

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 5;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	180 часов
<b>Лекции</b>	1 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	1 семестр - 18 часов;
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 109,2 часов;
<b>в том числе на КП/КР</b>	1 семестр - 51,7 часа;
<b>Иная контактная работа</b>	1 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b> Контрольная работа Тестирование Решение задач	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсового проекта</b>	1 семестр - 0,3 часа;
<b>Экзамен</b>	1 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2022

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

(подпись)

М.Я.  
Погребисский

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

М.А. Федин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

С.А. Цырук

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение физических основ электронагрева сопротивления, принципов проектирования и рациональной эксплуатации электрических печей сопротивления (ЭПС), методов научных исследований процессов и установок электронагрева сопротивления.

### Задачи дисциплины

- изучение физических основ электронагрева сопротивления, методиками расчета, проектирования и научных исследований установок ЭПС;
- приобретение умения принимать и обосновывать технические решения при проектировании ЭПС различных классов;
- изучение путей организации рациональной эксплуатации ЭПС с учетом требований энерго- и ресурсосбережения;
- приобретение умения осуществлять расчет, проектирование и конструирование электрических печей сопротивления.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен проводить научные исследования в области электротехнологических процессов и установок с системами питания и управления	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание физических процессов и закономерностей в электротехнологических установках и системах различных видов	знать: - свойства материалов, используемых в конструкциях ЭПС; - физические процессы в электропечах сопротивления (ЭПС) и их закономерности.  уметь: - решать задачи стационарной и нестационарной теплопередачи в ЭПС.
ПК-1 Способен проводить научные исследования в области электротехнологических процессов и установок с системами питания и управления	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует умение проводить научные исследования электротехнологических установок различных видов	знать: - методы моделирования процессов в ЭПС и экспериментальной идентификации параметров ЭПС.  уметь: - проводить математическое моделирование процессов нагрева изделий в ЭПС.
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует умение выбирать критерии принятия проектных решений	уметь: - выбирать критерии проектных решений, исходя из требований технологического процесса, условий и ограничений при проектировании, показателей качества.
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует умение проводить оптимальный выбор проектных решений	уметь: - проводить оптимальный выбор проектных решений электропечей сопротивления.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем		
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует владение методами расчёта, проектирования и конструирования электротехнологических установок и систем и их элементов	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять схемы электрические принципиальные питания и управления ЭПС;</li> <li>- разрабатывать элементы конструкции ЭПС;</li> <li>- проводить предварительный расчет печей сопротивления (расчет габаритных размеров), тепловой расчет, расчет нагревательных элементов, расчет механизма перемещения загрузки в печах непрерывного действия.</li> </ul>
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует умение проводить технико-экономическое обоснование проектных решений	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные технические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления;</li> <li>- способы повышения надежности ЭПС, повышения производительности, снижения удельного расхода электроэнергии.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные технико-экономические параметры печей сопротивления.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

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 5 зачетных единиц, 180 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	Области применения, технологические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Области применения, технологические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 283-290</p>	
1.1	Области применения, технологические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления	3		2	-	-	-	-	-	-	-	-	1		-
2	Теплопередача в электрических печах сопротивления	26		10	-	8	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплопередача в электрических печах сопротивления"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], Гл. 1-3 [3], стр. 19-26, 34-36</p>
2.1	Теплопередача в электрических печах сопротивления	26		10	-	8	-	-	-	-	-	-	8	-	
3	Современные материалы, используемые в конструкциях ЭПС	7		4	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Современные материалы, используемые в конструкциях ЭПС"</p>
3.1	Современные	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-		

	материалы, используемые в конструкциях ЭПС												<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], п. 1.1, 1.2, 2.1-2.5, 3.1, 3.2, 4.1-4.4	
4	Инженерные методики расчета и проектирования ЭПС	18	6	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Инженерные методики расчета и проектирования ЭПС"
4.1	Инженерные методики расчета и проектирования ЭПС	18	6	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], п. 1.1, 1.2, 2.1-2.4, 4.1-4.4
5	Особенности конструкции, расчета, эксплуатации вакуумных ЭПС и автоматического управления вакуумными ЭПС	9	4	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности конструкции, расчета, эксплуатации вакуумных ЭПС и автоматического управления вакуумными ЭПС"
5.1	Особенности конструкции, расчета, эксплуатации вакуумных ЭПС и автоматического управления вакуумными ЭПС	9	4	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], п. 2.5, 4.5 [6], п. 4.2-4.4
6	Области применения, конструкции установок инфракрасного нагрева и особенности автоматического управления инфракрасным нагревом	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Области применения, конструкции установок инфракрасного нагрева и особенности автоматического управления инфракрасным нагревом"
6.1	Области применения, конструкции установок инфракрасного нагрева и особенности	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [7], стр. 204-208

	автоматического управления инфракрасным нагревом												
7	Конструкции, расчет и особенности эксплуатации установок прямого нагрева сопротивления.	3	2	-	-	-	-	-	-	1	-		<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкции, расчет и особенности эксплуатации установок прямого нагрева сопротивления."
7.1	Конструкции, расчет и особенности эксплуатации установок прямого нагрева сопротивления	3	2	-	-	-	-	-	-	1	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], п. 2.11
8	ЭПС как потребители электроэнергии, рациональная эксплуатация ЭПС, пути энерго- и ресурсосбережения	3	2	-	-	-	-	-	-	1	-		<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "ЭПС как потребители электроэнергии, рациональная эксплуатация ЭПС, пути энерго- и ресурсосбережения"
8.1	ЭПС как потребители электроэнергии, рациональная эксплуатация ЭПС, пути энерго- и ресурсосбережения	3	2	-	-	-	-	-	-	1	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], п. 7.3, 7.4
	Экзамен	36.0	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Курсовой проект (КП)	72.0	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-		
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>75.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>4</b>	<b>0.8</b>		<b>109.2</b>		

**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. Области применения, технологические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления

1.1. Области применения, технологические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления

Области применения и классификация установок прямого и косвенного электронагрева сопротивления. Технологические и технико-экономические преимущества нагрева сопротивления по сравнению с другими видами электронагрева. Обзор отечественного и мирового рынка электропечей сопротивления. Перспективы дальнейшего развития и применения ЭПС. Обзор основных типов и исполнений ЭПС..

#### 2. Теплопередача в электрических печах сопротивления

2.1. Теплопередача в электрических печах сопротивления

Теплопередача теплопроводностью, конвекцией и излучением. Теплообмен при кипении жидкости. Аналитические и численные методы решения задач теплопередачи. Теплопередача в низко-, средне- и высокотемпературных ЭПС с газовой, жидкой средой и вакуумных. Теплопередача излучением через экраны. Математическое моделирование процессов в ЭПС. Рекомендации по использованию программных средств моделирования и расчета процессов теплопередачи в ЭПС. Экспериментальная идентификация параметров ЭПС..

#### 3. Современные материалы, используемые в конструкциях ЭПС

3.1. Современные материалы, используемые в конструкциях ЭПС

Огнеупорные материалы. Технология получения и рекомендации по применению легковесных и волокнистых огнеупорных материалов. Особенности конструкции ЭПС, в которых применяются ультралегковесные и волокнистые огнеупорные материалы. Теплоизоляционные материалы, включая волокнистые и зернистые. Жаростойкие и жаропрочные конструкционные материалы. Материалы для нагревателей низко- и среднетемпературных печей сопротивления. Материалы для нагревателей высокотемпературных печей с воздушной средой и высокотемпературных вакуумных печей, требования к конструкции и условиям эксплуатации их нагревателей. Факторы, влияющие на стойкость нагревателей, оценка срока службы нагревателей ЭПС. Использование углеродных композитных материалов для изготовления нагревателей, теплоизоляции и других элементов конструкции ЭПС..

#### 4. Инженерные методики расчета и проектирования ЭПС

4.1. Инженерные методики расчета и проектирования ЭПС

Расчет составляющих энергетического баланса, определение установленной мощности и расчет нагревательных элементов ЭПС периодического и непрерывного действия. Особенности расчета низкотемпературных печей и печей с принудительной циркуляцией атмосферы. Особенности расчета неметаллических нагревательных элементов для высокотемпературных печей. Критерии выбора технических решений в ЭПС. Оптимальный выбор технических решений. Интегральные (технико-экономические) показатели ЭПС..

#### 5. Особенности конструкции, расчета, эксплуатации вакуумных ЭПС и автоматического управления вакуумными ЭПС



5.1. Особенности конструкции, расчета, эксплуатации вакуумных ЭПС и автоматического управления вакуумными ЭПС

Технологические процессы, проводимые в вакуумных ЭПС, включая высокотемпературные и особо высокотемпературные. Особенности конструкции вакуумных печей. Тепловой расчет вакуумных печей, в том числе с экранной теплоизоляцией. Особенности расчета нагревателей вакуумных печей. Рекомендации по эксплуатации вакуумных ЭПС для различных технологических процессов. Особенности вакуумных печей как объектов управления. Проблема измерения и регулирования температуры в высокотемпературных печах..

#### 6. Области применения, конструкции установок инфракрасного нагрева и особенности автоматического управления инфракрасным нагревом

6.1. Области применения, конструкции установок инфракрасного нагрева и особенности автоматического управления инфракрасным нагревом

Области применения инфракрасного нагрева в промышленности, сельском хозяйстве и в быту. Инфракрасные излучатели, конструкции установок инфракрасного нагрева. Особенности организации регулирования температурного режима в установках инфракрасного нагрева..

#### 7. Конструкции, расчет и особенности эксплуатации установок прямого нагрева сопротивления.

7.1. Конструкции, расчет и особенности эксплуатации установок прямого нагрева сопротивления

Области применения установок прямого (электроконтактного) нагрева сопротивления. Конструкции установок прямого нагрева, проблемы, возникающие при их эксплуатации. Порядок расчета установок прямого нагрева сопротивления..

#### 8. ЭПС как потребители электроэнергии, рациональная эксплуатация ЭПС, пути энерго- и ресурсосбережения

8.1. ЭПС как потребители электроэнергии, рациональная эксплуатация ЭПС, пути энерго- и ресурсосбережения

Характеристика ЭПС как потребителей электроэнергии. Способы непрерывного регулирования мощности ЭПС, рекомендации по их использованию в ЭПС различных классов. Влияние регуляторов мощности на питающую сеть. Организация групповой работы ЭПС с точки зрения выравнивания кривой суммарной потребляемой мощности. Пути энергосбережения в ЭПС: снижение тепловых потерь, рекуперация тепла, механизация загрузки-выгрузки и т.д..

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

1. Процессы нестационарной теплопроводности (2 часа).;
2. Теплообмен излучением. Расчет угловых коэффициентов теплообмена излучением (2 часа).;
3. Математическое моделирование процессов в ЭПС (2 часа).;
4. Методика экспериментальной идентификации параметров ЭПС (2 часа).;
5. Расчет нагревательных элементов среднетемпературной ЭПС (2 часа);
6. Расчет и проектирование вакуумной печи сопротивления (2 часа);
7. Расчет нагревательных элементов высокотемпературной ЭПС и нагревательных элементов ЭПС с преимущественно конвективным теплообменом (2 часа).;

8. Тепловой расчет ЭПС периодического действия (2 часа).

**3.4. Темы лабораторных работ**  
не предусмотрено

**3.5 Консультации**

**3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**  
**1 Семестр**

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Толкательная печь сопротивления.
- Конвейерная печь сопротивления.
- Рольганговая печь сопротивления.
- Карусельная печь сопротивления с кольцевым подом.
- Барабанная печь сопротивления.
- Печь сопротивления с шагающим подом.

**График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3, 4	5, 6, 7	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	15	25	30	30	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	15	40	70	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Определение геометрических размеров печи
2	Тепловой расчет печи, определение установленной мощности тепловых зон
3	Расчет нагревательных элементов
4	Расчет механизма перемещения загрузки
5	Составление схемы электрической принципиальной
6	Основные технико-экономические показатели установки
7	Разработка графической части проекта и оформление расчетно-пояснительной записки

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

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
физические процессы в электропечах сопротивления (ЭПС) и их закономерности	ИД-1ПК-1	+	+								Контрольная работа/Контрольная работа № 1 Тестирование/Тестирование по вопросам теплопередачи и материалам, применяемым в конструкциях ЭПС
свойства материалов, используемых в конструкциях ЭПС	ИД-1ПК-1			+							Тестирование/Тестирование по вопросам теплопередачи и материалам, применяемым в конструкциях ЭПС
методы моделирования процессов в ЭПС и экспериментальной идентификации параметров ЭПС	ИД-2ПК-1		+								Контрольная работа/Контрольная работа № 2
способы повышения надежности ЭПС, повышения производительности, снижения удельного расхода электроэнергии	ИД-4ПК-2									+	Контрольная работа/Контрольная работа № 4
основные технические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления	ИД-4ПК-2	+									Контрольная работа/Контрольная работа № 1
<b>Уметь:</b>											
решать задачи стационарной и нестационарной теплопередачи в ЭПС	ИД-1ПК-1		+								Контрольная работа/Контрольная работа № 1
проводить математическое моделирование процессов нагрева изделий в ЭПС	ИД-2ПК-1		+								Контрольная работа/Контрольная работа № 2
выбирать критерии проектных решений, исходя из требований технологического процесса, условий и ограничений при проектировании, показателей качества	ИД-1ПК-2				+					+	Контрольная работа/Контрольная работа № 3 Контрольная работа/Контрольная работа № 4
проводить оптимальный выбор проектных	ИД-2ПК-2				+			+		+	Контрольная работа/Контрольная работа

решений электропечей сопротивления									работа № 3 Контрольная работа/Контрольная работа № 4
проводить предварительный расчет печей сопротивления (расчет габаритных размеров), тепловой расчет, расчет нагревательных элементов, расчет механизма перемещения загрузки в печах непрерывного действия	ИД-3ПК-2				+	+		+	Контрольная работа/Контрольная работа № 4 Решение задач/Проверка расчета и проектирования ЭПС непрерывного действия
разрабатывать элементы конструкции ЭПС	ИД-3ПК-2				+				Решение задач/Проверка расчета и проектирования ЭПС непрерывного действия
составлять схемы электрические принципиальные питания и управления ЭПС	ИД-3ПК-2				+				Решение задач/Проверка расчета и проектирования ЭПС непрерывного действия
рассчитывать основные технико-экономические параметры печей сопротивления	ИД-4ПК-2				+				Решение задач/Проверка расчета и проектирования ЭПС непрерывного действия

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

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

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)
5. Тестирование по вопросам теплопередачи и материалам, применяемым в конструкциях ЭПС (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Проверка расчета и проектирования ЭПС непрерывного действия (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

#### Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 1 семестр.

#### Курсовой проект (КП) (Семестр №1)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» с учетом семестровой составляющей оценки и оценки, полученной на защите. В приложение к диплому выносится оценка за курсовой проект.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

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

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

1. Герасимова В.Г.- "Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012055.html>;
2. Погребиский, М. Я. Теплопередача в электрических печах сопротивления : Учебное пособие по курсу "Электрические печи сопротивления" по специальности "Электротехнологические установки и системы" / М. Я. Погребиский, О. К. Киренская, Н. Г. Батов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 104 с. - ISBN 978-5-383-00383-1 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=775](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=775);

3. Погребиский, М. Я. Решение задач по теплопередаче в электрических печах сопротивления : практикум по дисциплине "Электрические печи сопротивления" направления "Электроэнергетика и электротехника" / М. Я. Погребиский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 40 с.  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8222](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8222);
4. Погребиский, М. Я. Материалы для электрических печей сопротивления : учебное пособие по курсу "Электрические печи сопротивления" по специальности "Электротехнологические установки и системы" / М. Я. Погребиский, Н. Г. Батов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 92 с. - ISBN 978-5-383-00583-5 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2890](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2890);
5. Погребиский, М. Я. Расчет электрических печей сопротивления : учебное пособие по курсу "Электрические печи сопротивления" по специальности "Электротехнические установки и системы" / М. Я. Погребиский, Н. Г. Батов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2012 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-1349-7 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4107](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4107);
6. Чередниченко, В. С. Электрические печи сопротивления. Конструкции и эксплуатация электропечей сопротивления / В. С. Чередниченко, А. С. Бородачев, В. Д. Артемьев ; Ред. В. С. Чередниченко . – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006 . – 572 с. – (Современные электротехнологии ; том 2) . - ISBN 5-7782-0742-5 .;
7. Электротермическое оборудование : Справочник / Ред. А. П. Альтгаузен . – 2-е изд., перераб. и доп. . – М. : Энергия, 1980 . – 416 с..

## **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. Майнд Видеоконференции;
6. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" -

<https://www.polpred.com>

13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>

14. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.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 промежуточной аттестации	А-206, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска магнитная, оборудование учебное, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	А-04, Лаборатория каф. "ЭППЭ"	стол преподавателя, оборудование для экспериментов
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-217, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Электрические печи сопротивления

(название дисциплины)

## 1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)  
 КМ-2 Тестирование по вопросам теплопередачи и материалам, применяемым в конструкциях ЭПС (Тестирование)  
 КМ-3 Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)  
 КМ-4 Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)  
 КМ-5 Проверка расчета и проектирования ЭПС непрерывного действия (Решение задач)  
 КМ-6 Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)

## Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	9	12	16	16
1	Области применения, технологические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления							
1.1	Области применения, технологические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления		+	+				
2	Теплопередача в электрических печах сопротивления							
2.1	Теплопередача в электрических печах сопротивления		+	+	+			
3	Современные материалы, используемые в конструкциях ЭПС							
3.1	Современные материалы, используемые в конструкциях ЭПС			+				
4	Инженерные методики расчета и проектирования ЭПС							
4.1	Инженерные методики расчета и проектирования ЭПС					+	+	+
5	Особенности конструкции, расчета, эксплуатации вакуумных ЭПС и автоматического управления вакуумными ЭПС							
5.1	Особенности конструкции, расчета, эксплуатации вакуумных ЭПС и автоматического управления вакуумными ЭПС						+	+
6	Области применения, конструкции установок инфракрасного нагрева и							



	особенности автоматического управления инфракрасным нагревом						
6.1	Области применения, конструкции установок инфракрасного нагрева и особенности автоматического управления инфракрасным нагревом				+		+
7	Конструкции, расчет и особенности эксплуатации установок прямого нагрева сопротивления.						
7.1	Конструкции, расчет и особенности эксплуатации установок прямого нагрева сопротивления					+	+
8	ЭПС как потребители электроэнергии, рациональная эксплуатация ЭПС, пути энерго- и ресурсосбережения						
8.1	ЭПС как потребители электроэнергии, рациональная эксплуатация ЭПС, пути энерго- и ресурсосбережения				+		+
Вес КМ, %:		15	10	15	15	25	20

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

### Электрические печи сопротивления

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

КМ-1 Оценка выполнения раздела 1

КМ-2 Оценка выполнения раздела 2

КМ-3 Оценка выполнения разделов 3, 4

КМ-4 Оценка выполнения разделов 5, 6, 7

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Определение геометрических размеров печи		+			
2	Тепловой расчет печи, определение установленной мощности тепловых зон			+		
3	Расчет нагревательных элементов				+	
4	Расчет механизма перемещения загрузки				+	
5	Составление схемы электрической принципиальной					+
6	Основные технико-экономические показатели установки					+
7	Разработка графической части проекта и оформление расчетно-пояснительной записки					+
Вес КМ, %:			15	25	30	30