

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Филиал в г. Душанбе (Республика Таджикистан)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроснабжение

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ДФ НИУ «МЭИ»  
С.А. Абдулкеримов  
« 25 » 2025 г.

Рабочая программа дисциплины  
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Формируемая участниками образовательных отношений
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.В.16
Трудоемкость в зачетных единицах	7 семестр – 2
Часов (всего) по учебному плану	72
Лекции	7 семестр – 32 часа
Практические занятия	учебным планом не предусмотрены
Лабораторные работы	7 семестр – 16 часов
Консультации по курсовому проекту/ работе:	учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	7 семестр – 6 часов
Промежуточная аттестация: зачет с оценкой	7 семестр – 18 часов

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Доцент кафедры электроэнергетики к.т.н.,  
доцент

\_\_\_\_\_  
(должность, ученая степень, ученое звание)



\_\_\_\_\_  
(подпись)

М.В. Шамсиев

\_\_\_\_\_  
(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой электроэнергетики,  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_  
(название кафедры)



\_\_\_\_\_  
(подпись)

Х.Б. Назиров

\_\_\_\_\_  
(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение принципов работы и основных характеристик электротехнологических промышленных установок для последующего использования при решении задач их электроснабжения.

### Задачи дисциплины:

- ознакомление с основными видами электротехнологического оборудования и физическими процессами в электротехнологических установках (ЭТУ) различных видов;
- изучение электрических режимов промышленных ЭТУ, характеристик ЭТУ как потребителей электроэнергии.

Формируемые у обучающихся 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 участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов	ИД-1 пк.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования систем электроснабжения объектов	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– области применения и классификацию электротехнологических установок, их основные технико-экономические показатели;</li> <li>– основные материалы, используемые в конструкциях электротехнологических установок, их свойства и влияние на выбор режимов работы установок;</li> <li>– принцип работы электропечей сопротивления и их особенности как потребителей электроэнергии;</li> <li>– принципы работы установок индукционного и диэлектрического нагрева и их особенности как потребителей электроэнергии;</li> <li>– принципы работы установок дугового нагрева и руднотермических печей и их особенности как потребителей электроэнергии;</li> <li>– принципы работы установок специальных видов нагрева и их особенности как потребителей электроэнергии;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составу и характеристикам оборудования систем электроснабжения электропечей сопротивления;</li> <li>– формулировать требования к составу и характеристикам оборудования систем электроснабжения установок индукционного и диэлектрического нагрева;</li> <li>– формулировать требования к составу и характеристикам оборудования систем электроснабжения дуговых печей и установок специальных видов нагрева</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО /дисциплины базируется на дисциплинах «Организация работы предприятия».

Результаты обучения, получаемые при освоении дисциплины, необходимы для изучения дисциплины «Управление бюджетом» и  
выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы						СР	Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная								
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА			
1	Основные понятия и классификация электро-технологических установок	6	7	2	-	-	-	-	-	4	-	[1], стр. 3-9
2	Основы теплопередачи в электротехнологических установках и специальные материалы, используемые в конструкциях электротехнологических установок	16	7	6	-	-	-	-	-	10	-	[3], стр. 3-23, 29-33, 41-43, 61, 63-88, 107-110, [4], стр. 3-20, 28-36, 48-55, 63-71
3	Электрические печи сопротивления	22	7	6	-	4	-	-	-	12	-	[1], стр. 37-58, 77-82, [2], стр. 322-327; подготовка к лабораторной работе № 3 [5]
4	Установки индукционного и диэлектрического нагрева	22	7	6	-	4	-	-	-	12	-	[1], стр. 100-131, 133-143, 150-153, 154-178, [2], стр. 169-175, 307-322; подготовка к лабораторной работе № 1 [5]
5	Установки дугового нагрева и руднотермические печи	25,7	7	8	-	4	-	-	-	13,7	-	[1], стр. 180-224, 230-240, [2], стр. 117-150, 286-307;
6	Установки специальных видов нагрева	16	7	4	-	4	-	-	-	12	-	[1], стр. 224-230, 240-255, [2], стр. 142-150, 153-168, 328-340
	Зачет с оценкой	18	7	-	-	-	-	-	-	-	18	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>		<b>32</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	<b>6</b>	<b>18</b>	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

## 3.2. Краткое содержание разделов

### 1. Основные понятия и классификация электротехнологических установок

Классификация электротехнологических процессов, установок и систем. Электрофизические, электрохимические, электротермические процессы. Применение электронагрева в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве и в быту. Принципы классификации электротехнологических установок (ЭТУ). Классификация ЭТУ по способам преобразования энергии.

### 2. Основы теплопередачи в электротехнологических установках и специальные материалы, используемые в конструкциях электротехнологических установок

Понятия температурного поля, теплового потока. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Естественная и вынужденная конвекция. Тепловое излучение.

Жаростойкие и жаропрочные конструкционные материалы. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы. Материалы для нагревательных элементов печей, включая высокотемпературные и вакуумные. Показатели электрического сопротивления нагревательных элементов с учетом температурной зависимости и требования к напряжению питания нагревательных элементов.

### 3. Электрические печи сопротивления

Основные типы электрических печей сопротивления (ЭПС) косвенного нагрева периодического и непрерывного действия. Вакуумные ЭПС и печи с контролируемой атмосферой. Особенности ЭПС как потребителей электроэнергии. Схемы электроснабжения установок ЭПС. Организация групповой работы ЭПС периодического действия.

### 4. Установки индукционного и диэлектрического нагрева

Физические эффекты электромагнитного поля, лежащие в основе индукционного нагрева. Электрические процессы в системе «индуктор-загрузка». Энергетические характеристики системы «индуктор-загрузка». Индукционные плавильные печи – канальные и тигельные. Конструкция, области применения, электрические и энергетические характеристики. Индукционные нагревательные установки промышленной и повышенной частоты. Области применения, конструкция, режимы работы. Установки высокочастотного и сверхвысокочастотного нагрева диэлектрических и полупроводниковых материалов. Источники питания установок индукционного и диэлектрического нагрева. Особенности установок индукционного нагрева как потребителей электроэнергии. Компенсация реактивной мощности и симметрирование нагрузки в установках индукционного нагрева. Схемы электроснабжения установок индукционного нагрева. Нормы техники безопасности при работе с высокочастотными установками.

### 5. Установки дугового нагрева и руднотермические печи

Дуговой нагрев. Физические основы и характеристики дугового разряда. Дуги постоянного и переменного тока. Статические и динамические вольтамперные характеристики дуг. Способы регулирования тока в дуговых установках. Устойчивость дуги. Требования к характеристике источников питания дуговых установок.

Принцип действия дуговых сталеплавильных печей. Технологический процесс и электрические режимы дуговых сталеплавильных печей. Схемы и конструкции коротких сетей. Особенности дуговых сталеплавильных печей как потребителей электроэнергии, схемы их электроснабжения и защиты. Состав и требования к электрооборудованию дуговых сталеплавильных печей.

Вакуумные дуговые печи (ВДП). Назначение и принцип действия ВДП.

Руднотермические печи. Назначение, принцип действия руднотермических печей. Особенности руднотермических печей как потребителей электроэнергии, схемы их электроснабжения и защиты.

### 6. Установки специальных видов нагрева

Установки плазменного нагрева. Области применения. Дуговые и струйные плазммотроны – принцип действия, режимы работы, требования к источнику питания.

Водонагреватели – назначение, принцип действия, структура, электрические схемы, особенности источников питания.

Лазерные технологические установки – назначение, принцип действия, структура, особенности источников питания.

Установки электрошлакового переплава – назначения, принцип действия, электрические режимы.

### **3.3. Темы практических занятий**

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

№ 1 Пусковые испытания электропечи сопротивления (4 часа).

№ 2 Индукционный сквозной нагрев стальных изделий (4 часа).

№ 3 Статические и динамические вольтамперные характеристики электросварочных установок постоянного и переменного тока (4 часа).

№ 4 Исследование водонагревателей с безэлектродными искровыми разрядами (4 часа)

### **3.5. РГР**

РГР учебным планом не предусмотрены.

### **3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом I)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b> области применения и классификацию электротехнологических установок, их основные технико-экономические показатели	ИД-1пк-1	X						Тест «Основные понятия, показатели и классификация ЭТУ»
основные материалы, используемые в конструкциях электротехнологических установок, их свойства и влияние на выбор режимов работы установок	ИД-1пк-1		X					Тест «Материалы, используемые в конструкциях ЭТУ»
принцип работы электропечей	ИД-1пк-1			X				Защита лабораторной работы № 3
сопротивления и их особенности как потребителей электроэнергии	ИД-1пк-1				X			Защита лабораторной работы № 1
принципы работы установок индукционного и диэлектрического нагрева и их особенности как потребителей электроэнергии	ИД-1пк-1					X		Защита лабораторной работы № 2
принципы работы установок дугового нагрева и руднотермических печей и их особенности как потребителей электроэнергии	ИД-1пк-1						X	Тест «Электротехнологические установки специальных видов нагрева»
<b>Уметь:</b> формулировать требования к составу и характеристикам оборудования систем электроснабжения электропечей	ИД-1пк-1			X				Контрольная работа «Электроснабжение установок электронагрева сопротивления»
формулировать требования к составу и характеристикам оборудования систем электроснабжения установок индукционного и диэлектрического нагрева	ИД-1пк-1				X			Контрольная работа «Электроснабжение установок индукционного и диэлектрического нагрева»

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	
формулировать требования к составу и характеристикам оборудования систем электроснабжения дуговых печей и установок специальных видов нагрева	ИД-1пк-1					X	X	Контрольная работа «Электроснабжение дуговых печей и установок специальных видов нагрева»

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

– тестирование:

1. Тест «Основные понятия, показатели и классификация ЭТУ»
2. Тест «Материалы, используемые в конструкциях ЭТУ»
3. Тест «Электротехнологические установки специальных видов нагрева»

– контрольные работы:

1. Контрольная работа «Электроснабжение установок электронагрева сопротивления»
2. Контрольная работа «Электроснабжение установок индукционного и диэлектрического нагрева»
3. Контрольная работа «Электроснабжение дуговых печей и установок специальных видов нагрева»

– защиты лабораторных работ № 1, № 2, № 3.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

Зачет с оценкой.

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В приложение к диплому выносится 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. **Электротехнологические промышленные установки.** / Под ред. А.Д. Свенчанского. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.
2. **Миронов Ю.М., Миронова А.Н.** Электрооборудование и электроснабжение электротермических, плазменных и лучевых установок. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 376 с.
3. **Погребисский М.Я., Киренская О.К., Батов Н.Г.** Теплопередача в электрических печах сопротивления: Учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 104 с.
4. **Погребисский М.Я., Батов Н.Г.** Материалы для электрических печей сопротивления: Учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 92 с.
5. **Батов Н.Г., Долбилини Е.В., Пешехонов В.И.** Основы электротехнологии. Лабораторные работы № 1–3. – М.: Издательство МЭИ, 2007. – 24 с.

**5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:** ОС Windows, Microsoft Office.

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

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ  
<https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты  
РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная  
библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и  
метрологии <http://protect.gost.ru/>  
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории и учебной лаборатории Электротехнологических установок, содержащей лабораторные стенды:

- Пусковые испытания электропечи сопротивления;
- Индукционный сквозной нагрев стальных изделий;
- Электрическая дуга постоянного и переменного тока;
- Физическая модель электрошлакового переплава.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Электротехнологические промышленные установки

(название дисциплины)

## 7 семестр

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

- КМ-1 Тесты: «Основные понятия, показатели и классификация ЭТУ», «Материалы, используемые в конструкциях ЭТУ»
- КМ-2 Контрольная работа «Электроснабжение установок электронагрева сопротивления»
- КМ-3 Защита лабораторной работы № 3
- КМ-4 Контрольная работа «Электроснабжение установок индукционного и диэлектрического нагрева»
- КМ-5 Защита лабораторной работы № 1
- КМ-6 Защита лабораторной работы № 2
- КМ-7 Тест «Электротехнологические установки специальных видов нагрева»
- КМ-8 Контрольная работа «Электроснабжение дуговых печей и установок специальных видов нагрева»

**Вид промежуточной аттестации** – зачет с оценкой

Трудоемкость дисциплины = 2 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	7	8	10	12	16	16	16
1	Основные понятия и классификация электротехнологических установок		+							
2	Основы теплопередачи в электротехнологических установках и специальные материалы, используемые в конструкциях электротехнологических установок		+		+					
3	Электрические печи сопротивления			+	+					
4	Установки индукционного и диэлектрического нагрева					+	+			
5	Установки дугового нагрева и руднотермические печи							+		+
6	Установки специальных видов нагрева								+	+
Вес КМ, %:			10	10	15	10	15	15	15	10