

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

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

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

М.Я.
Погребисский

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

М.А. Федин

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

С.А. Цырук

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: 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 _{ПК-1} 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 _{ПК-1} 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 _{ПК-2} 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 _{ПК-2} 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 _{ПК-2} Демонстрирует владение методами расчёта, проектирования и конструирования электротехнологических установок и систем и их элементов	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять схемы электрические принципиальные питания и управления ЭПС; - разрабатывать элементы конструкции ЭПС; - проводить предварительный расчет печей сопротивления (расчет габаритных размеров), тепловой расчет, расчет нагревательных элементов, расчет механизма перемещения загрузки в печах непрерывного действия.
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем	ИД-4 _{ПК-2} Демонстрирует умение проводить технико-экономическое обоснование проектных решений	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы повышения надежности ЭПС, повышения производительности, снижения удельного расхода электроэнергии; - основные технические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать основные технико-экономические параметры печей сопротивления.

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 высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Области применения, технологические и технико-экономические преимущества электронагрева сопротивления"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплопередача в электрических печах сопротивления"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Современные материалы, используемые в конструкциях ЭПС"</p>
3.1	Современные	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-		

	материалы, используемые в конструкциях ЭПС												<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Инженерные методики расчета и проектирования ЭПС"
4.1	Инженерные методики расчета и проектирования ЭПС	18	6	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], стр. 204-208

	автоматического управления инфракрасным нагревом												
7	Конструкции, расчет и особенности эксплуатации установок прямого нагрева сопротивления.	3	2	-	-	-	-	-	-	1	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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	-		<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], п. 2.11
8	ЭПС как потребители электроэнергии, рациональная эксплуатация ЭПС, пути энерго- и ресурсосбережения	3	2	-	-	-	-	-	-	1	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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	-		<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-		
	Всего за семестр	180.0	32	-	16	16	2	4	-	0.8	75.7	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	-	16	18	4	0.8	109.2				

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. Тепловой расчет ЭПС периодического действия (2 часа).;
6. Расчет нагревательных элементов среднетемпературной ЭПС (2 часа).;
7. Расчет и проектирование вакуумной печи сопротивления (2 часа).;
8. Расчет нагревательных элементов высокотемпературной ЭПС и нагревательных

элементов ЭПС с преимущественно конвективным теплообменом (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		
Знать:											
свойства материалов, используемых в конструкциях ЭПС	ИД-1ПК-1			+							Тестирование/Тестирование по вопросам теплопередачи и материалам, применяемым в конструкциях ЭПС
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
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
Уметь:											
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

решений электропечей сопротивления									работа № 3 Контрольная работа/Контрольная работа № 4
составлять схемы электрические принципиальные питания и управления ЭПС	ИД-3ПК-2				+				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
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
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/elib/view.php?id=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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. 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
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://elibr.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/>

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-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	А-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