

**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**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ДУГОВОГО НАГРЕВА**  
**И СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ НАГРЕВА**

|                                   |                                                          |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Блок:                             | Блок 1 «Дисциплины (модули)»                             |
| Часть образовательной программы:  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану:   | Б1.Ч.08.08                                               |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 3;                                           |
| Часов (всего) по учебному плану:  | 108 часов                                                |
| Лекции                            | 8 семестр - 14 часов;                                    |
| Практические занятия              | 8 семестр - 14 часов;                                    |
| Лабораторные работы               | 8 семестр - 16 часов;                                    |
| Консультации                      | 8 семестр - 2 часа;                                      |
| Самостоятельная работа            | 8 семестр - 61,5 часа;                                   |
| в том числе на КП/КР              | не предусмотрено учебным планом                          |
| Иная контактная работа            | проводится в рамках часов аудиторных занятий             |
| включая:                          |                                                          |
| Тестирование                      |                                                          |
| Проверочная работа                |                                                          |
| Промежуточная аттестация:         |                                                          |
| Экзамен                           | 8 семестр - 0,5 часа;                                    |

**Москва 2022**

## 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                                           | Кулешов А.О.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rc98b17a6-KuleshovAO-26442bb |

(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 основ, конструкций, методик расчета, технологических возможностей и областей промышленного применения электротехнологических установок дугового и специальных видов нагрева, включая технологии четвертой промышленной революции.

### Задачи дисциплины

- изучение физических основ дугового нагрева и классификации установок дугового и специальных видов нагрева;
- изучение конструкций и принципов работы дуговых печи переменного и постоянного тока при плавке стали, черных и цветных металлов;
- изучение принципов работы плазмотронов и установок плазменного нагрева;
- формирование базовых знаний о руднотермических печах дугового, резистивного и смешанного вида нагрева переменного и постоянного тока;
- изучение принципов работы электрошлаковых и вакуумных дуговых печей;
- изучение принципов работы электроннолучевых и лазерных технологических установок;
- приобретение представлений о принципах проектирования дуговых и специальных электротехнологических комплексов с учетом технологий четвертой промышленной революции.

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-5 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности | ИД-1 <sub>ПК-5</sub> Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений | знать:<br>- основные закономерности распределения мощности при дуговом нагреве;<br>- признаки классификации, принципы работы, технологические возможности и сферы использования установок дугового и специального нагрева.<br><br>уметь:<br>- использовать метод материального и энергетического баланса для анализа вариантов исполнения дуговых и специальных нагревательных установок, определения их основных конструктивных признаков и технологических возможностей. |
| ПК-5 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности | ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Обосновывает выбор целесообразного решения                                                                       | знать:<br>- энергетические и регулировочные характеристики дуговых печей и их источников питания;<br>- физические основы дугового нагрева.<br><br>уметь:<br>- строить рабочие характеристики дуговых печей;<br>- использовать инженерные методики и программные средства расчета и моделирования установок дугового и                                                                                                                                                      |

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                  | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                | Запланированные результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                     | специальных видов нагрева;<br>- обоснованно выбирать тип печи и источника питания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК-5 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности                                                                                         | ИД-4 <sub>ПК-5</sub> Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации                                                                        | знать:<br>- энергетическая структура и основные эксплуатационные характеристики дуговых и специальных нагревательных установок различного типа.<br><br>уметь:<br>- выбрать тип и основные параметры дуговой установки, исходя из назначения и требуемой производительности.                                                                                                                                                                                                                                     |
| ПК-6 Способен участвовать в разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем автоматического управления объектами профессиональной деятельности | ИД-1 <sub>ПК-6</sub> Демонстрирует умение выполнять предпроектный анализ объекта управления, для которого разрабатывается проект системы автоматического управления | знать:<br>- особенности технологического развития производственных комплексов с учетом технологий четвертой промышленной революции;<br>- принципы управления дуговыми и специальными нагревательными установками.<br><br>уметь:<br>- определять влияние структуры системы автоматического управления на эксплуатационные характеристики объекта;<br>- использовать методы математического моделирования для определения параметров автоматического управления установками дугового и специальных видов нагрева. |

## 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.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать общие физические и математические основы моделирования электротехнологических процессов
- знать компьютерные методы обработки и обобщения данных экспериментальных исследований
- уметь использовать компьютерные методы обработки и обобщения данных экспериментальных исследований
- уметь анализировать особенности конструкции электротехнологических установок 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 3 зачетных единицы, 108 часов.

| №<br>п/п | Разделы/темы<br>дисциплины/формы<br>промежуточной<br>аттестации | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                      |                                         | Содержание самостоятельной работы/<br>методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-----|----|--------------|---|-----|----|----|----------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                 |                          |         | Контактная работа                                                    |     |    |              |   |     |    |    | СР                   |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|          |                                                                 |                          |         | Лек                                                                  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в<br>семестре | Подготовка к<br>аттестации<br>/контроль |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| КПР      | ГК                                                              | ИККП                     | ТК      |                                                                      |     |    |              |   |     |    |    |                      |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1        | 2                                                               | 3                        | 4       | 5                                                                    | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                   | 14                                      | 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1        | Физические основы<br>дугового нагрева                           | 10                       | 8       | 2                                                                    | 4   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 4                    | -                                       | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу<br>"Физические основы дугового нагрева"<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для<br>выполнения заданий по лабораторной работе<br>необходимо предварительно изучить тему и<br>задачи выполнения лабораторной работы, а<br>так же изучить вопросы вариантов<br>обработки результатов по изученному в<br>разделе "Физические основы дугового<br>нагрева" материалу.<br><b><u>Самостоятельное изучение<br/>теоретического материала:</u></b> Изучение<br>дополнительного материала по разделу<br>"Физические основы дугового нагрева"<br><b><u>Изучение материалов литературных<br/>источников:</u></b><br>[1], 4-51 |
| 1.1      | Физические основы<br>дугового нагрева                           | 10                       |         | 2                                                                    | 4   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 4                    | -                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2        | Дуговые печи                                                    | 24                       |         | 4                                                                    | 8   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 8                    | -                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2.1      | Дуговые печи                                                    | 24                       |         | 4                                                                    | 8   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 8                    | -                                       | <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для<br>выполнения заданий по лабораторной работе<br>необходимо предварительно изучить тему и<br>задачи выполнения лабораторной работы, а<br>так же изучить вопросы вариантов<br>обработки результатов по изученному в<br>разделе "Дуговые печи" материалу.<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Дуговые<br>печи" подготовка к выполнению заданий на                                                                                                                                                                                                                                                           |

|     |                          |    |  |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|--------------------------|----|--|---|---|---|---|---|---|---|----|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                          |    |  |   |   |   |   |   |   |   |    |   | <p>практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Дуговые печи"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 51-119</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3   | Руднотермические печи    | 14 |  | 2 | 2 | 4 | - | - | - | - | 6  | - | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b></p> <p>Повторение материала по разделу "Руднотермические печи"</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.1 | Руднотермические печи    | 14 |  | 2 | 2 | 4 | - | - | - | - | 6  | - | <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Руднотермические печи" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b></p> <p>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b></p> <p>Изучение материала по разделу "Руднотермические печи" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Руднотермические печи"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 119-172</p> |
| 4   | Специальные виды нагрева | 24 |  | 6 | 2 | 6 | - | - | - | - | 10 | - | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b></p> <p>Повторение материала по разделу "Специальные виды нагрева"</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4.1 | Специальные виды нагрева | 24 |  | 6 | 2 | 6 | - | - | - | - | 10 | - | <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|  |                  |       |  |    |    |    |   |   |   |   |     |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|--|------------------|-------|--|----|----|----|---|---|---|---|-----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |                  |       |  |    |    |    |   |   |   |   |     |      | необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Специальные виды нагрева" материалу.<br><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u><br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><u>Подготовка к практическим занятиям:</u><br>Изучение материала по разделу "Специальные виды нагрева" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Специальные виды нагрева"<br><u>Изучение материалов литературных источников:</u><br>[1], 173-291<br>[2], 4-33<br>[3], 4-50 |  |
|  | Экзамен          | 36.0  |  | -  | -  | -  | - | 2 | - | - | 0.5 | -    | 33.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|  | Всего за семестр | 108.0 |  | 14 | 16 | 14 | - | 2 | - | - | 0.5 | 28   | 33.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|  | Итого за семестр | 108.0 |  | 14 | 16 | 14 | 2 |   | - |   | 0.5 | 61.5 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |

**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. Физические основы дугового нагрева

#### 1.1. Физические основы дугового нагрева

Процессы эмиссии, ионизации и деионизации. Дуговой разряд, его структура и его характеристики. Схема замещения системы “источник питания – дуга”. Дуга постоянного тока. Дуга переменного тока. Статические и динамические вольтамперные характеристики дуги. Способы регулирования мощности в дуговых установках. Классификация, технологические возможности и жизненный цикл дуговых и специальных электротехнологических установок.

### 2. Дуговые печи

#### 2.1. Дуговые печи

Дуговые сталеплавильные печи. Технологический процесс и электрический режим сталеплавильных печей литейного и металлургического класса. Средства интенсификации плавки. Энергетический баланс. Электрические, энергетические и рабочие характеристики. Конструкции коротких сетей, их схемы. Перенос мощности. Механизмы перемещения электродов, поворота и наклона печи. Электрические схемы печей. Печи переменного и постоянного тока для плавки стали, черных и цветных металлов. Схемы источников питания и системы управления.

### 3. Руднотермические печи

#### 3.1. Руднотермические печи

Назначение и конструкции руднотермических печей (РТП). Технологические процессы в РТП. Распределение мощности в рабочем пространстве РТП и его структура. Энергетический баланс РТП. Конструкции коротких сетей и их схемы. Электрические, энергетические и рабочие характеристики. Способы повышения энергетических характеристик. Электрические схемы печей переменного тока промышленной и пониженной частоты, питания постоянным током. Управление РТП.

### 4. Специальные виды нагрева

#### 4.1. Специальные виды нагрева

Установки плазменного и ионно-плазменного нагрева. Области применения. Дуговые и струйные плазмотроны – конструкции, режимы работы, электрические схемы. Вакуумные дуговые печи (ВДП). Назначение и типы конструкции ВДП. Формирование слитка при вакуумном дуговом переплаве и энергетический баланс. Источники питания ВДП. Рабочий процесс и график электрического режима. Системы управления ВДП. Установки электрошлакового переплава – назначение, конструкция, принцип работы, технологические процессы. Формирование слитка при электрошлаковом переплаве и энергетический баланс. электрические характеристики и режимы работы, электрические схемы, основы расчета. Электронно-лучевой нагрев. Взаимодействие электронного и фотонного потока с поверхностью обработки. Коэффициенты поглощения и отражения. Тепловые процессы на поверхности изделия при воздействии точечного источника тепловой энергии. Особенности лучевой плавки, сварки, резки и термообработки. Электронно-лучевые технологические установки – назначение, конструкция, принцип работы, электрические характеристики, электрические схемы, особенности источников питания. Лазерные технологические установки – назначение, конструкции, принцип работы. Режимы работы. Технологические

процессы: термообработка, сварка, резка материала. Технологии четвертой промышленной революции.

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

1. Расчет кристаллизатора вакуумной дуговой печи;
2. Расчет футеровки и рабочего пространства дуговой сталеплавильной печи;
3. Электрический расчет и выбор электродов дуговой сталеплавильной печи;
4. Расчет основных параметров руднотермической печи;
5. Построение рабочих характеристик дуговой печи;
6. Расчет основных параметров и кристаллизатора электрошлаковой печи.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Анализ несимметрии мощности в трехфазной дуговой нагрузке /дуги при пониженном давлении;
2. Исследование электрического режима трехфазной дуги;
3. Исследование электрических характеристик однофазной дуги;
4. Исследование электрических характеристик дуги постоянного тока.

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физические основы дугового нагрева"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дуговые печи"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Руднотермические печи"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Специальные виды нагрева"

### **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<br>(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 |                                                                          |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                               |                  |                                                   |   |   |   |                                                                          |
| признаки классификации, принципы работы, технологические возможности и сферы использования установок дугового и специального нагрева                                                                                        | ИД-1ПК-5         | +                                                 |   |   |   | Тестирование/Физические основы дугового нагрева                          |
| основные закономерности распределения мощности при дуговом нагреве                                                                                                                                                          | ИД-1ПК-5         |                                                   |   | + |   | Проверочная работа/Рудотермические печи                                  |
| физические основы дугового нагрева                                                                                                                                                                                          | ИД-2ПК-5         | +                                                 |   |   |   | Тестирование/Физические основы дугового нагрева                          |
| энергетические и регулировочные характеристики дуговых печей и их источников питания                                                                                                                                        | ИД-2ПК-5         |                                                   | + |   |   | Тестирование/Дуговые печи                                                |
| энергетическая структура и основные эксплуатационные характеристики дуговых и специальных нагревательных установок различного типа                                                                                          | ИД-4ПК-5         |                                                   | + | + | + | Тестирование/Дуговые печи<br>Проверочная работа/Рудотермические печи     |
| принципы управления дуговыми и специальными нагревательными установками                                                                                                                                                     | ИД-1ПК-6         |                                                   | + | + | + | Проверочная работа/Специальные виды нагрева                              |
| особенности технологического развития производственных комплексов с учетом технологий четвертой промышленной революции                                                                                                      | ИД-1ПК-6         |                                                   | + | + | + | Тестирование/Дуговые печи<br>Проверочная работа/Специальные виды нагрева |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                               |                  |                                                   |   |   |   |                                                                          |
| использовать метод материального и энергетического баланса для анализа вариантов исполнения дуговых и специальных нагревательных установок, определения их основных конструктивных признаков и технологических возможностей | ИД-1ПК-5         |                                                   | + | + | + | Проверочная работа/Специальные виды нагрева                              |

|                                                                                                                                                          |                      |  |   |   |   |                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--|---|---|---|---------------------------------------------------|
| обоснованно выбирать тип печи и источника питания                                                                                                        | ИД-2 <sub>ПК-5</sub> |  | + | + | + | Проверочная<br>работа/Специальные виды<br>нагрева |
| использовать инженерные методики и программные средства расчета и моделирования установок дугового и специальных видов нагрева                           | ИД-2 <sub>ПК-5</sub> |  | + | + |   | Проверочная<br>работа/Рудотермические печи        |
| строить рабочие характеристики дуговых печей                                                                                                             | ИД-2 <sub>ПК-5</sub> |  | + | + |   | Проверочная<br>работа/Рудотермические печи        |
| выбрать тип и основные параметры дуговой установки, исходя из назначения и требуемой производительности                                                  | ИД-4 <sub>ПК-5</sub> |  | + | + |   | Тестирование/Дуговые печи                         |
| использовать методы математического моделирования для определения параметров автоматического управления установками дугового и специальных видов нагрева | ИД-1 <sub>ПК-6</sub> |  | + | + | + | Тестирование/Дуговые печи                         |
| определять влияние структуры системы автоматического управления на эксплуатационные характеристики объекта                                               | ИД-1 <sub>ПК-6</sub> |  | + | + |   | Тестирование/Дуговые печи                         |

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

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Дуговые печи (Тестирование)
2. Рудотермические печи (Проверочная работа)
3. Специальные виды нагрева (Проверочная работа)
4. Физические основы дугового нагрева (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №8)

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева : Учебник для вузов по специальности "Электротермические установки" / Ред. А. Д. Свенчанский . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1981 . – 296 с.;
2. Щербаков, А. В. Конструкции, системы электропитания и управления электронно-лучевых технологических установок : учебное пособие по курсу "Электротехнология" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. В. Щербаков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-1578-1 .  
[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7267](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7267);
3. Ластовирия, В. Н. Оборудование для обработки материалов концентрированными потоками энергии. Расчет и конструирование : учебное пособие по курсу "Проектирование специализированного оборудования и оснастки для обработки концентрированными потоками энергии" по направлению "Технологические машины и оборудование" / В. Н. Ластовирия, М. А. Каримбеков, А. Л. Гончаров ; Ред. В. М. Качалов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 36 с. - ISBN 5-7046-1338-1 ..

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. MathCad;
5. Elcut;
6. Майнд Видеоконференции.

### 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>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

### 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-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<br>персональный                                                                                                                         |
| Помещения для хранения<br>оборудования и учебного<br>инвентаря | А-217, Кабинет<br>сотрудников каф.<br>"ЭППЭ" | кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф для<br>документов, шкаф для одежды, стол<br>письменный, тумба, компьютерная сеть<br>с выходом в Интернет, компьютер<br>персональный |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электротехнологические установки дугового нагрева и специальных видов нагрева

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

КМ-1 Физические основы дугового нагрева (Тестирование)

КМ-2 Дуговые печи (Тестирование)

КМ-3 Рудотермические печи (Проверочная работа)

КМ-4 Специальные виды нагрева (Проверочная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины                  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|------------------------------------|------------|------|------|------|------|
|               |                                    | Неделя КМ: | 4    | 7    | 10   | 13   |
| 1             | Физические основы дугового нагрева |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Физические основы дугового нагрева |            | +    |      |      |      |
| 2             | Дуговые печи                       |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Дуговые печи                       |            |      | +    | +    | +    |
| 3             | Рудотермические печи               |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Рудотермические печи               |            |      | +    | +    | +    |
| 4             | Специальные виды нагрева           |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Специальные виды нагрева           |            |      | +    | +    | +    |
| Вес КМ, %:    |                                    |            | 25   | 25   | 25   | 25   |