МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории цепей

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **1, 2**
Семестр: **2, 3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	36	62	часов
2	Практические занятия	22	18	40	часов
3	Лабораторные работы	16	16	32	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)		10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	64	80	144	часов
6	Самостоятельная работа	44	64	108	часов
7	Всего (без экзамена)	108	144	252	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
9	Общая трудоемкость	108	180	288	часов
		3.0	5.0	8.0	З.Е.

Зачет: 2 семестр
Экзамен: 3 семестр
Курсовая работа (проект): 3 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 28584

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «10» 5 2018 г.

Томск 2018

Согласована на портале № 28584

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
профессор ТОР ТУСУР _____ А. В. Филатов

Заведующий обеспечивающей каф.
ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ С. И. Богомолов

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Согласована на портале № 28584

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение базовой теоретической подготовки, раскрывающей основы и принципы работы и моделирования радиоэлектронных устройств различного назначения, необходимой для дальнейшего изучения специальных дисциплин

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является освоение студентами современных методов анализа электрических цепей с сосредоточенными параметрами в установившемся и пере-ходном режимах, методов анализа электрических цепей с распределенными параметрами – длинные линии при гармоническом воздействии

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы теории цепей» (Б1.Б.17) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы теории цепей, Математика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Основы теории цепей, Радиотехнические цепи и сигналы, Схемотехника аналоговых электронных устройств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-7 способностью владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей;

– ПК-5 способностью использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - методы и средства теоретического и экспериментального исследования линейных электрических цепей при произвольных воздействиях; - основные методы анализа электрических цепей в установившемся режиме при гармонических воздействиях; - методы анализа переходных процессов в линейных электрических цепях; - частотные характеристики и временные характеристики электрических цепей; - основы теории четырехполюсников, в том числе с обратной связью; - основы теории цепей с распределенными параметрами; - основы теории аналоговых электрических фильтров; - основы теории нелинейных резистивных цепей

– **уметь** - описывать и объяснять процессы в электрических цепях; - строить модели электрических цепей, проводить их анализ; - читать электрические схемы радиоэлектронных устройств; - рассчитывать и анализировать электрические цепи в установившемся и неустановившемся режимах на персональных ЭВМ

– **владеть** - навыками экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		2 семестр	3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	144	64	80
Лекции	62	26	36
Практические занятия	40	22	18
Лабораторные работы	32	16	16

Согласована на портале № 28584

Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10		10
Самостоятельная работа (всего)	108	44	64
Оформление отчетов по лабораторным работам	26	10	16
Проработка лекционного материала	27	11	16
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	55	23	32
Всего (без экзамена)	252	108	144
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость, ч	288	108	180
Зачетные Единицы	8.0	3.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Курс. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр							
1 Введение. Основные положения теории электрических цепей	4	4	2	7	0	17	ОПК-7
2 Методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Метод комплексных амплитуд	6	6	4	10	0	26	ОПК-7
3 Эквивалентные преобразования участков цепи	2	2	0	5	0	9	ОПК-7
4 Методы анализа сложных цепей в установившемся режиме	6	6	6	11	0	29	ОПК-7, ПК-5
5 Комплексные и операторные схемные функции цепи. Частотные характеристики	6	4	4	10	0	24	ОПК-7, ПК-5
6 Частотные характеристики реактивных двухполюсников	2	0	0	1	0	3	ОПК-7, ПК-5
Итого за семестр	26	22	16	44	0	108	
3 семестр							
7 Резонансные цепи при гармоническом воздействии	6	4	4	14	10	28	ОПК-7, ПК-5
8 Основы теории четырехполюсников	4	4	0	10		18	ОПК-7, ПК-5
9 Фильтры	6	0	4	8		18	ОПК-7, ПК-

Согласована на портале № 28584

							5
10 Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии	6	2	4	10		22	ОПК-7, ПК-5
11 Общие сведения о переходных процессах. Классический и операторный методы анализа цепи в переходном режиме.	6	4	4	14		28	ОПК-7, ПК-5
12 Временные характеристики и их связь с частотными	2	0	0	1		3	ОПК-7, ПК-5
13 Нелинейные цепи	6	4	0	7		17	ОПК-7, ПК-5
Итого за семестр	36	18	16	64	10	144	
Итого	62	40	32	108	10	252	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение. Основные положения теории электрических цепей	Основные определения и понятия. Электрический ток, напряжение, энергия, мощность. Электрическая цепь, компоненты, топология. Понятие двухполюсника, четырехполюсника, многополюсника. Типы элементов (линейные, нелинейные и параметриче-ские). Идеальные элементы: сопротивление, индуктивность, емкость, источники напряжения и тока. Вольтамперные характеристики. Зависимые источники. Схемы цепи (структурные, принципиальные, эквивалентные). Типовые входные воздействия в теории цепей. Основные соотношения: законы Ома, Кирхгофа, баланс мощностей. Установившийся и неустановившийся режимы работы цепи. Принцип суперпозиции в линейных электрических цепях (ЛЭЦ). Математическая модель цепи (ММЦ) в виде системы уравнений. Основная система уравнений электрического равновесия цепи	4	ОПК-7
	Итого	4	
2 Методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Метод комплексных амплитуд	Обоснование выбора гармонического сигнала, его параметры. Постоянное воздействие – как частный случай гармонического. Метод комплексных амплитуд (МКА), алгебраизация ММЦ, законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме, баланс мощностей в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряжений	6	ОПК-7

Согласована на портале № 28584

	Итого	6	
3 Эквивалентные преобразования участков цепи	Определение эквивалентных участков цепи. Виды соединения (последовательное, параллельное, смешанное), их эквивалентное преобразование; эквивалентное преобразование источников тока и напряжения; перенос источников тока и напряжения в другие ветви	2	ОПК-7
	Итого	2	
4 Методы анализа сложных цепей в установившемся режиме	Уменьшение числа искомых неизвестных. Метод контурных токов и метод узловых потенциалов. Матричная форма записи ММЦ и ее решение. Машинный метод анализа цепей на базе метода узловых потенциалов. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора	6	ОПК-7, ПК-5
	Итого	6	
5 Комплексные и операторные схемные функции цепи. Частотные характеристики	Входные, выходные и передаточные функции цепи. Определение амплитудно-частотных (АЧХ) и фазочастотных (ФЧХ) характеристик на базе комплекс-ной функции. Частотные характеристики RC, RL -цепей. Особенности частотных характеристик цепей, которые содержат один реактивный элемент, не-сколько однотипных реактивных элементов, разнотипные реактивные элементы. Понятие полосы про-пускания цепи (ППЦ), методика определения ППЦ. Фильтры нижних частот, верхних частот, полосно-пропускающие и режекторные	6	ОПК-7
	Итого	6	
6 Частотные характеристики реактивных двухполюсников	Определение реактивного двухполюсника (РД), особенности АЧХ и ФЧХ РД; диаграммы реактивных сопротивлений, основные правила их построения; Применение диаграмм РД для качественного анализа ЧХ цепей с малыми потерями.Применение ЭВМ для расчета комплексных входных и передаточных функций, частотных характеристик электрических цепей, автоматизация расчета.	2	ОПК-7, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
3 семестр			
7 Резонансные цепи при гармоническом воздействии	Явление резонанса и его значение в радиотехнике и электросвязи. Последовательный и параллельный резонансные контуры. Резонанс напряжения, тока.Последовательный колебательный контур. Резонансная частота. Определение тока и напряжений на участке цепи при резонансе. Векторная диаграмма. Энергетические соотношения при резонансе. Входное сопротивление контура. Частотные характеристики: резонансная кривая (амплитудно-частотная и фазо-частотная характери-	6	ОПК-7, ПК-5

Согласована на портале № 28584

	стики). Абсолютная и относительная расстройка. Добротность контура. Избирательность и полоса пропускания. Коэффициент передачи контура по напряжению.Типы параллельных колебательных контуров (простой, с разделенными индуктивностями, разделенными емкостями), обобщенная схема. Резонанс токов. Резонансная частота. Резонансное сопротивление. Определение токов в ветвях. Векторная диаграмма. Мощность при резонансе. Частотные характеристики простых и сложных параллельных контуров. Влияние внешних цепей на частотные характеристики контуров.		
	Итого	6	
8 Основы теории четырехполюсников	Определение и классификация четырехполюсников. Основные уравнения четырехполюсников Первичные параметры четырехполюсников. Соединение четырехполюсников. Входные и передаточные функции четырехполюсников при произвольной нагрузке. Характеристические параметры пассивных четырехполюсников. Каскадное соединение характеристически согласованных четырехполюсников. Четырехполюсники с обратной связью	4	ОПК-7
	Итого	4	
9 Фильтры	Назначение и классификация фильтров. Полосы прозрачности и задерживания.Общий анализ фильтров без потерь. Фильтры типа «К». Фильтры нижних частот, верхних частот. Преимущества и недостатки фильтров типа «К». Фильтры типа «М». Последовательно-производные и параллельно-производные полузвенья: вывод, общий анализ, примеры.Безындуктивные фильтры. Пассивные и активные RC-фильтры. Корректоры частотных характеристик. Полиномиальные фильтры	6	ОПК-7, ПК-5
	Итого	6	
10 Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии	Двухпроводная линия как пример цепи с распределенными параметрами. Первичные параметры однородной линии. Дифференциальные уравнения линии. Решение уравнений для установившегося гармонического воздействия. Падающая и отраженная волны в линии. Вторичные параметры: волновое сопротивление, коэффициент распространения (затухания и фазы). Условия неискаженной передачи. Фазовая и групповая скорости и длина волны. Уравнения линии в гиперболических функциях. Входное сопротивление линии. Линия как четырехполюсник.Линия без потерь Режимы в линии при различных видах нагрузки (согласованная нагрузка, холостой ход, короткое замыкание, реактивная нагрузка, несогласованное активное и комплексное сопротивление). Коэффициент отра-	6	ОПК-7, ПК-5

Согласована на портале № 28584

	жения. Коэффициент бегущей и стоячей волны. Линия, нагруженная активно-реактивным сопротивлением.Линия как согласующий трансформатор, как изолятор, как реактивное сопротивление, как контур, как фидер, как формирователь прямоугольных импульсов.Понятие S-параметров четырехполюсника, включенного между длинными линиями		
	Итого	6	
11 Общие сведения о переходных процессах. Классический и операторный методы анализа цепи в переходном режиме.	Переходный процесс (ПП) как частный случай неустановившегося режима. Условия возникновения ПП, длительность ПП. Законы коммутации для линейной цепи. Начальные условия: независимые и зависимые, нулевые и ненулевые, методика определения зависимых начальных условий. Методы анализа ПП, как способы решения дифференциального уравнения для модели послекоммутационной цепи.Вынужденная и свободная составляющие, характеристическое уравнение цепи, связь вида корней характеристического уравнения и характера свободных составляющих; определение постоянных интегрирования, порядок расчета; практическая ограниченность применения метода.Алгебраизация дифференциального уравнения послекоммутационной системы. Преобразование Лапласа, техника перехода к оригиналу, некоторые свойства преобразования по Лапласу. Понятие операторного входного сопротивления двухполюсника. Порядок расчета операторным методом.	6	ОПК-7, ПК-5
	Итого	6	
12 Временные характеристики и их связь с частотными	Испытательные сигналы. Определение переходной и импульсной характеристик, размерность характеристик, их взаимосвязь.Вывод соотношений, связывающих операторные и временные функции	2	ОПК-7, ПК-5
	Итого	2	
13 Нелинейные цепи	Определение, компонентные уравнения, свойства: неприменимость принципа наложения, способность создавать колебания новых частот; статические и дифференциальные параметры; вид дифференциального уравнения для нелинейных цепей, отсутствие общих методов решения.Графические методы анализа нелинейных резистивных цепей. Общая характеристика графических методов. Метод проекций; метод пересечения вольтамперных характеристик и метод эквивалентных характеристик на примере анализа простейших НЦ постоянного тока, состоящих из последовательного или параллельного соединения двух нелинейных элементов. Понятие о динамических характеристиках НЦ. Динамические характеристики неуправляемых НЭ. Построение динамических характеристик электрически управляемых НЭ. Применение нели-	6	ОПК-7, ПК-5

Согласована на портале № 28584

	нейных резистивных цепей для стабилизации тока (напряжения) и ограничения колебаний.Аналитические методы анализа НЦ. Понятие аппроксимации, функции, наиболее часто используемые для аппроксимации характеристик НЭ; способы (критерии, условия) приближения аппроксимирующей функции к аппроксимируемой характеристике, определение коэффициентов аппроксимации. Нелинейное сопротивление при гармоническом воздействии: образование гармоник, расчет амплитуд гармоник методами кратных дуг и трех ординат. Нелинейное сопротивление при бигармоническом воздействии: образование высших гармоник и комбинационных составляющих. Понятие о коэффициенте нелинейных искажений		
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		62	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Предшествующие дисциплины													
1 Основы теории цепей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины													
1 Основы теории цепей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Радиотехнические цепи и сигналы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Схемотехника аналоговых электронных устройств	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 28584

Компетенции	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ОПК-7	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по курсовой работе
ПК-5	+	+		+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по курсовой работе

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение. Основные положения теории электрических цепей	Изучение измерительных приборов, рабочего стенда. Измерение параметров гармонического колебания	2	ОПК-7
	Итого	2	
2 Методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Метод комплексных амплитуд	Исследование амплитудно-фазовых соотношений в простейших RL-, RC-, RR- цепях	4	ОПК-7
	Итого	4	
4 Методы анализа сложных цепей в установившемся режиме	Исследование разветвленной линейной цепи в стационарном режиме при гармоническом воздействии	6	ОПК-7
	Итого	6	
5 Комплексные и операторные схемные функции цепи. Частотные характеристики	Исследование передаточных функций в цепях первого порядка	4	ОПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
3 семестр			

Согласована на портале № 28584

7 Резонансные цепи при гармоническом воздействии	Последовательный и параллельный колебательные контуры	4	ОПК-7
	Итого	4	
9 Фильтры	Активный RC-фильтр	4	ОПК-7
	Итого	4	
10 Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии	Исследование распределения напряжения вдоль линии в разных режимах	4	ОПК-7
	Итого	4	
11 Общие сведения о переходных процессах. Классический и операторный методы анализа цепи в переходном режиме.	Анализ переходных процессов в цепях первого порядка	4	ОПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		32	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение. Основные положения теории электрических цепей	Идеальные пассивные элементы. Компонентные и топологические уравнения. Идеальные источники напряжения и токаОсновная система уравнений электрического равновесия цепи. Баланс мощностей. Цепи при воздействии постоянных напряжений и токов	4	ОПК-7
	Итого	4	
2 Методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Метод комплексных амплитуд	Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряженийМетод комплексных амплитуд	6	ОПК-7
	Итого	6	
3 Эквивалентные преобразования участков цепи	Эквивалентные преобразования	2	ОПК-7
	Итого	2	
4 Методы анализа сложных цепей в установившемся режиме	Методы контурных токов и узловых напряжений-Метод эквивалентного генератора и метод наложений	6	ОПК-7
	Итого	6	
5 Комплексные и	Комплексные (схемные) функции. Частотные ха-	4	ОПК-7,

Согласована на портале № 28584

операторные схемные функции цепи. Частотные характеристики	рактеристики. Полоса пропусканияОператорные и комплексные функции в схемах с зависимым источником		ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		22	
3 семестр			
7 Резонансные цепи при гармоническом воздействии	Последовательный и параллельный колебательные контуры. Типы параллельных колебательных контуров (простой, с разделенными индуктивностями, разделенными емкостями). Влияние внешних цепей на частотные характеристики контуров	4	ОПК-7, ПК-5
	Итого	4	
8 Основы теории четырехполюсников	Основные уравнения четырехполюсников Первичные параметры четырехполюсников. Соединение четырехполюсников.	4	ОПК-7, ПК-5
	Итого	4	
10 Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии	Решение уравнений для установившегося гармонического воздействия. Падающая и отраженная волны в линии. Режимы в линии при различных видах нагрузки	2	ОПК-7, ПК-5
	Итого	2	
11 Общие сведения о переходных процессах. Классический и операторный методы анализа цепи в переходном режиме.	Методы анализа переходных процессов в цепи. Классический и операторный методы.	4	ОПК-7, ПК-5
	Итого	4	
13 Нелинейные цепи	Метод проекций; метод пересечения вольтамперных характеристик и метод эквивалентных характеристик на примере анализа простейших НЦ постоянного тока, состоящих из последовательного или параллельного соединения двух нелинейных элементов.	4	ОПК-7, ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		40	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				

Согласована на портале № 28584

1 Введение. Основные положения теории электрических цепей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	7		
2 Методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Метод комплексных амплитуд	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	10		
3 Эквивалентные преобразования участков цепи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
4 Методы анализа сложных цепей в установившемся режиме	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-7, ПК-5	Домашнее задание, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	11		
5 Комплексные и операторные схемные функции цепи. Частотные характеристики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-7, ПК-5	Домашнее задание, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	10		
6 Частотные характеристики реактивных двухполюсников	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7, ПК-5	Контрольная работа, Тест
	Итого	1		
Итого за семестр		44		
3 семестр				
7 Резонансные цепи при	Подготовка к практиче-	8	ОПК-7,	Контрольная работа,

Согласована на портале № 28584

гармоническом воздействии	ским занятиям, семинарам		ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	14		
8 Основы теории четырехполюсников	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-7, ПК-5	Домашнее задание, Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
9 Фильтры	Проработка лекционного материала	4	ОПК-7, ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
10 Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7, ПК-5	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
11 Общие сведения о переходных процессах. Классический и операторный методы анализа цепи в переходном режиме.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-7, ПК-5	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	14		
12 Временные характеристики и их связь с частотными	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7, ПК-5	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
13 Нелинейные цепи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7, ПК-5	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	7		
Итого за семестр		64		

Согласована на портале № 28584

	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		144		

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр		
Исследование сложной линейной электрической цепи в частотной области	10	ОПК-7, ПК-5
Итого за семестр	10	

10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– Исследование сложной линейной электрической цепи в частотной области

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Домашнее задание	4	4	5	13
Контрольная работа	9	9	12	30
Опрос на занятиях	8	8	10	26
Отчет по лабораторной работе	6	6	8	20
Тест	3	4	4	11
Итого максимум за период	30	31	39	100
Нарастающим итогом	30	61	100	100
3 семестр				
Домашнее задание	2	2	3	7
Контрольная работа	4	4	4	12
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по курсовой работе	8	8	8	24
Отчет по лабораторной	3	3	3	9

Согласована на портале № 28584

работе				
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Атабеков Г.И. Основы теории цепей.- СПб.: Лань,2006.-424с (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Попов В.П. Основы теории цепей. -М.: Высш.шк.,2005.-574с (наличие в библиотеке ТУСУР - 252 экз.)

2. Зернов Н.В., Карпов В.Г. Теория радиотехнических цепей.-М.: Энергия.1972.-816с (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Пособие для самостоятельной работы студента: Методы математического описания и расчета сложной линейной электрической цепи в стационарном режиме: Исходные данные, методические указания, примеры расчета и контрольных вопросов к заданию / Мельникова И. В. - 2012. 44 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1430, дата об-

Согласована на портале № 28584

ращения: 31.05.2018.

2. Теория электрических цепей: Учебное пособие к практическим занятиям / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2012. 156 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1432, дата обращения: 31.05.2018.

3. Основные электрические величины и методика их измерений: Руководство к лабораторной работе No1 / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Степной В. С., Дубовик К. Ю. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3440, дата обращения: 31.05.2018.

4. Исследование законов Ома и Кирхгофа в электрической цепи при гармоническом воздействии: Руководство к лабораторной работе No2 / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Дубовик К. Ю. - 2013. 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3441, дата обращения: 31.05.2018.

5. Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии: Руководство к лабораторной работе No3 / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Дубовик К. Ю. - 2013. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3442, дата обращения: 31.05.2018.

6. Исследование частотных характеристик апериодических цепей первого порядка: Руководство к лабораторной работе No 4, 5 / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3443, дата обращения: 31.05.2018.

7. Исследование одиночных колебательных контуров: Руководство к лабораторной работе No 6, 7 по дисциплине «Теория электрических цепей» для студентов радиотехнического факультета всех специальностей / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2013. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3447, дата обращения: 31.05.2018.

8. Основы теории цепей. Схемные функции и частотные характеристики линейных электрических цепей: Методические указания по выполнению курсовой работы / Мельникова И. В. - 2012. 68 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1549, дата обращения: 31.05.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. http://www.edu.tusur.ru
2. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические ил-

Согласована на портале № 28584

люстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория «Вычислительный зал» / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 318 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска маркерная;
- Экран для проектора;
- 8 рабочих станций на базе процессоров AMD Athlon II X2;
- 2 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Adobe Acrobat Reader
- Far Manager
- Google Chrome
- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Windows 8.1 и ниже
- PDFCreator

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория «Основы теории цепей»

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG (2 шт.);
- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС (8 шт.);
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 (8 шт.);
- Вольтметр В3-38 (8 шт.);
- 8 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows 8.1 и ниже
- ScicosLab
- Scilab
- Velleman PcLab2000LT

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;

Согласована на портале № 28584

- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Метод комплексных амплитуд позволяет рассчитывать цепи при ...
Варианты ответов:
1. гармоническом воздействии разных частот
2. действии постоянных источников
3. гармоническом воздействии одинаковой частоты

2. Топологические уравнения математической модели цепи основаны на ...
Варианты ответов:
1. законе Ома
2. компонентных уравнениях
3. законе Планка
4. 1 и 2 законах Кирхгофа

3. Метод контурных токов позволяет ...
Варианты ответов:
1. построить частотные характеристики цепи
2. повысить точность расчета цепей
3. уменьшить трудоемкость расчета цепей

4. В основе методов расчета переходных процессов в цепях лежат ...

Согласована на портале № 28584

Варианты ответов:
1. частотные характеристики
2. уравнения передачи однородной линии
3. законы коммутации

5. В каких единицах измеряется взаимная индуктивность...
Варианты ответов:
1. вебер
2. ампер
3. ом
4. генри

6. Коэффициентом отражения по напряжению называется ...
Варианты ответов:
1. разность амплитуд отраженной и падающей волн
2. отношение амплитуды отраженной волны к амплитуде падающей волны
3. отношение комплексной амплитуды отраженной волны к комплексной амплитуде падающей волны

7. В каком случае электрическая цепь будет цепью с распределенными параметрами?
Варианты ответов:
1. В цепи отсутствуют потери
2. Длина линии более 1 км
3. Напряжение и ток в линии являются только функцией времени
4. Геометрические размеры цепи соизмеримы с длиной волны электромагнитных колебаний

8. Режим, в котором энергия частично поглощается нагрузкой, называется …
Варианты ответов:
1. режимом линии без искажений
2. режимом бегущей волны
3. режимом стоячей волны
4. режимом смешанных волн

9. Переходной процесс в цепи невозможен при …
Варианты ответов:
1. отсутствии емкости
2. воздействии гармонического сигнала
3. отсутствии сопротивления
4. изменении энергии в реактивном элементе

10. Независимыми называются начальные условия …
Варианты ответов:
1. не зависящие от параметров цепи
2. не изменяющиеся в ходе всего переходного процесса
3. не зависящие от типа элементов
4. сохраняющие свои значения в первый момент коммутации

11. На выводах какого элемента невозможно скачкообразное изменение напряжения?
Варианты ответов:
1. сопротивления
2. индуктивности
3. источника напряжения
4. емкости

Согласована на портале № 28584

12. Выберете верное утверждение

Варианты ответов:

1. коэффициент передачи электрической цепи представляет собой отношение активной части сопротивления к реактивной
2. коэффициент передачи пассивной электрической цепи имеет размерность Ом/м
3. коэффициент передачи электрической цепи всегда равен 10
4. коэффициент передачи пассивной электрической цепи не превышает 1

13. Полоса пропускания цепи это …

Варианты ответов:

1. диапазон частот, в котором фазо-частотная характеристика коэффициента передачи отличается от своего максимального значения не более чем на 3дБ
2. диапазон частот, в котором амплитудно-частотная характеристика коэффициента передачи не отличается от своего максимального значения
3. диапазон частот, в котором амплитудно-частотная характеристика коэффициента передачи отличается от своего максимального значения не более чем на 3дБ

14. Определите тип фильтра для которого полоса прозрачности лежит в диапазоне от 0 до ωгр

Варианты ответов:

1. ФВЧ
2. ПЗФ
3. РФ
4. ФНЧ

15. Выражения для амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик определяются как …

Варианты ответов:

1. отношение модуля частотной характеристики к ее аргументу
2. модуль входного сопротивления
3. сумма реальной и мнимой части комплексного сопротивления
4. модуль и аргумент комплексной функции цепи

16. Укажите обязательное условие для возникновения фазового резонанса …

Варианты ответов:

1. отсутствие активных сопротивлений
2. наличие хотя бы одного реактивного элемента
3. наличие разнотипных реактивных элементов
4. наличие зависимого источника

17. Укажите какой из видов фазового резонанса возможен в последовательном колебательном контуре

Варианты ответов:

1. резонанс напряжений
2. резонанс токов
3. параллельный резонанс
4. совместный резонанс

18. Независимыми называются начальные условия …

Варианты ответов:

1. не зависящие от параметров цепи
2. сохраняющие свои значения независимо от состоявшейся коммутации
3. не изменяющиеся в ходе всего переходного процесса
4. не зависящие от типа элементов

Согласована на портале № 28584

19. Эквивалентное сопротивление двух емкостей C1 = 5 мкФ и C2 = 15 мкФ, включенных параллельно на частоте f = 5 кГц

Варианты ответов:

1. 1,6 Ом
2. 16 Ом
3. 0,6 Ом
4. 32 Ом

20. Две индуктивности L1 = 5 мГн и L2 = 15 мГн включены последовательно. Определить их эквивалентное сопротивление на частоте f = 1000 Гц

Варианты ответов:

1. 100 Ом
2. 125,6 Ом
3. 150 Ом
3. 175,6 Ом

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Последовательный контур

Параллельный контур

Сложные контуры с разделенной емкостью и индуктивностью

Внутренние параметры четырехполюсника

Соединения четырехполюсников

Понятие о четырехполюснике с обратной связью

Схемные функции четырехполюсника, выраженные через внутренние параметры

Вторичные параметры четырехполюсника

Уравнения длинной линии, выраженные через первичные параметры (телеграфные уравнения)

Уравнения длинной линии, выраженные через вторичные параметры

Уравнения длинной линии без потерь

Длинная линия без искажений

Режимы работы длинной линии: бегущей волны и смешанных волн

Режим работы длинной линии: стоячих волн

S – параметры четырехполюсника

Законы коммутации в переходных процессах

Классический метод расчета переходных процессов в цепях первого порядка

Классический метод расчета переходных процессов в цепях второго порядка

Операторный метод расчета переходных процессов

Основные свойства нелинейных цепей

Метод анализа нелинейных цепей: метод эквивалентных характеристик

Метод анализа нелинейных цепей: метод пересечений

Метод анализа нелинейных цепей: метод проекций

Аппроксимация характеристик нелинейных элементов (экспоненциальная функция, кусочно-линейная, функция гиперболического тангенса)

Метод применения полиномиальной аппроксимации – метод трех и пяти координат

Реакция нелинейного сопротивления на воздействие двух гармонических колебаний

Определение линейного элемента, линейной цепи. Основные свойства линейных цепей.

Записать аналитическое выражение для трех гармонических колебаний с амплитудами 10 В, частотой 1 кГц и начальными фазами 00, 600 и – 600.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Основные определения и понятия. Электрический ток, напряжение, энергия, мощность. Электрическая цепь, компоненты, топология. Понятие двухполюсника, четырехполюсника, многополюсника. Типы элементов (линейные, нелинейные и параметриче-ские). Идеальные элементы: сопротивление, индуктивность, емкость, источники напряжения и тока. Вольтамперные характеристики. Зависимые источники. Схемы цепи (структурные, принципиальные, эквивалентные). Типо-

Согласована на портале № 28584

вые входные воздействия в теории цепей. Основные соотношения: законы Ома, Кирхгофа, баланс мощностей. Установившийся и неустановившийся режимы работы цепи. Принцип суперпозиции в линейных электрических цепях (ЛЭЦ). Математическая модель цепи (ММЦ) в виде системы уравнений. Основная система уравнений электрического равновесия цепи

Обоснование выбора гармонического сигнала, его параметры. Постоянное воздействие – как частный случай гармонического. Метод комплексных амплитуд (МКА), алгебраизация ММЦ, законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме, баланс мощностей в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряжений

Определение эквивалентных участков цепи. Виды соединения (последовательное, параллельное, смешанное), их эквивалентное преобразование; эквивалентное преобразование источников тока и напряжения; перенос источников тока и напряжения в другие ветви

Уменьшение числа искомых неизвестных. Метод контурных токов и метод узловых потенциалов. Матричная форма записи ММЦ и ее решение. Машинный метод анализа цепей на базе метода узловых потенциалов. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора

Входные, выходные и передаточные функции цепи. Определение амплитудно-частотных (АЧХ) и фазочастотных (ФЧХ) характеристик на базе комплекс-ной функции. Частотные характеристики RC, RL -цепей. Особенности частотных характеристик цепей, которые содержат один реактивный элемент, не-сколько однотипных реактивных элементов, разнотипные реактивные элементы. Понятие полосы про-пускания цепи (ППЦ), методика определения ППЦ. Фильтры нижних частот, верхних частот, полосно-пропускающие и режекторные

Определение реактивного двухполюсника (РД), особенности АЧХ и ФЧХ РД; диаграммы реактивных сопротивлений, основные правила их построения; Применение диаграмм РД для качественного анализа ЧХ цепей с малыми потерями.

Применение ЭВМ для расчета комплексных входных и передаточных функций, частотных характеристик электрических цепей, автоматизация расчета.

Явление резонанса и его значение в радиотехнике и электросвязи. Последовательный и параллельный резонансные контуры. Резонанс напряжения, тока.

Последовательный колебательный контур. Резонансная частота. Определение тока и напряжений на участке цепи при резонансе. Векторная диаграмма. Энергетические соотношения при резонансе. Входное сопротивление контура. Частотные характеристики: резонансная кривая (амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики). Абсолютная и относительная расстройка. Добротность контура. Избирательность и полоса пропускания. Коэффициент передачи контура по напряжению.

Типы параллельных колебательных контуров (простой, с разделенными индуктивностями, разделенными емкостями), обобщенная схема. Резонанс токов. Резонансная частота. Резонансное сопротивление. Определение токов в ветвях. Векторная диаграмма. Мощность при резонансе. Частотные характеристики простых и сложных параллельных контуров. Влияние внешних цепей на частотные характеристики контуров.

Определение и классификация четырехполюсников. Основные уравнения четырехполюсников Первичные параметры четырехполюсников. Соединение четырехполюсников. Входные и передаточные функции четырехполюсников при произвольной нагрузке. Характеристические параметры пассивных четырехполюсников. Каскадное соединение характеристически согласованных четырехполюсников. Четырехполюсники с обратной связью

Назначение и классификация фильтров. Полосы прозрачности и задерживания.

Общий анализ фильтров без потерь. Фильтры типа «К». Фильтры нижних частот, верхних частот. Преимущества и недостатки фильтров типа «К». Фильтры типа «М». Последовательно-производные и параллельно-производные полузвенья: вывод, общий анализ, примеры.

Безындуктивные фильтры. Пассивные и активные RC-фильтры. Корректоры частотных характеристик. Полиномиальные фильтры

Двухпроводная линия как пример цепи с распределенными параметрами. Первичные параметры однородной линии. Дифференциальные уравнения линии. Решение уравнений для установившегося гармонического воздействия. Падающая и отраженная волны в линии. Вторичные параметры: волновое сопротивление, коэффициент распространения (затухания и фазы). Условия неискаженной передачи. Фазовая и групповая скорости и длина волны. Уравнения линии в гиперболи-

Согласована на портале № 28584

ческих функциях. Входное сопротивление линии. Линия как четырехполюсник.

Линия без потерь Режимы в линии при различных видах нагрузки (согласованная нагрузка, холостой ход, короткое замыкание, реактивная нагрузка, несогласованное активное и комплексное сопротивление). Коэффициент отражения. Коэффициент бегущей и стоячей волны. Линия, нагруженная активно-реактивным сопротивлением.

Линия как согласующий трансформатор, как изолятор, как реактивное сопротивление, как контур, как фидер, как формирователь прямоугольных импульсов.

Понятие S-параметров четырехполюсника, включенного между длинными линиями

Переходный процесс (ПП) как частный случай неустановившегося режима. Условия возникновения ПП, длительность ПП. Законы коммутации для линейной цепи. Начальные условия: независимые и зависимые, нулевые и ненулевые, методика определения зависимых начальных условий. Методы анализа ПП, как способы решения дифференциального уравнения для модели послекоммутационной цепи.

Вынужденная и свободная составляющие, характеристическое уравнение цепи, связь вида корней характеристического уравнения и характера свободных составляющих; определение постоянных интегрирования, порядок расчета; практическая ограниченность применения метода.

Алгебраизация дифференциального уравнения послекоммутационной системы. Преобразование Лапласа, техника перехода к оригиналу, некоторые свойства преобразования по Лапласу. Понятие операторного входного сопротивления двухполюсника. Порядок расчета операторным методом.

Испытательные сигналы. Определение переходной и импульсной характеристик, размерность характеристик, их взаимосвязь.

Вывод соотношений, связывающих операторные и временные функции

Определение, компонентные уравнения, свойства: неприменимость принципа наложения, способность создавать колебания новых частот; статические и дифференциальные параметры; вид дифференциального уравнения для нелинейных цепей, отсутствие общих методов решения.

Графические методы анализа нелинейных резистивных цепей. Общая характеристика графических методов. Метод проекций; метод пересечения вольтамперных характеристик и метод эквивалентных характеристик на примере анализа простейших НЦ постоянного тока, состоящих из последовательного или параллельного соединения двух нелинейных элементов. Понятие о динамических характеристиках НЦ. Динамические характеристики неуправляемых НЭ. Построение динамических характеристик электрически управляемых НЭ. Применение нелинейных резистивных цепей для стабилизации тока (напряжения) и ограничения колебаний.

Аналитические методы анализа НЦ. Понятие аппроксимации, функции, наиболее часто используемые для аппроксимации характеристик НЭ; способы (критерии, условия) приближения аппроксимирующей функции к аппроксимируемой характеристике, определение коэффициентов аппроксимации. Нелинейное сопротивление при гармоническом воздействии: образование гармоник, расчет амплитуд гармоник методами кратных дуг и трех ординат. Нелинейное сопротивление при бигармоническом воздействии: образование высших гармоник и комбинационных составляющих. Понятие о коэффициенте нелинейных искажений

14.1.4. Темы контрольных работ

Контрольная работа №1 "Составление ММЦ для мгновенных значений тока линейной цепи при действии источников напряжения и тока произвольной формы"

Контрольная работа №2 " Составление ММЦ для комплексных значений тока линейной цепи при действии источников напряжения и тока гармонической формы"

Контрольная работа №3 " Составление ММЦ для постоянных значений тока линейной цепи при действии постоянных источников напряжения и тока"

Контрольная работа №4 "Расчет линейной цепи методом токов ветвей при действии постоянных источников тока и напряжения"

Контрольная работа №5 "Расчет линейной цепи методом контурных токов"

Контрольная работа №6 "Расчет линейной цепи методом узловых потенциалов"

Контрольная работа №7 "Расчет линейной цепи методом наложения"

Контрольная работа №8 "Построение АЧХ и ФЧХ коэффициента передачи по напряжению заданного четырехполюсника"

Согласована на портале № 28584

Контрольная работа №9 "Построение АЧХ и ФЧХ для входного сопротивления заданного четырехполюсника"

Контрольная работа №10 "Определение внутренних параметров заданного четырехполюсника"

Контрольная работа №11 "Расчет переходного процесса в цепях первого порядка классическим методом"

Контрольная работа №12 "Расчет переходного процесса в цепях первого порядка операторным методом"

14.1.5. Темы домашних заданий

1. Анализ цепи на постоянном токе
2. Анализ цепи на переменном токе
1. Эквивалентные преобразования.
2. Комплексные функции цепи, частотные характеристики, полоса пропускания цепи.
3. Резонансные контуры.
4. Переходные процессы.
5. Длинные линии.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Изучение измерительных приборов, рабочего стенда. Измерение параметров гармонического колебания

Исследование амплитудно-фазовых соотношений в простейших RL-, RC-, RR- цепях

Исследование разветвленной линейной цепи в стационарном режиме при гармоническом воздействии

Исследование передаточных функций в цепях первого порядка

Последовательный и параллельный колебательные контуры

Исследование распределения напряжения вдоль линии в разных режимах

Анализ переходных процессов в цепях первого порядка

Активный RC-фильтр

14.1.7. Зачёт

Понятие о гармонической функции. Действующее значение. Способы представления.

Компонентные и топологические уравнения

Уравнения электрического равновесия цепи для мгновенных значений токов и напряжений

Основные свойства линейных цепей

Метод комплексных амплитуд. Суть метода. Этапы анализа цепей. Преимущества

Компонентные уравнения, представленные через комплексные амплитуды

Согласование источника энергии с нагрузкой по наибольшей активной мощности, передаваемой в нагрузку

Метод контурных токов

Метод узловых потенциалов

Метод эквивалентного генератора

Полоса пропускания цепи, методика расчета

Типы фильтров. Амлитудно- частотные характеристики

14.1.8. Темы курсовых проектов (работ)

Исследование сложной линейной электрической цепи в частотной области

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения

Согласована на портале № 28584

С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 28584