3	Электротехнологические установки резистивного нагрева. Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.	28		6	4	4	-	-	-	-	-	-	14		-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], 73-95
3.1	Электротехнологические установки резистивного нагрева. Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.	28		6	4	4	-	-	-	-	-	-	14		-	
4	Электротехнологические установки индукционного и диэлектрического нагрева.	30		7	4	5	-	-	-	-	-	-	14		-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [4], 25-47
4.1	Электротехнологические установки	30	7	4	5	-	-	-	-	-	-	14	-			

	индукционного и диэлектрического нагрева.												
5	Электротехнологические установки дугового нагрева.	30	7	4	5	-	-	-	-	-	14	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 59-72
5.1	Электротехнологические установки дугового нагрева.	30	7	4	5	-	-	-	-	-	14	-	
6	ЭТУ плазменного нагрева.	18	6	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 83-98
6.1	ЭТУ плазменного нагрева.	18	6	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
7	Установки электронно-лучевого и лазерного нагрева.	22	5	4	3	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 168-188
7.1	Установки электронно-лучевого и лазерного нагрева.	22	5	4	3	-	-	-	-	-	10	-	
8	Аддитивные технологии	14.7	4	-	3	-	-	-	-	-	7.7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 213-228
8.1	Аддитивные технологии	14.7	4	-	3	-	-	-	-	-	7.7	-	
9	Электрофизические, электрохимические методы. Электрическая сварка.	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 78-83
9.1	Электрофизические, электрохимические методы. Электрическая сварка.	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
10	Автоматическое управление ЭТУ	22	4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 102-130
10.1	Автоматическое управление ЭТУ	22	4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	
	Экзамен	35.9	-	-	-	-	2	-	-	0.4	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	20.4	-	-	-	16	-	4	-	0.4	-	-	
	Всего за семестр	252.0	48	16	32	16	2	4	-	0.8	99.7	33.5	

	Итого за семестр	252.0		48	16	32	18	4	0.8	133.2	
--	------------------	-------	--	----	----	----	----	---	-----	-------	--

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Введение в электротехнологию

1.1. Введение в электротехнологию

Общие сведения об электротехнологических процессах в промышленном производстве. Преобразование электрической энергии в электротехнологических установках (ЭТУ). Классификация ЭТУ по принципу действия..

2. Теплопередача в ЭТУ

2.1. Теплопередача в ЭТУ

Теплопередача в ЭТУ. Передача теплоты теплопроводностью в твердых и жидких веществах. Закон Фурье. Тепловой поток через плоскую и цилиндрическую стенку, одно – и многослойную. Конвективный теплообмен, естественный и принудительный. Уравнение Ньютона. Понятие о теории подобия, критерии подобия. Теплообмен излучением, излучение абсолютно черного тела. Основной закон теплового излучения, постоянная Больцмана. Излучение реальных тел, степень черноты..

3. Электротехнологические установки резистивного нагрева. Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.

3.1. Электротехнологические установки резистивного нагрева. Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.

Установки резистивного нагрева. Превращение электрической энергии в тепловую, нагрев прямой и косвенный. Электрические печи сопротивления (ЭПС), основные элементы конструкции. Виды циклов нагрева в ЭПС. Печи периодического и непрерывного действия. Тепловой расчет печи периодического действия. Уравнение теплового баланса. Мощность потребная, установленная и тепловых потерь. Особенности теплового расчета печи непрерывного действия. Электрический расчет ЭПС. Идеальная и удельная поверхностная мощность нагревателя. Конструкция нагревательных элементов ЭПС. Электроснабжение и электрооборудование ЭПС. Регулирование температуры в ЭПС, датчики температуры. Схемы электрические печей сопротивления – силовые и управления. ЭПС как потребители электроэнергии. Материалы в электропечестроении – футеровочные, конструкционные и для нагревательных элементов..

4. Электротехнологические установки индукционного и диэлектрического нагрева.

4.1. Электротехнологические установки индукционного и диэлектрического нагрева.

Установки индукционного нагрева, физические основы. Эффекты электромагнитного поля. Классификация индукционных установок, области применения. Индукционные плавильные печи – тигельные и каналные. Принцип действия, основные элементы конструкции, назначение. Электроснабжение и электрооборудование индукционных установок, электрический и тепловой КПД, коэффициент мощности. Выбор частоты питающего напряжения. Индукционные установки как потребители электроэнергии. Физические основы диэлектрического нагрева. Области применения. Установки диэлектрического нагрева..

5. Электротехнологические установки дугового нагрева.

5.1. Электротехнологические установки дугового нагрева.

Общие сведения о дуговом разряде. Вольтамперные характеристики дуги постоянного и переменного тока. Устойчивость дуги. Способы регулирования мощности дуги. Особенности горения дуги переменного тока. Классификация и области применения дуговых установок. Дуговые сталеплавильные печи (ДСП), руднотермические печи (РТП), дуговые вакуумные печи (ВДП). Области применения ДСП, РТП и ВДП, особенности конструкции. Электроснабжение и электрооборудование дуговых установок, дуговые печи как потребители электроэнергии..

6. ЭТУ плазменного нагрева.

6.1. ЭТУ плазменного нагрева.

Характеристики плазмы: плотность и температура. Применение плазмы в технологии. Области применения и классификация дуговых плазмотронов. Плазмотроны с «короткой», «длинной» и самоустанавливающейся дугой. Особенности конструкции и вольтамперная характеристика. Плазмотрон как термодинамическое сопло. Плазменно-дуговые печи. Плазмотроны для сварки, резки и нанесения покрытий. Высокочастотные плазмотроны индукционного и емкостного типа. Плазменно-дуговые технологии аддитивного формообразования..

7. Установки электронно- лучевого и лазерного нагрева.

7.1. Установки электронно- лучевого и лазерного нагрева.

Основы физики пучков заряженных частиц. Электронная оптика. Действие объемного заряда в мощных пучках и абберрации электронно-оптических систем. Фокусирующие и отклоняющие системы. Основные типы генераторов электронных пучков. Взаимодействие электронного пучка с материалами. Электронно-лучевые установки для плавки, сварки, аддитивного формообразования и испарения материалов. Технологические лазеры: классификация, принципы действия и области применения. Лазерная обработка материалов. Твердотельные, газовые и волоконные лазеры. Основы технологии лазерной резки сварки и наплавки..

8. Аддитивные технологии

8.1. Аддитивные технологии

Классификация технологий аддитивного производства. Фотополимеризация в ванне. Технологии, основанные на экструдировании материала. Струйная печать для нанесения основного материала и связующего. Технологии плавления материала в сформированном слое: лазерная и электронно-лучевая. Методы прямого подвода энергии и материала – лазерные, дуговые, плазменные и электронно-лучевые технологии аддитивного формообразования..

9. Электрофизические, электрохимические методы. Электрическая сварка.

9.1. Электрофизические, электрохимические методы. Электрическая сварка.

Применение плазмы тлеющего разряда и потоков ионов в технологических целях. Распыление и травление материалов, плазмохимия и ионная имплантация. Установки катодного распыления. Магнетронные технологические установки для нанесения покрытий. Автономные ионные источники. Классификация методов сварки и характеристики сварочных источников теплоты..

10. Автоматическое управление ЭТУ

10.1. Автоматическое управление ЭТУ

3.3. Темы практических занятий

1. Тепловой и электрический расчет среднетемпературной электрической печи сопротивления;
2. Разработка электрических схем питания и управления установок резистивного нагрева. Выбор и проверка электрооборудования.;
3. Электрический расчет электромагнитных систем "индуктор - нагрузка";
4. Решение задач нестационарного теплообмена;
5. Расчет и моделирование устройства дугового нагрева;
6. Расчет и моделирование электронно-лучевого устройства для аддитивных технологий;
7. Электрический расчет электромагнитных систем "индуктор - нагрузка". Решение связанных задач при расчете устройств индукционного нагрева.;
8. Решение задач стационарного теплообмена с различными граничными условиями. Сложный теплообмен..

3.4. Темы лабораторных работ

1. № 4.Индукционный нагрев металлических изделий на промышленной частоте (3 часа).;
2. № 3.Вольтамперные характеристики электрической дуги постоянного и переменного тока (3 часа).;
3. № 1.Пусковые испытания электрической печи сопротивления (3 часа).;
4. № 2.Способы регулирования мощности печей сопротивления(3 часа)..

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

7 Семестр

Курсовой проект (КП)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	15	20	25	40	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	15	35	60	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Выбор типа ЭТУ и описание электротехнологического процесса
2	Проведение электрического и теплового расчетов
3	Разработка электрической принципиальной схемы и выбор электрооборудования
4	Разработка чертежа вида общего установки и одного из узлов

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)										Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Знать:													
- варианты структуры и типовые решения систем управления ЭТУ различных видов;	ИД-3ПК-6				+								Тестирование/Индукционный и диэлектрический нагрев
- варианты структуры и типовые решения систем электроснабжения ЭТУ различных видов;	ИД-3ПК-6					+							Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- виды и основные источники нормативно-технической документации, технических и технологических требований в сфере электротехнологических установок (ЭТУ);	ИД-3ПК-6						+						Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- области применения, основные характеристики и условия эксплуатации ЭТУ различных видов;	ИД-4ПК-6							+					Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- основные методы теоретического и экспериментального исследования ЭТУ различных видов;	ИД-4ПК-6									+			Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- основные требования к качеству электроэнергии в промышленности;	ИД-4ПК-6										+		Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- основные требования промышленной безопасности в сфере ЭТУ, вредные и опасные факторы при эксплуатации ЭТУ различных видов;	ИД-5ПК-6											+	Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- типовые методики расчета основных параметров ЭТУ различных видов;	ИД-5ПК-6											+	Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- типовые проектные решения ЭТУ различных видов;	ИД-1ПК-7	+											Тестирование/Введение в электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках
- функциональные возможности и основные	ИД-1ПК-7		+										Тестирование/Введение в

характеристики электрооборудования ЭТУ различных видов;												электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках
- функциональные возможности программных средств расчета и моделирования процессов в ЭТУ.	ИД-2ПК-7			+								Тестирование/Установки резистивного нагрева
- цели, задачи и содержание основных этапов исследования и проектирования ЭТУ;	ИД-2ПК-7			+								Тестирование/Установки резистивного нагрева
Уметь:												
- выбирать основное электрооборудование ЭТУ и обосновывать выбор;	ИД-3ПК-6				+							Тестирование/Индукционный и диэлектрический нагрев
- выбирать типовые проектные решения и обосновывать выбор;	ИД-3ПК-6					+						Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- выполнять простые эксперименты на действующем электротехнологическом оборудовании, обрабатывать и представлять их результаты.	ИД-3ПК-6						+					Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- осуществлять и обосновывать выбор структуры и типовых решений систем управления ЭТУ различных видов;	ИД-4ПК-6							+				Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- осуществлять и обосновывать выбор структуры и типовых решений систем электроснабжения ЭТУ различных видов;	ИД-4ПК-6								+			Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- выполнять чертежи вида общего и схемы электрические принципиальные ЭТУ;	ИД-5ПК-6									+		Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- использовать программные средства для моделирования процессов и расчётов характеристик ЭТУ – тепловых, электрических, механических;	ИД-5ПК-6										+	Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева
- оформлять расчеты в соответствии с требованиями к технической документации;	ИД-1ПК-7	+										Тестирование/Введение в электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках

- применять типовые методики расчёта для решения поставленной задачи;	ИД-2ПК-7			+								Тестирование/Установки резистивного нагрева
---	----------	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	---

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Введение в электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках (Тестирование)
2. Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева (Тестирование)
3. Индукционный и диэлектрический нагрев (Тестирование)
4. Установки резистивного нагрева (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Курсовой проект (КП) (Семестр №7)

50%*Оценка за экзамен+50%*Оценка за КП/КР

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Основы электротехнологии : учебное пособие по курсу "Электротехнология" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / М. А. Федин, М. Я. Погребиский, А. О. Кулешов, А. Ю. Чурсин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 144 с. - ISBN 978-5-7046-2306-9 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11325>;
2. М. В. Первухин, В. Н. Тимофеев- "Современные электротехнологии для производства высококачественных алюминиевых сплавов", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2015 - (156 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435726>;
3. А. В. Суворин- "Электротехнологические установки", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2011 - (376 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229391>;
4. Алиферов А. И., Лупи С., Форзан М.- "Электротехнологические установки и системы. Установки индукционного нагрева", Издательство: "НГТУ", Новосибирск, 2017 - (160 с.)
<https://e.lanbook.com/book/118046>;
5. А. Н. Макаров, А. Ю. Соколов- "Электротехнологические установки", (4-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "Инфра-Инженерия", Москва, Вологда, 2021 - (287 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618536>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Elcut;
4. Acrobat Reader.

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

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 лабораторных занятий	А-016, Лаборатория каф. "ЭППЭ"	стол преподавателя, стул, оборудование для экспериментов
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-201, 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-203, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер, холодильник
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**Электротехнологические установки и системы**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Введение в электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках (Тестирование)

КМ-2 Установки резистивного нагрева (Тестирование)

КМ-3 Индукционный и диэлектрический нагрев (Тестирование)

КМ-4 Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева (Тестирование)

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	Введение в электротехнологию					
1.1	Введение в электротехнологию		+			
2	Теплопередача в ЭТУ					
2.1	Теплопередача в ЭТУ		+			
3	Электротехнологические установки резистивного нагрева. Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.					
3.1	Электротехнологические установки резистивного нагрева. Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.			+		
4	Электротехнологические установки индукционного и диэлектрического нагрева.					
4.1	Электротехнологические установки индукционного и диэлектрического нагрева.				+	
5	Электротехнологические установки дугового нагрева.					
5.1	Электротехнологические установки дугового нагрева.					+
6	ЭТУ плазменного нагрева.					
6.1	ЭТУ плазменного нагрева.					+
7	Установки электронно- лучевого и лазерного нагрева.					

7.1	Установки электронно- лучевого и лазерного нагрева.				+
8	Аддитивные технологии				
8.1	Аддитивные технологии				+
9	Электрофизические, электрохимические методы. Электрическая сварка.				
9.1	Электрофизические, электрохимические методы. Электрическая сварка.				+
10	Автоматическое управление ЭТУ				
10.1	Автоматическое управление ЭТУ				+
Вес КМ, %:		15	20	30	35

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электротехнологические установки и системы

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Содержание и оформление раздела 1
- КМ-2 Содержание и оформление раздела 2
- КМ-3 Содержание и оформление раздела 3
- КМ-4 Содержание и оформление раздела 4

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Выбор типа ЭТУ и описание электротехнологического процесса		+			
2	Проведение электрического и теплового расчетов			+		
3	Разработка электрической принципиальной схемы и выбор электрооборудования				+	
4	Разработка чертежа вида общего установки и одного из узлов					+
Вес КМ, %:			15	20	25	40