

**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: Электрический транспорт

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.14</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 7; 4 семестр - 7; 5 семестр - 6; всего - 20</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>720 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа; 4 семестр - 32 часа; 5 семестр - 32 часа; всего - 96 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 48 часа; 4 семестр - 32 часа; 5 семестр - 32 часа; всего - 112 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>3 семестр - 32 часа; 4 семестр - 32 часа; 5 семестр - 32 часа; всего - 96 часа</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа; 4 семестр - 2 часа; 5 семестр - 2 часа; всего - 6 часов</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 137,5 часа; 4 семестр - 153,5 часа; 5 семестр - 117,5 часов; всего - 408,5 часов</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Интервью</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>4 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 1,5 часа</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Козьмина И.С.
	Идентификатор	Ra036a963-KozminaIS-f85c8f2a

И.С. Козьмина


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глушенков В.А.
	Идентификатор	R5e5809b4-GlushenkovVA-5aef358

В.А. Глушенков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

М.Ю. Румянцев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение теории электрических и магнитных цепей и теории электромагнитного поля

### Задачи дисциплины

- изучение терминов, понятий и определений теории электрических и магнитных цепей и теории электромагнитного поля;
- формирование знаний об основных законах и уравнениях теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей;
- изучение основных процессов и явлений в электрических, магнитных цепях и электромагнитном поле;
- освоение методов анализа и расчета физических величин электрических и магнитных цепей и электромагнитного поля;
- изучение особенностей электромагнитных явлений и процессов в электротехнических устройствах.

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
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	знать: - понятие трехфазных электрических цепей, методы расчета трехфазных электрических цепей; - основные понятия электрических цепей с периодическими несинусоидальными токами и напряжениями; - понятия линейных электрических цепей синусоидального тока, комплексный метод расчета; - понятия нелинейных электрических и магнитных цепей, методы их расчета; - основные понятия, законы и уравнения электрических цепей постоянного тока.  уметь: - рассчитывать электрические цепи синусоидального тока, строить векторно-топографические диаграммы; - рассчитывать электрические цепи постоянного тока; - рассчитывать установившиеся режимы в нелинейных электрических и магнитных цепях; - рассчитывать установившиеся режимы в линейных цепях с распределенными параметрами; - описывать уравнениями электромагнитные процессы в электрических цепях; - рассчитывать параметры

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>четырёхполюсников;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать трехфазные электрические цепи с периодическими несинусоидальными токами и напряжениями и с динамическими нагрузками;</li> <li>- рассчитывать трехфазные электрические цепи со статическими нагрузками.</li> </ul>
<p>ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин</p>	<p>ИД-2<sub>ОПК-4</sub> Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях;</li> <li>- законы коммутации, классический и операторный методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами;</li> <li>- рассчитывать переходные процессы в длинных линиях без потерь.</li> </ul>
<p>ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин</p>	<p>ИД-3<sub>ОПК-4</sub> Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятия электрических цепей с распределенными параметрами, общее решение однородных линий в установившемся и переходном режимах;</li> <li>- основные понятия, законы, явления и уравнения электромагнитного поля, классификацию электромагнитных полей, описание энергии и механических проявлений электромагнитных полей, волновые процессы в переменных полях.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать сопротивления, индуктивности и емкости проводящих тел;</li> <li>- рассчитывать электромагнитные поля.</li> </ul>
<p>ПК-5 Способен решать задачи цифровизации в электроэнергетике и электротехнике</p>	<p>ИД-2<sub>ПК-5</sub> Осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знать цифровые технологии в электротехнике и электроэнергетике.</li> </ul>
<p>ПК-5 Способен решать</p>	<p>ИД-3<sub>ПК-5</sub> Демонстрирует</p>	<p>уметь:</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
задачи цифровизации в электроэнергетике и электротехнике	умение применять технологии больших данных к решению задач электротехники и электроэнергетики	- использовать современные цифровые технологии в электротехнике.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрический транспорт (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 20 зачетных единиц, 720 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	Линейные электрические цепи постоянного тока.	80	3	10	12	16	-	-	-	-	-	42	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>                      Основные понятия и законы теории электрических цепей Цепи постоянного тока. Законы Ома и Кирхгофа                      Преобразование электрических цепей                      Расчет цепей методом наложения. Баланс мощностей Расчет цепей методом контурных токов Расчет цепей методом узловых напряжений (потенциалов) Расчет цепей с использованием метода эквивалентного генератора  <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b>                      Разветвленная цепь постоянного тока  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], стр. 9-16 , стр. 129-138                      [4], стр. 9-26                      [8], стр. 34-48</p>
1.1	Линейные электрические цепи постоянного тока.	80		10	12	16	-	-	-	-	-	42	-	
2	Линейные электрические цепи синусоидального тока.	82		10	16	16	-	-	-	-	-	40	-	
2.1	Линейные электрические цепи синусоидального тока.	82		10	16	16	-	-	-	-	-	40	-	

													<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Разветвленная цепь синусоидального тока. Цепи с индуктивно-связанными элементами <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 177-201 [4], стр. 64-106 [8], стр. 114-127</p>	
3	Линейные электрические цепи несинусоидального тока	28		6	4	8	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Расчет цепей с несинусоидальными токами и напряжениями <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 335-341 [4], стр. 133-148</p>
3.1	Линейные электрические цепи несинусоидального тока	28		6	4	8	-	-	-	-	-	10	-	
4	Четырехполосники и электрические фильтры	26		6	-	8	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Расчет первичных и вторичных параметров четырехполосников. Расчет цепей с четырехполосниками Расчет фильтров <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 301-312 [2], стр. 164-176 [4], стр. 220-234</p>
4.1	Четырехполосники и электрические фильтры	26		6	-	8	-	-	-	-	-	12	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	252.0		32	32	48	-	2	-	-	0.5	104	33.5	
	Итого за семестр	252.0		32	32	48		2		-	0.5		137.5	
5	Трехфазные электрические цепи.	60	4	6	8	6	-	-	-	-	-	40	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Расчет симметричных трехфазных цепей. Векторные диаграммы Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчет симметричных и несимметричных режимов в трехфазных цепях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
5.1	Трехфазные электрические цепи.	60		6	8	6	-	-	-	-	-	40	-	



													[1], стр. 321-335 [4], стр. 164-201 [6], стр. 6-16
6	Высшие гармоники и симметричные составляющие ЭДС, токов и напряжений трехфазных электрических цепей	30	4	-	6	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Высшие гармоники в трехфазных цепях <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчет симметричных и несимметричных режимов в трехфазных цепях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
6.1	Высшие гармоники и симметричные составляющие ЭДС, токов и напряжений трехфазных электрических цепей	30	4	-	6	-	-	-	-	-	20	-	[1], стр. 335-343 [4], стр. 133-147
7	Переходные процессы в линейных электрических цепях	64	14	8	12	-	-	-	-	-	30	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Расчет переходных процессов в линейных цепях классическим методом Расчет переходных процессов в цепях с некорректно заданными начальными условиями Расчет переходных процессов в линейных цепях операторным методом Расчет переходных процессов в цепях с использованием интеграла Дюамеля Формирование и аналитическое решение уравнений состояния линейных цепей <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Переходные процессы в линейных цепях с сосредоточенными параметрами <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
7.1	Переходные процессы в линейных электрических цепях	64	14	8	12	-	-	-	-	-	30	-	[2], стр. 11-42 , стр. 87-101 [4], стр. 264-289 [6], стр. 53-60
8	Установившиеся и переходные процессы в нелинейных цепях	62	8	16	8	-	-	-	-	-	30	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Расчет нелинейных резистивных цепей с источниками постоянных ЭДС и токов Расчет нелинейных резистивных цепей с источниками синусоидальных ЭДС и токов
8.1	Установившиеся и переходные процессы	62	8	16	8	-	-	-	-	-	30	-	

	в нелинейных цепях													Расчет нелинейных магнитных цепей. Нелинейные индуктивные элементы в цепях синусоидального тока Расчет переходных процессов в нелинейных цепях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 316-334 [4], стр. 359-380 [6], стр. 87-100
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	252.0		32	32	32	-	2	-	-	0.5	120	33.5	
	Итого за семестр	252.0		32	32	32		2		-	0.5		153.5	
9	Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами	60	5	12	8	10	-	-	-	-	-	30	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Расчет установившихся режимов в длинных линиях Расчет переходных процессов в линиях без потерь <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b>
9.1	Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами	60		12	8	10	-	-	-	-	-	30	-	Переходные процессы в нагруженных длинных линиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 269-281 [5], стр. 9-29 [7], стр. 316-325
10	Основы теории электромагнитного поля. Электростатическое поле	58		8	8	8	-	-	-	-	-	34	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Расчет электростатических полей и электрических емкостей Расчет электрических полей в диэлектрике <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b>
10.1	Основы теории электромагнитного поля. Электростатическое поле	58		8	8	8	-	-	-	-	-	34	-	Электростатическое поле в неоднородной среде <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 11-26 [5], стр. 102-117 [7], стр. 10-21 [9], стр. 20-40
11	Стационарные электрические и	38		8	8	10	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Расчет электрических полей в проводящей

	магнитные поля														
11.1	Стационарные электрические и магнитные поля	38	8	8	10	-	-	-	-	-	12	-			<p>среде Расчет магнитных полей и индуктивностей</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[3], стр. 125-130 [5], стр. 210-221 [7], стр. 133-141 [9], стр. 120-140</p>
12	Переменное электромагнитное поле	24	4	8	4	-	-	-	-	-	8	-			<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b></p> <p>Расчет электромагнитных полей. Вектор Пойнтинга Энергии и механические проявления электрических и магнитных полей Расчет переменных полей в диэлектриках и проводящей среде</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[3], стр. 201-219 [5], стр. 299-315 [7], стр. 251-260 [9], стр. 168-183</p>
12.1	Переменное электромагнитное поле	24	4	8	4	-	-	-	-	-	8	-			
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5			
	Всего за семестр	216.0	32	32	32	-	2	-	-	0.5	84	33.5			
	Итого за семестр	216.0	32	32	32	2		-		0.5	117.5				
	ИТОГО	720.0	-	96	96	112	6		-	1.5	408.5				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Линейные электрические цепи постоянного тока.

#### 1.1. Линейные электрические цепи постоянного тока.

Предмет, содержание, роль в электротехническом образовании дисциплины ТОЭ, ее связь с другими дисциплинами. Основные понятия теории электрических цепей, топология цепей, электромагнитные процессы в цепях и физические величины их характеризующие, установившиеся и переходные процессы в цепях. Элементы и параметры цепей. Цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами, линейные и нелинейные цепи. Задачи анализа, синтеза, диагностики цепей. Законы Кирхгофа и Ома, компонентные уравнения элементов электрических цепей. Активные и пассивные элементы цепей постоянного тока, двухполюсники и многополюсники. Приемники и источники энергии, их внешние и вольтамперные характеристики, схемы замещения источников энергии и режимы их работы. Баланс мощностей цепи. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Топологические матрицы цепи. Полная система уравнений цепи и ее представление в матрично-топологической форма. Теорема существования и единственности решений уравнений электрических цепей. Эквивалентные преобразования электрических цепей и основанный на них метод расчета цепей. Метод эквивалентного генератора и диакоптика – расчет цепи по частям. Теорема компенсации, принципы неусиления, наложения, взаимности, линейные соотношения между напряжениями и токами. Методы узловых напряжений (потенциалов) и контурных токов, свойства коэффициентов матриц узловых проводимостей и контурных сопротивлений. Диагностика цепей, метод узловых сопротивлений..

### 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока.

#### 2.1. Линейные электрические цепи синусоидального тока.

Синусоидальные ЭДС, напряжения и токи. Источники синусоидальных ЭДС и токов. Действующие и средние значения периодических ЭДС, напряжений и токов. Изображение синусоидальных функций времени комплексными числами. Векторные и топологические диаграммы. Синусоидальный ток в цепи с последовательным соединением участков R, L и C. Комплексные токи, напряжения, сопротивления и проводимости. Активные и реактивные составляющие комплексных токов и напряжений, сопротивлений и проводимостей. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Комплексный метод анализа электрической цепи. Активная, реактивная, комплексная и полная мощности. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепи синусоидального тока. Понятие о компенсации реактивной мощности. Передача максимальной мощности от источника к приемнику. Эквивалентные параметры сложной цепи переменного тока, рассматриваемой в целом как двухполюсник. Схемы замещения двухполюсника при заданной частоте. Треугольники токов, напряжений, сопротивлений, проводимостей и мощностей. Схемы замещения и параметры конденсатора и катушки. Управляемые и управляющие элементы электрической цепи. ЭДС само- и взаимной индукции. Индуктивно-связанные элементы электрической цепи. Расчет цепи при наличии индуктивно-связанных элементов, магнитная развязка. Воздушный трансформатор. Идеальный трансформатор. Цепи, связанные через электрическое поле. Баланс мощностей в цепи синусоидального тока. Явление резонанса в цепях при последовательном и параллельном соединении элементов R, L и C. Частотные характеристики цепей с последовательным и параллельным соединением R, L и C, а также цепей, содержащих только реактивные элементы. Дуальные цепи..

### 3. Линейные электрические цепи несинусоидального тока

### 3.1. Линейные электрические цепи несинусоидального тока

Несинусоидальные периодические ЭДС, токи и напряжения и разложение описывающих их функций ряды Фурье. Понятие гармоник. Комплексное представление ряда Фурье. Максимальные, действующие и средние значения, коэффициенты формы, амплитуды, искажения несинусоидальных ЭДС, токов и напряжений. Действующие значения ЭДС, токов и напряжений с периодическими огибающими. Явление биений колебаний и модулированные колебания. Расчет цепей с несинусоидальными периодическими ЭДС, напряжениями и токами. Мощности в цепях несинусоидального тока.

## 4. Четырехполюсники и электрические фильтры

### 4.1. Четырехполюсники и электрические фильтры

Пассивные и активные четырехполюсники. Типы первичных параметров четырехполюсников и их взаимосвязи. Уравнения четырехполюсников с первичными параметрами. Эквивалентные схемы замещения взаимных четырехполюсников. Характеристические параметры. Схемные функции и частотные характеристики. Способы соединений четырехполюсников. Электрические фильтры. Фильтры типа «к».

## 5. Трехфазные электрические цепи.

### 5.1. Трехфазные электрические цепи.

Многофазные цепи и системы и их классификация. Фазные и линейные токи и напряжения. Трехфазные источники энергии и нагрузки, вращающееся магнитное поле и принцип действия асинхронного и синхронного двигателей. Расчеты и векторные диаграммы трехфазных цепей в симметричных и несимметричных режимах. Эквивалентные схемы трехфазных линий. Мощности в трехфазных цепях..

## 6. Высшие гармоники и симметричные составляющие ЭДС, токов и напряжений трехфазных электрических цепей

### 6.1. Высшие гармоники и симметричные составляющие ЭДС, токов и напряжений трехфазных электрических цепей

Высшие гармоники и действующие значения фазных и линейных токов и напряжений. Разложение несимметричных систем трехфазных ЭДС, токов и напряжений на симметричные составляющие. Сопротивления симметричной цепи для токов различных последовательностей. Расчет трехфазной цепи методом симметричных составляющих.

## 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях

### 7.1. Переходные процессы в линейных электрических цепях

Понятие о переходном процессе и коммутациях в цепях. Законы коммутации. Классический метод расчета переходных процессов. Собственные частоты и постоянная времени цепи. Свободные и принужденные, переходящие и установившиеся составляющие переходных токов и напряжений. Переходные процессы в цепях с одним накопителем энергии. Переходные процессы в последовательных RLC-цепях при их подключении под постоянное и синусоидальное напряжение. Особенности переходных процессов в RLC-цепях с жесткими уравнениями. Операторный метод расчета электрической цепи. Переходные и импульсные характеристики цепи. Использование z-преобразования и интеграла Дюамеля для расчета переходных процессов. Метод переменных состояния. Аналитические решения уравнений состояния цепей с использованием функций от матриц. Переходные процессы при мгновенном изменении параметров участков цепи. Спектральный (частотный) метод анализа

переходных процессов. Численные методы расчета переходных процессов, метод дискретных схем замещения..

## 8. Установившиеся и переходные процессы в нелинейных цепях

### 8.1. Установившиеся и переходные процессы в нелинейных цепях

Нелинейные элементы электрических цепей и их классификация. Характеристики нелинейных элементов, статические, динамические и дифференциальные параметры нелинейных элементов. Графические, графоаналитические и численные методы расчета резистивных электрических цепей при постоянных токах. Магнитные цепи и их законы, аналогия уравнений магнитных и электрических цепей. Расчет магнитной цепи при постоянных потоках. Расчет магнитной цепи с постоянным магнитом. Особенности периодических процессов в нелинейных цепях при переменных токах – высшие гармоники и комбинаторные колебания. Резистивные цепи с вентилями при синусоидальных источниках энергии. Формы кривых тока, магнитного потока и напряжения в катушке с ферромагнитным сердечником. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи. Явления феррорезонанса тока и напряжения. Методы расчета нелинейных цепей – сопряжения интервалов, гармонического баланса, гармонической линеаризации. Метод эквивалентных синусоид, эквивалентные параметры и схемы замещения катушки и трансформатора, учет свойств стальных магнитопроводов. Методы расчета переходных процессов в нелинейных цепях: условной линеаризации, аналитической аппроксимации, кусочно-линейной аппроксимации, последовательных интервалов. Фазовые траектории переходных процессов. Автоколебания, релаксационные колебания, хаотические колебания в нелинейных цепях..

## 9. Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами

### 9.1. Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами

Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии и волновые процессы: основные понятия. Уравнения однородной двухпроводной длинной линии. Первичные параметры линии. Установившийся режим в однородной длинной линии. Вторичные параметры длинной линии. Уравнения однородной длинной линии с экспоненциальными и гиперболическими функциями. Входное сопротивление длинной линии. Бегущие волны. Волны и мощности в длинной линии с согласованной нагрузкой. Длинная линия без искажений, длинная линия без потерь. Явление стоячих волн. Коэффициенты, характеризующие установившиеся режимы в длинных линиях.. Переходные процессы в однородных линиях: происхождение волн; падающие, обратные, преломленные волны; блуждающие волны и многократное отражение волн. Решений уравнений однородной линии при переходном процессе классическим и операторным методами. Особенности переходных процессов при включении и отключении источников и нагрузок, прохождении волнами мест неоднородностей в линиях, коммутациях в линиях. Проблемы моделирования длинных линий цепочными схемами..

## 10. Основы теории электромагнитного поля. Электростатическое поле

### 10.1. Основы теории электромагнитного поля. Электростатическое поле

Электромагнитное поле и его уравнения в дифференциальной и интегральной формах. Материальные среды и их электрофизические свойства. Векторы электромагнитного поля на границе двух сред. Основные частные случаи моделей электромагнитного поля (статическое и стационарное поля, переменные поля в проводящих средах и т.д.). Электростатическое поле и его уравнения. Безвихревой характер электростатического поля. Потенциал и

градиент потенциала, определение потенциала по заданному распределению зарядов. Уравнения Лапласа и Пуассона, основная задача электростатики. Плоскопараллельное поле двух заряженных осей. Поле и ёмкость параллельных цилиндров. Теорема единственности и ее следствие. Диэлектрический шар во внешнем однородном поле. Проводящее тело во внешнем однородном поле. Метод зеркальных изображений. Связи между потенциалами и зарядами в системе заряженных тел: потенциальные коэффициенты, коэффициенты электростатической индукции и частичные емкости. Емкости проводов и кабелей, емкость трехфазной линии электропередач. Энергия и силы в электростатическом поле..

## 11. Стационарные электрические и магнитные поля

### 11.1. Стационарные электрические и магнитные поля

Стационарное электрическое поле. Уравнения электрического поля постоянных токов. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем. Электрическое поле растекания тока, сопротивление растеканию тока.. Магнитное поле. Вихревой характер магнитного поля тока. Скалярный и векторный потенциалы, их применение для расчета магнитных полей. Аналогии магнитного поля с электростатическим полем. Магнитное поле вблизи плоских поверхностей ферромагнитных тел. Графический метод построения картины магнитного поля. Намагничивание тел различной формы. Размагничивающий фактор. Описание электромагнитных полей в сверхпроводящих средах и их магнитные характеристики. Энергия и силы в магнитном поле. Расчет индуктивности. Общие выражения для взаимной и собственной индуктивностей. Индуктивности простых систем (длинного провода и прямоугольной рамки, кругового контура и т.п.). Алгоритм расчета индуктивностей. Метод участков расчета индуктивностей. Индуктивность двухпроводной линии. Взаимная индуктивность двух двухпроводных линий. Индуктивность трехфазной линии. Аналитические и численные методы расчета электрических и магнитных полей. Постановка краевой задачи для уравнений Пуассона и Лапласа. Виды граничных условий и типы краевых задач. Методы решения краевых задач. Аналитические методы расчета потенциальных полей: метод зеркальных изображений, метод конформных преобразований, решение краевых задач с использованием функций Грина, метод разделения переменных, метод интегральных уравнений, вариационная постановка краевой задачи и методы ее решения. Численные методы расчета потенциальных полей: общие сведения..

## 12. Переменное электромагнитное поле

### 12.1. Переменное электромагнитное поле

Запись уравнений переменного электромагнитного поля со сторонними источниками через векторы поля. Применение электродинамических потенциалов для записи уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Комплексные параметры среды. Теорема Умова-Пойнтинга в комплексной форме. Вектор Пойнтинга. Виды задач электродинамики и методы их решения. Волновые уравнения электромагнитного поля в однородном изотропном диэлектрике. Распространение плоской волны. Плоские гармонические волны в идеальном диэлектрике. Характеристики плоской гармонической волны в несовершенном диэлектрике. Расчет распространения электромагнитных волн в диэлектрике методом разделения переменных. Скорость распространения электромагнитных волн в диэлектрике. Поверхностный эффект и эффект близости. Уравнения распространения электромагнитного поля в проводящей среде. Решение волнового уравнения. Плоское гармоническое электромагнитное поле. Явление поверхностного эффекта. Поверхностный эффект в тонких пластинах и цилиндрических проводниках. Расчет полных сопротивлений проводников при переменных токах. Аналитические методы (разделения переменных и интегральных уравнений) решения краевой задачи в проводящей среде. Численные методы

для расчета переменных полей в проводящих средах: общие сведения. Электромагнитное экранирование. Электродинамические потенциалы. Волноводы и резонаторы. Понятие об излучении электромагнитной энергии, запаздывающие потенциалы..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей;
2. Расчет цепей методом контурных токов;
3. Расчет первичных и вторичных параметров четырехполюсников. Расчет цепей с четырехполюсниками;
4. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих;
5. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей;
6. Расчет переходных процессов в линейных цепях операторным методом;
7. Расчет фильтров;
8. Расчет фильтров;
9. Расчет первичных и вторичных параметров четырехполюсников. Расчет цепей с четырехполюсниками;
10. Расчет переходных процессов в линейных цепях классическим методом;
11. Расчет симметричных трехфазных цепей. Векторные диаграммы;
12. Расчет переходных процессов в линейных цепях классическим методом;
13. Формирование и аналитическое решение уравнений состояния линейных цепей;
14. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих;
15. Расчет переходных процессов в цепях с использованием интеграла Дюамеля;
16. Основные понятия и законы теории электрических цепей;
17. Расчет цепей методом узловых напряжений (потенциалов);
18. Расчет цепей методом наложения. Баланс мощностей;
19. Преобразование электрических цепей;
20. Цепи постоянного тока. Законы Ома и Кирхгофа;
21. Расчет цепей методом наложения. Баланс мощностей;
22. Расчет цепей с несинусоидальными токами и напряжениями;
23. Расчет цепей с несинусоидальными токами и напряжениями;
24. Высшие гармоники в трехфазных цепях;
25. Расчет нелинейных резистивных цепей с источниками постоянных ЭДС и токов;
26. Расчет переходных процессов в цепях с некорректно заданными начальными условиями;
27. Расчет цепей синусоидального тока комплексным методом. Топографические диаграммы;
28. Расчет установившихся режимов в длинных линиях;
29. Расчет переменных полей в диэлектриках и проводящей среде;
30. Расчет нелинейных резистивных цепей с источниками синусоидальных ЭДС и токов;
31. Расчет цепей с использованием метода эквивалентного генератора;
32. Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. Векторные диаграммы;
33. Расчет цепей синусоидального тока комплексным методом. Топографические диаграммы;
34. Расчет цепей синусоидального тока комплексным методом. Топографические диаграммы;
35. Расчет цепей синусоидального тока при резонансе токов и напряжений;
36. Расчет цепей синусоидального тока при резонансе токов и напряжений;
37. Расчет цепей синусоидального тока с индуктивно связанными элементами;
38. Расчет цепей синусоидального тока с индуктивно связанными элементами;
39. Расчет цепей с несинусоидальными токами и напряжениями;
40. Расчет переходных процессов в нелинейных цепях;



41. Энергии и механические проявления электрических и магнитных полей;
42. Расчет электромагнитных полей. Вектор Пойнтинга;
43. Расчет электромагнитных полей. Вектор Пойнтинга;
44. Расчет магнитных полей и индуктивностей;
45. Расчет магнитных полей и индуктивностей;
46. Расчет электрических полей в диэлектрике и проводящей среде;
47. Расчет электрических полей в диэлектрике и проводящей среде;
48. Расчет переменных полей в диэлектриках и проводящей среде;
49. Расчет электростатических полей и электрических емкостей;
50. Расчет переходных процессов в линиях без потерь;
51. Расчет переходных процессов в линиях без потерь;
52. Расчет установившихся режимов в длинных линиях;
53. Расчет установившихся режимов в длинных линиях;
54. Расчет электростатических полей и электрических емкостей;
55. Расчет нелинейных магнитных цепей. Нелинейные индуктивные элементы в цепях синусоидального тока;
56. Цепи синусоидального тока. Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме..

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение электромагнитной силы;
2. Исследование линейной электрической цепи несинусоидального периодического тока;
3. Трёхфазная цепь, соединённая звездой;
4. Нелинейные цепи переменного тока;
5. Исследование резонанса в цепи с последовательно соединёнными элементами R, L, C;
6. Разряд конденсатора на цепь R-L;
7. Нелинейные цепи постоянного тока;
8. Переходные процессы в простейших R-L и R-C цепях;
9. Трёхфазная цепь, соединённая треугольником;
10. Исследование режимов модели длинной линии при различных нагрузках;
11. Исследование цепи синусоидального тока с индуктивно-связанными элементами;
12. Распределение потенциалов и зарядов в системе заряженных проводящих тел;
13. Экспериментальная проверка закона полного тока;
14. Распространение плоской электромагнитной волны в проводниках, помещённых в ферромагнитный паз;
15. Исследование электрической цепи с нелинейным индуктивным элементом. Исследование явления феррорезонанса;
16. Метод эквивалентного генератора. Линейные соотношения электрических величин;
17. Пассивный двухполюсник в цепи синусоидального тока. Исследование цепи синусоидального тока;
18. Параметры и характеристики элементов линейной цепи постоянного тока;
19. Исследование линейных цепей постоянного тока. Принцип наложения;
20. Моделирование плоскопараллельного потенциального поля кабеля полем в проводящей среде;
21. Намагничивание тел произвольной формы.

### 3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Линейные электрические цепи постоянного тока."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Переменное электромагнитное поле"  
*Текущий контроль (ТК)*
1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Линейные электрические цепи постоянного тока."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Линейные электрические цепи несинусоидального тока"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Четырехполюсники и электрические фильтры"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Трехфазные электрические цепи."
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Высшие гармоники и симметричные составляющие ЭДС, токов и напряжений трехфазных электрических цепей"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Переходные процессы в линейных электрических цепях"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Установившиеся и переходные процессы в нелинейных цепях"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами"
9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы теории электромагнитного поля. Электростатическое поле"
10. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Стационарные электрические и магнитные поля"
11. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Переменное электромагнитное поле"

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

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)												Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Знать:</b>														
понятия линейных электрических цепей синусоидального тока, комплексный метод расчета	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>		+											Контрольная работа/Защита расчетного задания №2 «Разветвленная цепь синусоидального тока»  Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (1 часть)  Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Комплексный метод расчета электрических цепей синусоидального тока»
основные понятия электрических цепей с периодическими несинусоидальными токами и напряжениями	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>			+										Контрольная работа/Контрольная работа №3 «Четырехполюсники и фильтры»
понятие трехфазных электрических цепей, методы расчета трехфазных электрических цепей	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>					+								Контрольная работа/Защита расчетного задания №3 «Симметричные, несимметричные и несинусоидальные режимы в трехфазной цепи с динамической нагрузкой»  Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (2 часть)  Контрольная работа/Контрольная работа №4 «Расчет трехфазных электрических цепей»
основные понятия, законы и уравнения электрических цепей постоянного тока	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>	+												Контрольная работа/Защита расчетного задания №1

													«Разветвленная цепь постоянного тока» Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (1 часть) Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Расчет электрических цепей постоянного тока»
понятия нелинейных электрических и магнитных цепей, методы их расчета	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>							+					Контрольная работа/Контрольная работа №6 «Нелинейные цепи»
законы коммутации, классический и операторный методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>							+					Контрольная работа/Защита расчетного задания №4 «Переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами» Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (2 часть) Контрольная работа/Контрольная работа №5 «Переходные процессы в линейных электрических цепях».
методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>							+					Контрольная работа/Контрольная работа №6 «Нелинейные цепи»
основные понятия, законы, явления и уравнения электромагнитного поля, классификацию электромагнитных полей, описание энергии и механических проявлений электромагнитных полей, волновые процессы в переменных полях	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>										+		Контрольная работа/Защита расчетного задания №6 «Расчет потенциальных электрических полей» Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (3 часть) Контрольная работа/Контрольная работа №8 «Электрическое поле»
понятия электрических цепей с	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>							+					Контрольная работа/Защита

распределенными параметрами, общее решение однородных линий в установившемся и переходном режимах																			расчетного задания №5 «Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами»  Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (3 часть)  Контрольная работа/Контрольная работа №7 «Длинные линии»
знать цифровые технологии в электротехнике и электроэнергетике	ИД-2ПК-5	+	+																Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Расчет электрических цепей постоянного тока»
<b>Уметь:</b>																			
рассчитывать трехфазные электрические цепи с периодическими несинусоидальными токами и напряжениями и с динамическими нагрузками	ИД-1ОПК-4																		Контрольная работа/Защита расчетного задания №3 «Симметричные, несимметричные и несинусоидальные режимы в трехфазной цепи с динамической нагрузкой»
рассчитывать трехфазные электрические цепи со статическими нагрузками	ИД-1ОПК-4																		Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (2 часть)  Контрольная работа/Контрольная работа №4 «Расчет трехфазных электрических цепей»
рассчитывать параметры четырехполюсников	ИД-1ОПК-4																		Контрольная работа/Контрольная работа №3 «Четырехполюсники и фильтры»
описывать уравнениями электромагнитные процессы в электрических цепях	ИД-1ОПК-4	+																	Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (1 часть)  Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Расчет электрических цепей постоянного тока»

рассчитывать установившиеся режимы в линейных цепях с распределенными параметрами	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>													Контрольная работа/Защита расчетного задания №5 «Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами» Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (3 часть) Контрольная работа/Контрольная работа №7 «Длинные линии»
рассчитывать установившиеся режимы в нелинейных электрических и магнитных цепях	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>													Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (2 часть) Контрольная работа/Контрольная работа №6 «Нелинейные цепи»
рассчитывать электрические цепи постоянного тока	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>	+												Контрольная работа/Защита расчетного задания №1 «Разветвленная цепь постоянного тока» Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (1 часть)
рассчитывать электрические цепи синусоидального тока, строить векторно-топографические диаграммы	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>		+											Контрольная работа/Защита расчетного задания №2 «Разветвленная цепь синусоидального тока» Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (1 часть) Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Комплексный метод расчета электрических цепей синусоидального тока»
рассчитывать переходные процессы в	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>								+					Контрольная работа/Защита

линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами														расчетного задания №4 «Переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами»  Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (2 часть)  Контрольная работа/Контрольная работа №5 «Переходные процессы в линейных электрических цепях».
рассчитывать переходные процессы в длинных линиях без потерь	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>												+	Контрольная работа/Защита расчетного задания №5 «Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами»
рассчитывать электромагнитные поля	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>												+	Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (3 часть)
рассчитывать сопротивления, индуктивности и емкости проводящих тел	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>												+	Интервью/Итоговая защита лабораторных работ (3 часть)  Контрольная работа/Контрольная работа №9 «Магнитное поле»
использовать современные цифровые технологии в электротехнике	ИД-3 <sub>ПК-5</sub>	+	+											Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Расчет электрических цепей постоянного тока»  Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Комплексный метод расчета электрических цепей синусоидального тока»

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

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

#### **3 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Защита расчетного задания №1 «Разветвленная цепь постоянного тока» (Контрольная работа)
2. Защита расчетного задания №2 «Разветвленная цепь синусоидального тока» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №1 «Расчет электрических цепей постоянного тока» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №2 «Комплексный метод расчета электрических цепей синусоидального тока» (Контрольная работа)
5. Контрольная работа №3 «Четырехполюсники и фильтры» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Итоговая защита лабораторных работ (1 часть) (Интервью)

#### **4 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Защита расчетного задания №3 «Симметричные, несимметричные и несинусоидальные режимы в трехфазной цепи с динамической нагрузкой» (Контрольная работа)
2. Защита расчетного задания №4 «Переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №4 «Расчет трехфазных электрических цепей» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №5 «Переходные процессы в линейных электрических цепях». (Контрольная работа)
5. Контрольная работа №6 «Нелинейные цепи» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Итоговая защита лабораторных работ (2 часть) (Интервью)

#### **5 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Защита расчетного задания №5 «Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами» (Контрольная работа)
2. Защита расчетного задания №6 «Расчет потенциальных электрических полей» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №7 «Длинные линии» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №8 «Электрическое поле» (Контрольная работа)
5. Контрольная работа №9 «Магнитное поле» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Итоговая защита лабораторных работ (3 часть) (Интервью)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.



## 4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

### Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

### Экзамен (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

### Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Теоретические основы электротехники: В 3 т. Т.1 : Учебник для вузов по направлениям подготовки бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / К. С. Демирчян, и др. – 4-е изд., доп. – СПб. : Питер, 2003 . – 463 с. - ISBN 5-947236-20-6 .;
2. Теоретические основы электротехники: В 3 т. Т.2 : Учебник для вузов по направлениям подготовки бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / К. С. Демирчян, и др. – 4-е изд., доп. – СПб. : Питер, 2003 . – 576 с. - ISBN 5-947236-20-6 .;
3. Теоретические основы электротехники: В 3 т. Т.3 : Учебник для вузов по направлениям подготовки бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / К. С. Демирчян, и др. – 4-е изд., доп. – СПб. : Питер, 2003 . – 377 с. - ISBN 5-947236-20-6 .;
4. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. В 2-х т. Т. 1. Электрические и магнитные цепи с сосредоточенными параметрами : учебное пособие для вузов по направлениям "Электроэнергетика и электротехника", "Электроника и нанoeлектроника" / П. А. Бутырин, [и др.] ; ред. П. А. Бутырин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 595 с. - ISBN 978-5-383-00657-3 . - ISBN 978-5-383-00627-6 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4240>;
5. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. В 2-х т. Т. 2. Электрические цепи с распределенными параметрами. Электромагнитное поле : учебное пособие для вузов по направлениям "Электроэнергетика и электротехника", "Электроника и нанoeлектроника" / П. А. Бутырин, [и др.] ; ред. П. А. Бутырин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 571 с. - ISBN 978-5-383-00658-0 . - ISBN 978-5-383-00627-6 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4242>;
6. Трехфазные цепи, переходные процессы, нелинейные цепи постоянного и синусоидального тока : лабораторный практикум по курсу "Теоретические основы электротехники" / Л. В. Алексейчик, Л. И. Гостинцева, Г. Г. Гусев, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; ред. О. В. Толчеев . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 152 с. - ISBN 978-5-7046-2014-3 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10392>;

7. Бутырин, П. А. Теоретические основы электротехники: [в 3-х ч.]. Ч. 3 : учебник для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / П. А. Бутырин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 400 с. - ISBN 978-5-7046-2064-8 . - ISBN 978-5-7046-2063-1 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10704>;

8. Шакирзяно Ф.Н.- "Сборник задач по теоретическим основам электротехники: в 2 т. Том 1. Электрические и магнитные цепи с сосредоточенными параметрами", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011812.html>;

9. Шакирзяно Ф.Н.- "Сборник задач по теоретическим основам электротехники: в 2 т. Том 2. Электрические цепи с распределенными параметрами. Электромагнитное поле", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011829.html>.

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

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

### **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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
12. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
13. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>

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

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
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	3-208/8, Кабинет сотрудников каф. "ТОЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, шкаф
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	3-403/5б, Помещение каф. "ТОЭ"	стул, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теоретические основы электротехники

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Расчет электрических цепей постоянного тока» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №2 «Комплексный метод расчета электрических цепей синусоидального тока» (Контрольная работа)
- КМ-3 Защита расчетного задания №1 «Разветвленная цепь постоянного тока» (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита расчетного задания №2 «Разветвленная цепь синусоидального тока» (Контрольная работа)
- КМ-5 Контрольная работа №3 «Четырехполюсники и фильтры» (Контрольная работа)
- КМ-6 Итоговая защита лабораторных работ (1 часть) (Интервью)

**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	12	14	15	16
1	Линейные электрические цепи постоянного тока.							
1.1	Линейные электрические цепи постоянного тока.		+	+	+			+
2	Линейные электрические цепи синусоидального тока.							
2.1	Линейные электрические цепи синусоидального тока.		+	+		+		+
3	Линейные электрические цепи несинусоидального тока							
3.1	Линейные электрические цепи несинусоидального тока						+	
4	Четырехполюсники и электрические фильтры							
4.1	Четырехполюсники и электрические фильтры						+	
Вес КМ, %:			10	10	25	25	10	20

#### 4 семестр

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

- КМ-7 Контрольная работа №4 «Расчет трехфазных электрических цепей» (Контрольная работа)
- КМ-8 Контрольная работа №5 «Переходные процессы в линейных электрических цепях». (Контрольная работа)
- КМ-9 Защита расчетного задания №3 «Симметричные, несимметричные и несинусоидальные

- режимы в трехфазной цепи с динамической нагрузкой» (Контрольная работа)  
 КМ-10 Защита расчетного задания №4 «Переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами» (Контрольная работа)  
 КМ-11 Контрольная работа №6 «Нелинейные цепи» (Контрольная работа)  
 КМ-12 Итоговая защита лабораторных работ (2 часть) (Интервью)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12
		Неделя КМ:	4	8	12	14	15	16
1	Трехфазные электрические цепи.							
1.1	Трехфазные электрические цепи.		+		+			+
2	Высшие гармоники и симметричные составляющие ЭДС, токов и напряжений трехфазных электрических цепей							
2.1	Высшие гармоники и симметричные составляющие ЭДС, токов и напряжений трехфазных электрических цепей				+			
3	Переходные процессы в линейных электрических цепях							
3.1	Переходные процессы в линейных электрических цепях			+		+		+
4	Установившиеся и переходные процессы в нелинейных цепях							
4.1	Установившиеся и переходные процессы в нелинейных цепях						+	+
Вес КМ, %:			10	10	25	25	10	20

### 5 семестр

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

- КМ-13 Контрольная работа №7 «Длинные линии» (Контрольная работа)  
 КМ-14 Контрольная работа №8 «Электрическое поле» (Контрольная работа)  
 КМ-15 Защита расчетного задания №5 «Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами» (Контрольная работа)  
 КМ-16 Защита расчетного задания №6 «Расчет потенциальных электрических полей» (Контрольная работа)  
 КМ-17 Контрольная работа №9 «Магнитное поле» (Контрольная работа)  
 КМ-18 Итоговая защита лабораторных работ (3 часть) (Интервью)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-13	КМ-14	КМ-15	КМ-16	КМ-17	КМ-18
		Неделя КМ:	4	8	12	14	15	16
1	Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами							
1.1	Установившиеся и переходные процессы в цепях с распределенными параметрами		+		+			+
2	Основы теории электромагнитного поля. Электростатическое поле							
2.1	Основы теории электромагнитного поля. Электростатическое поле			+		+		+
3	Стационарные электрические и магнитные поля							
3.1	Стационарные электрические и магнитные поля						+	+
4	Переменное электромагнитное поле							
4.1	Переменное электромагнитное поле							+
Вес КМ, %:			10	10	25	25	10	20