

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

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	6 семестр - 42 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	6 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	6 семестр - 49,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	6 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

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-26442bbf

(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)

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-4 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности	ИД-2ПК-4 Демонстрирует знание областей применения и особенностей электротехнологических установок основных типов, их характеристик как потребителей электроэнергии, применяет эти знания при решении профессиональных задач	знать: - - физические основы и классификацию современных электротехнологических процессов и оборудования;; - - основные источники научно-технической информации по электротехническим материалам, электропечестроению, системам электроснабжения и управления ЭТУ;. уметь: - – применять нормативные методики расчёта и применять их для решения поставленной задачи, осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы;; - - использовать программные средства для расчётов характеристик разрабатываемых ЭТУ – тепловых, электрических, механических;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехнологические установки и системы (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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	5	6	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 5-6 [3], стр. 5-21
1.1	Введение в электротехнологию	5		2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
2	Теплопередача в ЭТУ	15		8	-	-	-	-	-	-	-	7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 7-16
2.1	Теплопередача в ЭТУ	15		8	-	-	-	-	-	-	-	7	-	
3	Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.	25		8	8	-	-	-	-	-	-	9	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 17-49
3.1	Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.	25		8	8	-	-	-	-	-	-	9	-	
4	Индукционный и диэлектрический нагрев	21		8	4	-	-	-	-	-	-	9	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 50-89 [2], стр. 15-34 [4], стр. 56-72
4.1	Индукционный и диэлектрический нагрев	21		8	4	-	-	-	-	-	-	9	-	
5	Установки дугового нагрева	22		8	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 90-115 [5], стр. 112-140
5.1	Установки дугового нагрева	22		8	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
6	Плазменный нагрев. Установки электронно- лучевого	19.7	8	-	-	-	-	-	-	-	11.7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 116-139	

	и лазерного нагрева. Печи электрошлакового переплава.													[3], стр. 321-337
6.1	Плазменный нагрев. Установки электронно- лучевого и лазерного нагрева. Печи электрошлакового переплава.	19.7		8	-	-	-	-	-	-	-	11.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	
	Всего за семестр	108.0		42	16	-	-	-	-	0.3	49.7	-	-	
	Итого за семестр	108.0		42	16	-	-	-	-	0.3	49.7	-	-	

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. 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. Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.

3.1. 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. Индукционный и диэлектрический нагрев

4.1. Индукционный и диэлектрический нагрев

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. Установки дугового нагрева

5.1. 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. Плазменный нагрев. Установки электронно- лучевого и лазерного нагрева. Печи электрошлакового переплава.

6.1. Плазменный нагрев. Установки электронно- лучевого и лазерного нагрева. Печи электрошлакового переплава.

Печи электрошлакового переплава (ЭШП), механизм преобразования электрической энергии в тепловую. Особенности конструкции печей ЭШП, их назначение, особенности технологического процесса. Электроснабжение и электрооборудование печей ЭШП. Электронно–лучевые установки (ЭЛУ). Классификация ЭЛУ. Принцип действия, основные элементы конструкции. Источники питания. Области применения. Лазерные технологические установки, принцип действия. Лазеры твердотельные и газовые. Области применения лазерных установок..

3.3. Темы практических занятий
не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

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

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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	
Знать:								
- основные источники научно-технической информации по электротехническим материалам, электропечестроению, системам электроснабжения и управления ЭТУ;	ИД-2ПК-4	+						Тестирование/Введение в электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках
- физические основы и классификацию современных электротехнологических процессов и оборудования;	ИД-2ПК-4			+	+	+	+	Тестирование/Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева Тестирование/Индукционный и диэлектрический нагрев Тестирование/Установки резистивного нагрева
Уметь:								
- использовать программные средства для расчётов характеристик разрабатываемых ЭТУ – тепловых, электрических, механических;	ИД-2ПК-4		+					Тестирование/Введение в электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках
– применять нормативные методики расчёта и применять их для решения поставленной задачи, осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы;	ИД-2ПК-4			+	+			Тестирование/Индукционный и диэлектрический нагрев 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

6 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.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

В диплом выставляется оценка за 6 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://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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., Луи 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. 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	Ж-211, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-020/2, Учебная лаборатория установок индукционного нагрева	рабочее место сотрудника, стул, стол письменный, доска меловая
	А-015, Учебная лаборатория электрических печей сопротивления	стол учебный, стул, доска меловая, оборудование специализированное
	А-027, Лаборатория каф. "ЭППЭ"	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютер персональный, стенд лабораторный
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-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	А-206, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска магнитная, оборудование учебное, компьютер персональный
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

Электротехнология

(название дисциплины)

6 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 – Зачет с оценкой.

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	Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.					
3.1	Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.			+	+	+
4	Индукционный и диэлектрический нагрев					
4.1	Индукционный и диэлектрический нагрев			+	+	+
5	Установки дугового нагрева					
5.1	Установки дугового нагрева			+	+	+
6	Плазменный нагрев. Установки электронно-лучевого и лазерного нагрева. Печи электрошлакового переплава.					
6.1	Плазменный нагрев. Установки электронно-лучевого и лазерного нагрева. Печи электрошлакового переплава.			+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25