

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Беспроводные технологии и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.03.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5; 4 семестр - 5; всего - 10
Часов (всего) по учебному плану:	360 часов
Лекции	3 семестр - 8 часов; 4 семестр - 8 часов; всего - 16 часов
Практические занятия	3 семестр - 8 часов; 4 семестр - 8 часов; всего - 16 часов
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа; 4 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	3 семестр - 160,2 часа; 4 семестр - 160,2 часа; всего - 320,4 часов
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	3 семестр - 1,5 часа; 4 семестр - 1,5 часа; всего - 3,0 часа
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	4 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

Г.В. Жихарева

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крутских В.В.
	Идентификатор	R49539849-KrutskikhVV-f157536

В.В. Крутских

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: получение базовых знаний современной теории электрических цепей как основы для успешного изучения последующих предметов электротехнического, схмотехнического и технико-кибернетического циклов

Задачи дисциплины

- освоение основных понятий теории электрических цепей;
- изучение методов анализа и синтеза электрических цепей;
- формирование умения самостоятельно решать задачи анализа электрических цепей и рассчитывать их характеристики.

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-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, связанных с разработкой и проектированием радиотехнических устройств	ИД-2 _{опк-1} Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	знать: - методы синтеза линейных двухполюсников и фильтров. уметь: - анализировать нестационарные процессы в резонансных линейных цепях; - анализировать сложные линейные цепи при стационарных внешних воздействиях; - анализировать линейные цепи при гармоническом внешнем воздействии методом комплексных амплитуд; - рассчитывать и анализировать частотные характеристики апериодических линейных цепей; - рассчитывать и анализировать частотные характеристики резонансных линейных цепей; - анализировать сигналы в нелинейных резистивных цепях; - анализировать нестационарные процессы в апериодических линейных цепях; - рассчитывать и анализировать сигналы в нагруженной линии передачи.
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИД-1 _{опк-2} Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований	знать: - параметры волновых процессов и режимов работы нагруженной линии передачи; - методы определения частотных характеристик апериодических линейных цепей; - методы экспериментального определения параметров гармонических сигналов;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> - методы анализа сложных цепей при стационарных воздействиях; - методы экспериментального определения параметров четырехполюсников; - режимы работы нелинейных резистивных цепей; - методы определения переходных характеристик апериодических линейных цепей; - методы определения переходных характеристик линейных резонансных цепей; - методы определения частотных характеристик резонансных линейных цепей. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять параметры линейных четырехполюсников.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Беспроводные технологии и интернет вещей (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать теорию функций комплексного переменного
- знать аналитическую геометрию
- знать линейную алгебру
- знать основные понятия и законы теории электромагнетизма
- уметь строить графики по заданным функциям
- уметь выполнять элементарные операции с комплексными числами
- уметь решать линейные уравнения
- уметь решать дифференциальные уравнения

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 10 зачетных единиц, 360 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	Методы анализа сложных цепей	35.50	3	2	-	3	-	0.7	-	0.30	-	29.5	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные понятия теории электрических цепей", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций, подготовка к тестированию</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполнение п. 1 расчетного задания. Анализ топологии заданной схемы линейной электрической цепи. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основные понятия теории электрических цепей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 5-18 [2], 4-9, 44-48</p>
1.1	Основные понятия теории электрических цепей	7.15		1	-	1	-	0.5	-	0.15	-	4.5	-	
1.2	Методы анализа сложных цепей	28.35		1	-	2	-	0.2	-	0.15	-	25	-	

														[4], 25, 26, 33, 34, 37, 38
2	Анализ линейных цепей при гармоническом внешнем воздействии	28.8	1	-	2	-	0.5	-	0.3	-	25	-	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, подготовка к тестированию <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Анализ линейных цепей в стационарном режиме", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Анализ линейных цепей в стационарном режиме" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Анализ линейных цепей в стационарном режиме" и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 19-89 [2], 10-28, 49-63 [3], 4-10, 54-61 [4], 60-65, 89, 91, 98-101, 301-303
2.1	Анализ линейных цепей при гармоническом внешнем воздействии	28.8	1	-	2	-	0.5	-	0.3	-	25	-	-	
3	Частотные характеристики апериодических цепей	33.5	2	-	1	-	0.2	-	0.3	-	30	-	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Частотные характеристики линейных цепей", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Частотные характеристики линейных цепей" и
3.1	Частотные характеристики апериодических цепей	33.5	2	-	1	-	0.2	-	0.3	-	30	-	-	

														<p>подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций, подготовка к тестированию</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для подготовки к лабораторным работам необходимо изучить содержание лабораторного задания, выполнить домашнюю подготовку к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе.</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполнение пп. 7, 8 расчетного задания. Расчет, построение и анализ частотных характеристик заданной линейной электрической цепи. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Частотные характеристики линейных цепей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 90-123 [2], 29-35, 64-74 [4], 128-134</p>
4	Частотные характеристики резонансных цепей	33.6	2	-	1	-	0.3	-	0.3	-	30	-		
4.1	Частотные характеристики резонансных цепей	33.6	2	-	1	-	0.3	-	0.3	-	30	-		

5	Элементы теории четырехполосников	12.6		1	-	1	-	0.3	-	0.3	-	10	-	
5.1	Элементы теории четырехполосников	12.6		1	-	1	-	0.3	-	0.3	-	10	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	180.00		8	-	8	-	2.0	-	1.50	0.3	124.5	35.7	
	Итого за семестр	180.00		8	-	8	2.0	1.50	0.3	160.2				
6	Анализ цепи с нелинейным резистивным двухполосником	12.8	4	1	-	1	-	0.5	-	0.3	-	10	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Анализ цепи с нелинейным резистивным двухполосником" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций, подготовка к тестированию</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для подготовки к лабораторной работе необходимо изучить содержание лабораторного задания, выполнить домашнюю подготовку к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Анализ цепи с нелинейным резистивным двухполосником", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 124-139 [3], 11-18, 62-66</p>
6.1	Анализ цепи с нелинейным резистивным двухполосником	12.8		1	-	1	-	0.5	-	0.3	-	10	-	

														[4], 241, 242, 262-264
7	Классический метод анализа нестационарных процессов	22.5	1	-	1	-	0.2	-	0.3	-	20	-		<p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Расчетное задание состоит в анализе прохождения импульсного сигнала через двухзвенную апериодическую цепь второго порядка. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Нестационарные процессы в линейных электрических цепях" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Нестационарные процессы в линейных электрических цепях" и подготовка к контрольным работам</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для подготовки к лабораторным работам необходимо изучить содержание лабораторного задания, выполнить домашнюю подготовку к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Нестационарные процессы в линейных электрических цепях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, подготовка к</p>
7.1	Классический метод анализа нестационарных процессов	22.5	1	-	1	-	0.2	-	0.3	-	20	-		

													тестированию <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 149-212 [2], 36-43, 75-89
8	Методы анализа нестационарных процессов, основанные на преобразовании Лапласа и интеграле Дюамеля	50.00	2	-	2	-	0.7	-	0.30	-	45	-	
8.1	Операторный метод анализа нестационарных процессов	32.65	1	-	1	-	0.5	-	0.15	-	30	-	
8.2	Анализ нестационарных процессов методом интеграла Дюамеля	17.35	1	-	1	-	0.2	-	0.15	-	15	-	
9	Цепи с распределенными параметрами	29.5	2	-	2	-	0.2	-	0.3	-	25	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Цепи с распределенными параметрами" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для подготовки к лабораторной работе необходимо изучить содержание лабораторного задания, выполнить домашнюю подготовку к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>
9.1	Цепи с распределенными параметрами	29.5	2	-	2	-	0.2	-	0.3	-	25	-	

													Проработка лекции, подготовка к тестированию <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Цепи с распределенными параметрами и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Цепи с распределенными параметрами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 230-251 [4], 352-355
10	Синтез линейных цепей	29.20	2	-	2	-	0.4	-	0.30	-	24.5	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Синтез линейных цепей и подготовка к контрольной работе
10.1	Синтез линейных двухполюсников	12.35	1	-	1	-	0.2	-	0.15	-	10	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Синтез линейных цепей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
10.2	Синтез фильтров	16.85	1	-	1	-	0.2	-	0.15	-	14.5	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Синтез линейных цепей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 213-229

														[3], 19-53, 67-81
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7		
	Всего за семестр	180.00		8	-	8	-	2.0	-	1.50	0.3	124.5	35.7	
	Итого за семестр	180.00		8	-	8	2.0	1.50	0.3	160.2				
	ИТОГО	360.00	-	16	-	16	4.0	3.00	0.6	320.4				

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. Методы анализа сложных цепей

1.1. Основные понятия теории электрических цепей

Предмет и задачи курса ОТЦ, его место в подготовке радиоинженеров. Понятие о методах теории цепей и теории поля. Пределы применимости методов теории цепей. Физические основы теории цепей. Понятие об электрической цепи. Основные электрические величины: ток, напряжение, мощность и энергия. Единицы измерения. Положительные направления тока и напряжения. Понятие о пассивных и активных элементах и участках цепей. Понятие о математических и схемных моделях элементов электрических цепей. Многополюсники. Идеализированные пассивные элементы электрических цепей. Определения сопротивления, проводимости, емкости и индуктивности. Единицы измерения. Зависимости между током, напряжением, мощностью и энергией для элементарных пассивных двухполюсников. Реальные пассивные элементы и их схемы замещения. Идеализированные активные элементы. Идеализированные источники тока и напряжения. Схемы замещения реальных источников. Понятие о схемах электрических цепей. Последовательное, параллельное и смешанное соединение двухполюсных элементов. Основы топологии цепей. Ветвь, узел и контур электрической схемы. Законы Кирхгофа для мгновенных значений токов и напряжений. Физическое содержание законов Кирхгофа. Понятие об уравнениях электрического равновесия (математической модели) электрической цепи. Топологические и компонентные уравнения. Основная система уравнений электрического равновесия цепи. Использование топологических представлений для определения числа независимых уравнений баланса токов и баланса напряжений. Дифференциальное уравнение цепи. Классификация цепей по математическим моделям: линейные, нелинейные и параметрические цепи; цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами. Классификация цепей по энергетическим свойствам, числу внешних выводов и по топологическим особенностям. Формулировка задач анализа и синтеза электрических цепей..

1.2. Методы анализа сложных цепей

Методы формирования уравнений электрического равновесия сложных цепей. Методы токов ветвей и напряжений ветвей. Методы контурных токов и узловых напряжений. Понятие об эквивалентных участках цепи. Эквивалентные преобразования цепей с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов. Преобразование «треугольника» сопротивлений в «звезду» и обратное преобразование. Основные теоремы теории цепей и их применение для решения задач анализа. Принцип наложения. Теорема взаимности. Теоремы об эквивалентных источниках..

2. Анализ линейных цепей при гармоническом внешнем воздействии

2.1. Анализ линейных цепей при гармоническом внешнем воздействии

Понятие о периодических процессах. Период, частота. Гармонические колебания. Мгновенное значение, текущая и начальная фазы, амплитуда, циклическая и угловая частота гармонического колебания. Среднее и среднеквадратическое (действующее) значение периодической функции. Дифференциальные уравнения цепи при гармоническом воздействии. Анализ линейной цепи при гармоническом воздействии во временной области. Представление гармонических функций времени на комплексной плоскости. Комплексное текущее значение и комплексная амплитуда гармонического тока и напряжения. Понятие о методе комплексных амплитуд. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Комплексное входное сопротивление и комплексная входная проводимость двухполюсников. Элементарные двухполюсники при гармоническом воздействии. Временные и векторные

диаграммы для тока, напряжения, мощности и энергии. Энергетические соотношения в простейших цепях при гармоническом воздействии. Мгновенная, средняя (активная), реактивная, полная и комплексная мощности. Единицы измерения. Коэффициент мощности. Баланс мощностей. Согласование источника энергии с нагрузкой по критериям максимума передаваемой средней мощности. Индуктивно-связанные цепи при гармоническом воздействии. Понятие о взаимной индуктивности. Компонентные уравнения связанных индуктивностей. Согласное и встречное включения. Понятие об одноименных зажимах. Применение метода комплексных амплитуд для анализа индуктивно-связанных цепей. Схема замещения связанных индуктивностей. Последовательное и параллельное включение связанных индуктивностей. Линейный трансформатор. Понятие об идеальном трансформаторе. Свойства идеального трансформатора. Понятие о реальных трансформаторах. Понятие о трехфазной электрической цепи. Виды соединений. Симметричный и несимметричный режимы работы. Вращающееся магнитное поле..

3. Частотные характеристики аperiodических цепей

3.1. Частотные характеристики аperiodических цепей

Понятие о комплексных частотных характеристиках (КЧХ) линейных цепей. Классификация КЧХ, их размерность и формы представления. Понятие об амплитудно-частотной (АЧХ) и фазо-частотной (ФЧХ) характеристиках линейных электрических цепей. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики (ЛАХ). Способы графического изображения КЧХ. Понятие о годографе (диаграмме) Найквиста. Электрические фильтры. АЧХ и ФЧХ RC- и RL-цепей. Понятие о фильтрах нижних частот, верхних частот, полосовых и режекторных фильтрах..

4. Частотные характеристики резонансных цепей

4.1. Частотные характеристики резонансных цепей

Резонансные явления в электрических цепях. Одиночный колебательный контур. Классификация одиночных колебательных контуров по способу включения источника энергии. Определение и критерии резонанса. Резонанс напряжений. Резонансная частота, характеристическое и резонансное сопротивления, добротность и обобщенная расстройка одиночного колебательного контура. Входные и передаточные частотные характеристики последовательного колебательного контура. Избирательность и полоса пропускания. Понятие об идеальной избирательной цепи. Параллельный колебательный контур. Резонанс токов. Входные и передаточные частотные характеристики параллельного колебательного контура. Влияние внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки на резонансные свойства одиночных колебательных контуров. Контур с неполным включением. Частотные характеристики сложных колебательных контуров. Коэффициент включения. Влияние внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки на резонансные свойства колебательных контуров с неполным включением. Связанные колебательные контуры. Виды связи, сопротивление связи, коэффициент и фактор связи. Сильная, слабая и критическая связь. Обобщенная схема замещения связанных контуров. Схемы замещения первичного и вторичного контуров. Частотные характеристики системы двух связанных колебательных контуров, полоса пропускания и коэффициент прямоугольности..

5. Элементы теории четырехполюсников

5.1. Элементы теории четырехполюсников

Элементы теории четырехполюсников. Основные уравнения и системы первичных параметров четырехполюсников. Физический смысл, основные свойства и методы определения первичных параметров. Связь между различными системами параметров. Канонические схемы замещения четырехполюсников. Составные четырехполюсники. Свойства нагруженных четырехполюсников. Активные и невзаимные четырехполюсники. Преобразователи сопротивления..

6. Анализ цепи с нелинейным резистивным двухполюсником

6.1. Анализ цепи с нелинейным резистивным двухполюсником

Особенности электрических процессов в нелинейных цепях. Классификация нелинейных цепей. Нелинейные резистивные элементы. Вольтамперные характеристики нелинейных резистивных элементов. Общие понятия о методах формирования уравнений электрического равновесия нелинейных резистивных цепей. Графические методы анализа нелинейных резистивных цепей. Определение рабочих точек нелинейных резистивных элементов. Определение реакции безынерционного нелинейного резистивного элемента на произвольное внешнее воздействие. Нелинейное резистивное сопротивление при гармоническом воздействии. Образование гармоник. Понятие о режимах большого и малого сигналов. Линеаризация характеристик нелинейных резистивных элементов в окрестности рабочей точки. Понятие о нелинейных искажениях. Нелинейное резистивное сопротивление при одновременном воздействии двух гармонических колебаний. Комбинационные частоты..

7. Классический метод анализа нестационарных процессов

7.1. Классический метод анализа нестационарных процессов

Понятие об установившихся, неустойчивых и переходных процессах. Непрерывность изменения энергии электрического и магнитного полей. Правила коммутации. Порядок цепи. Классический метод анализа переходных процессов. Дифференциальные уравнения простейших цепей и методы их решения. Свободные и вынужденные составляющие токов и напряжений. Определение постоянных интегрирования. Переходные процессы в цепях первого и второго порядков. Зависимость характера переходных процессов в цепи от типа корней характеристического уравнения. Постоянная времени цепи и время установления колебаний. Влияние потерь на характер свободного процесса. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Временные характеристики линейных цепей. Понятие о единичном скачке и единичном импульсе и их свойства. Переходная и импульсная характеристики..

8. Методы анализа нестационарных процессов, основанные на преобразовании Лапласа и интеграле Дюамеля

8.1. Операторный метод анализа нестационарных процессов

Операторный метод анализа переходных процессов. Прямое и обратное преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Операторное сопротивление и операторная проводимость. Операторные схемы замещения элементарных двухполюсников при нулевых начальных условиях. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторная схема замещения цепи..

8.2. Анализ нестационарных процессов методом интеграла Дюамеля

Связь между операторными и временными характеристиками цепи. Понятие о собственных функциях линейной цепи. Применение принципа наложения для анализа нестационарных процессов в линейных цепях. Использование переходной и импульсной характеристик для анализа неустойчивых и переходных процессов. Интеграл Дюамеля.

Системная функция линейной цепи. Входные и передаточные функции. Понятие о комплексной частоте. Нули и полосы системной функции..

9. Цепи с распределенными параметрами

9.1. Цепи с распределенными параметрами

Понятие о цепях с распределенными параметрами. Линии передачи (длинные линии) и их классификация. Погонные параметры линий передачи. Эквивалентная схема отрезка линии малой длины. Дифференциальные уравнения линии передачи для мгновенных значений токов и напряжений. Решение дифференциальных уравнений линии. Понятие о прямой и обратной волнах. Волновое сопротивление линии. Однородная линия передачи при гармоническом воздействии. Длина волны в линии, фазовая скорость. Коэффициент затухания и коэффициент фазы. Явления в нагруженной линии передачи. Падающая и отраженная волны. Коэффициент отражения. Распределение амплитуд напряжения и тока в линии без потерь при различных видах нагрузки. Режимы бегущих, стоячих и смешанных волн. Понятие коэффициента стоячей (КСВ) и коэффициента бегущей волны (КБВ). Линия передачи как четырехполюсник. Матрица передачи и входное сопротивление отрезка линии передачи без потерь..

10. Синтез линейных цепей

10.1. Синтез линейных двухполюсников

Аналитические свойства функций входного сопротивления и проводимости линейного пассивного двухполюсника. Условия физической реализуемости. Свойства входных функций реактивных двухполюсников. Теорема Фостера. Реализация реактивных двухполюсников по заданной входной функции. Идея синтеза линейного двухполюсника с заданной структурой. Метод последовательного выделения простейших составляющих (метод Фостера). Метод разложения в цепную дробь (метод Кауэра). Канонические схемы реактивных двухполюсников..

10.2. Синтез фильтров

Свойства передаточных функций четырехполюсников. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые четырехполюсники. Постановка задачи синтеза линейных фильтров. Условия физической реализуемости. Аппроксимация частотных характеристик по Баттерворту и Чебышеву. Особенности синтеза фильтров верхних частот и полосовых фильтров. Понятие фильтра-прототипа. Схемная реализация четырехполюсника по заданному выражению для коэффициента передачи по напряжению. Способы схемной реализации..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет линейных электрических цепей при гармоническом внешнем воздействии методом комплексных амплитуд;
2. Расчет параметров четырехполюсников;
3. Расчет частотных характеристик линейных электрических цепей;
4. Расчет линейных электрических цепей методами контурных токов и узловых потенциалов. Эквивалентные преобразования линейных цепей;
5. Расчет цепей с нелинейным резистивным двухполюсником;
6. Анализ нестационарных процессов в линейных электрических цепях;
7. Расчет параметров волновых процессов и сигналов в нагруженной линии передачи;
8. Синтез линейных электрических цепей.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультация перед экзаменом по разделу "Методы анализа сложных цепей"
2. Консультация перед экзаменом по разделу "Анализ линейных цепей при гармоническом внешнем воздействии"
3. Консультация перед экзаменом по разделу "Частотные характеристики апериодических цепей"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Частотные характеристики резонансных цепей"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Элементы теории четырехполюсников"
6. Консультация перед экзаменом по разделу "Анализ цепи с нелинейным резистивным двухполюсником"
7. Консультация перед экзаменом по разделу "Классический метод анализа нестационарных процессов"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы анализа нестационарных процессов, основанные на преобразовании Лапласа и интеграле Дюамеля"
9. Консультация перед экзаменом по разделу "Цепи с распределенными параметрами"
10. Консультация перед экзаменом по разделу "Синтез линейных цепей"

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		
Знать:													
методы синтеза линейных двухполюсников и фильтров	ИД-2 _{ОПК-1}											+	Контрольная работа/Синтез линейных двухполюсников и четырехполюсников
методы определения частотных характеристик резонансных линейных цепей	ИД-1 _{ОПК-2}				+								Тестирование/Колебательные контуры
методы определения переходных характеристик линейных резонансных цепей	ИД-1 _{ОПК-2}								+				Тестирование/Свободные колебания и переходные процессы в цепях второго порядка
методы определения переходных характеристик апериодических линейных цепей	ИД-1 _{ОПК-2}							+					Тестирование/Свободные колебания и переходные процессы в цепях первого порядка
режимы работы нелинейных резистивных цепей	ИД-1 _{ОПК-2}						+						Тестирование/Цепи с нелинейным двухполюсником
методы экспериментального определения параметров четырехполюсников	ИД-1 _{ОПК-2}					+							Контрольная работа/Системы параметров четырехполюсников
методы анализа сложных цепей при стационарных воздействиях	ИД-1 _{ОПК-2}	+											Тестирование/Разветвленная цепь постоянного тока
методы экспериментального определения параметров гармонических сигналов	ИД-1 _{ОПК-2}		+										Тестирование/RC- и RL-цепи при гармоническом внешнем воздействии
методы определения частотных характеристик апериодических линейных цепей	ИД-1 _{ОПК-2}			+									Тестирование/Частотные характеристики RC- и RL-цепей
параметры волновых процессов и режимов работы нагруженной линии передачи	ИД-1 _{ОПК-2}										+		Тестирование/Стационарные процессы в линии передачи

Уметь:												
рассчитывать и анализировать сигналы в нагруженной линии передачи	ИД-2 _{ОПК-1}										+	Тестирование/Стационарные процессы в линии передачи
анализировать нестационарные процессы в апериодических линейных цепях	ИД-2 _{ОПК-1}									+		Тестирование/Свободные колебания и переходные процессы в цепях первого порядка
анализировать сигналы в нелинейных резистивных цепях	ИД-2 _{ОПК-1}									+		Тестирование/Цепи с нелинейным двухполюсником
рассчитывать и анализировать частотные характеристики резонансных линейных цепей	ИД-2 _{ОПК-1}					+						Тестирование/Колебательные контуры
рассчитывать и анализировать частотные характеристики апериодических линейных цепей	ИД-2 _{ОПК-1}					+						Тестирование/Частотные характеристики RC- и RL-цепей
анализировать линейные цепи при гармоническом внешнем воздействии методом комплексных амплитуд	ИД-2 _{ОПК-1}										+	Тестирование/RC- и RL-цепи при гармоническом внешнем воздействии
анализировать сложные линейные цепи при стационарных внешних воздействиях	ИД-2 _{ОПК-1}										+	Тестирование/Разветвленная цепь постоянного тока
анализировать нестационарные процессы в резонансных линейных цепях	ИД-2 _{ОПК-1}										+	Тестирование/Свободные колебания и переходные процессы в цепях второго порядка
определять параметры линейных четырехполюсников	ИД-1 _{ОПК-2}										+	Контрольная работа/Системы параметров четырехполюсников

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. Системы параметров четырехполюсников (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Колебательные контуры (Тестирование)
2. Разветвленная цепь постоянного тока (Тестирование)
3. Частотные характеристики RC- и RL-цепей (Тестирование)
4. RC- и RL-цепи при гармоническом внешнем воздействии (Тестирование)

4 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Синтез линейных двухполюсников и четырехполюсников (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Свободные колебания и переходные процессы в цепях второго порядка (Тестирование)
2. Свободные колебания и переходные процессы в цепях первого порядка (Тестирование)
3. Стационарные процессы в линии передачи (Тестирование)
4. Цепи с нелинейным двухполюсником (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка за 3 семестр 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 4 семестр.

Экзамен (Семестр №4)

Оценка за 4 семестр 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 4 семестр.

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Баскаков, С. И. Лекции по теории цепей : Учебное пособие / С. И. Баскаков . – 3-е изд., испр . – М. : Эдиториал УРСС, 2002 . – 280 с. - ISBN 5-354-00061-0 .;

2. Гречихин, В. А. Основы теории цепей. Руководство к решению задач анализа линейных цепей с сосредоточенными параметрами : Учебное пособие по курсу "Основы теории цепей" по направлению "Радиотехника" / В. А. Гречихин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 92 с. - ISBN 5-7046-7070-3 .;
3. Гречихин, В. А. Основы теории цепей. Руководство к решению задач анализа и синтеза двухполюсников и четырехполюсников : Учебное пособие по курсу "Основы теории цепей" по направлению "Радиотехника" / В. А. Гречихин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 84 с. - ISBN 5-7046-0945-7 .;
4. Бакалов В. П., Дмитриков В. Ф., Крук Б. И.- "Основы теории цепей", (4-е изд.), Издательство: "Горячая линия-Телеком", Москва, 2018 - (596 с.)
<https://e.lanbook.com/book/111006>.

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. Acrobat Reader;
6. Micro-Cap;
7. SmathStudio.

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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
4. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
5. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
6. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
7. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
8. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
9. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
10. 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-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование

		специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
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	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории цепей

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Разветвленная цепь постоянного тока (Тестирование)
- КМ-2 RC- и RL-цепи при гармоническом внешнем воздействии (Тестирование)
- КМ-3 Частотные характеристики RC- и RL-цепей (Тестирование)
- КМ-4 Колебательные контуры (Тестирование)
- КМ-5 Системы параметров четырехполюсников (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	10	12	15
1	Методы анализа сложных цепей						
1.1	Основные понятия теории электрических цепей		+				
1.2	Методы анализа сложных цепей		+				
2	Анализ линейных цепей при гармоническом внешнем воздействии						
2.1	Анализ линейных цепей при гармоническом внешнем воздействии			+			
3	Частотные характеристики апериодических цепей						
3.1	Частотные характеристики апериодических цепей				+		
4	Частотные характеристики резонансных цепей						
4.1	Частотные характеристики резонансных цепей					+	
5	Элементы теории четырехполюсников						
5.1	Элементы теории четырехполюсников						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-6 Цепи с нелинейным двухполюсником (Тестирование)
- КМ-7 Свободные колебания и переходные процессы в цепях первого порядка (Тестирование)
- КМ-8 Свободные колебания и переходные процессы в цепях второго порядка (Тестирование)

КМ-9 Стационарные процессы в линии передачи (Тестирование)

КМ-10 Синтез линейных двухполосников и четырехполосников (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
		Неделя КМ:	3	6	9	12	15
1	Анализ цепи с нелинейным резистивным двухполосником						
1.1	Анализ цепи с нелинейным резистивным двухполосником		+				
2	Классический метод анализа нестационарных процессов						
2.1	Классический метод анализа нестационарных процессов			+			
3	Методы анализа нестационарных процессов, основанные на преобразовании Лапласа и интеграле Дюамеля						
3.1	Операторный метод анализа нестационарных процессов				+		
3.2	Анализ нестационарных процессов методом интеграла Дюамеля				+		
4	Цепи с распределенными параметрами						
4.1	Цепи с распределенными параметрами					+	
5	Синтез линейных цепей						
5.1	Синтез линейных двухполосников						+
5.2	Синтез фильтров						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20