

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

«31» августа 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)  
«Основы теории цепей»

Специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
Направленность Радиоэлектронные системы передачи информации  
Квалификация выпускника Инженер  
Нормативный период обучения 5,5 лет  
Форма обучения Очная  
Год начала подготовки 2022 г.

Автор программы  /Останков А.В./

Заведующий кафедрой  /Останков А.В./

Руководитель ОПОП  /Журавлёв Д.В./

**Воронеж 2022**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний в области теории электрических цепей и создание основы для успешного изучения ими последующих дисциплин электротехнического, радиотехнического и технико-кибернетического циклов.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

1.2.1. Дать представление о временных и частотных характеристиках типовых линейных электрических цепей.

1.2.2. Научить использовать ключевые методы для анализа электрических цепей.

1.2.3. Привить навыки измерения типовых параметров и характеристик процессов и цепей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы теории цепей» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы теории цепей» направлен на формирование следующей компетенции:

ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения.

Код компетенции	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	<b>знать</b> важнейшие классы, свойства и характеристики электрических цепей в режиме гармонического воздействия
	<b>уметь</b> выполнять расчёт временных и частотных характеристик линейных цепей, определять показатели процессов в цепях при стандартных и произвольных воздействиях
	<b>владеть</b> методами анализа цепей во временной и частотной областях, в стационарных и переходных режимах, методиками

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы теории цепей» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий:

**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	180	90	90
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	72	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	81	54	27
<b>Курсовая работа</b>	—	—	есть
Часы на контроль	27	—	27
Виды промежуточной аттестации		зачет	экзамен
Общая трудоемкость академические часы з.е.	288 8	144 4	144 4

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции и	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
<b>3 семестр</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>144</b>
1	Основные понятия и законы теории электрических цепей	<p>Предмет и задачи дисциплины. Методы теории цепей в рамках общей теории электромагнитного поля и пределы их применимости. Особенности современного состояния и перспективы развития теории цепей.</p> <p>Физические основы теории цепей: ток, потенциал, напряжение, электродвижущая сила (ЭДС). Связь мгновенной мощности и энергии с током и напряжением. Средняя мощность.</p> <p>Пассивные (нагрузка) и активные (источники) элементы цепей. Понятие и виды схем цепей. Схема замещения (модель). Идеализированные пассивные элементы R, L, C и их линейные модели. Компонентные уравнения идеализированных элементов; мгновенная мощность и энергия, запасаемая (расходуемая) элементом.</p> <p>Модели источников электрической энергии. Идеальный источник тока и напряжения, их вольтамперные характеристики (ВАХ). Линейные схемы замещения реальных источников. Эквивалентные источники тока и напряжения. Зависимые (управляемые) источники тока и напряжения и их линейные схемы замещения.</p> <p>Основные понятия топологии цепей: ветвь, узел, контур. Законы Кирхгофа (топологические уравнения). Система уравнений электрического равновесия цепи и её сведение к дифференциальному уравнению. Параллельное и последовательное соединения сопротивлений. Делители напряжения и тока. Классификация цепей по типам моделей элементов: линейные, нелинейные и параметрические цепи.</p> <p>Виды нелинейных элементов цепи и их характеристика. Неуправляемые и управляемые нелинейные</p>	12	6	9	18	45

		сопротивления. Статические и дифференциальные параметры нелинейных элементов. Расчет цепей постоянного тока с нелинейными сопротивлениями методом эквивалентной ВАХ. Метод нагрузочной прямой.					
2	Линейные электрические цепи при гармонических воздействиях	<p>Понятие о периодических процессах. Гармоническое колебание и его основные параметры. Векторное представление гармонического колебания. Гармонические колебания в R, L, C. Закон Ома для амплитуд. Реактивное сопротивление L и C. Сдвиг фаз между напряжением и током в R, L, C. Мощность и энергия в R, L, C.</p> <p>Гармонические колебания в последовательном (параллельном) соединении R, L, C. Треугольник напряжений (токов) и сопротивлений (проводимостей). Полное сопротивление (проводимость) цепи. Сдвиг фаз между напряжением и током в соединении. Характер сопротивления цепи.</p> <p>Формы записи комплексных чисел, их векторное представление. Формула Эйлера. Комплексная амплитуда гармонического колебания. Соотношение комплексных амплитуд напряжений и токов в R, L, C. Комплексное сопротивление (проводимость) элемента цепи. Закон Ома в комплексной форме для элементов R, L, C цепи.</p> <p>Законы Кирхгофа в комплексной форме для линейной цепи. Комплексное сопротивление (проводимость) смешанного соединения R, L и C. Комплексная схема замещения линейной цепи. Алгоритм расчета линейных цепей при гармоническом воздействии методом комплексных амплитуд.</p> <p>Энергетические соотношения в линейных цепях при гармоническом воздействии. Мгновенная, средняя (активная), реактивная, полная и комплексная мощности. Баланс мощностей в линейной цепи. Согласование источника энергии с нагрузкой по критериям максимума передаваемой в нагрузку средней мощности и максимума КПД.</p> <p>Метод анализа сложной линейной цепи при гармонических воздействиях, основанный на стандартной процедуре формирования уравнений электрического равновесия цепи. Независимые узлы и контура. Методика</p>	18	10	18	27	73

		<p>составления системы уравнений электрического равновесия.</p> <p>Метод контурных токов для анализа сложной линейной цепи при гармонических воздействиях. Контурный ток. Собственное и взаимное сопротивления контуров. Методика формирования и размерность системы уравнений относительно контурных токов.</p> <p>Метод узловых потенциалов для анализа линейной цепи. Базисный узел, собственная и взаимная проводимости узлов. Методика формирования и размерность системы уравнений относительно узловых потенциалов.</p> <p>Основные теоремы теории цепей и их применение для анализа цепей. Принцип наложения. Теоремы взаимности и о компенсации. Принцип дуальности. Анализ сложных цепей при гармонических воздействиях на основе принципа наложения и теоремы об эквивалентном источнике напряжения (теоремы Тевенина).</p> <p>Эквивалентные цепи. Эквивалентные преобразования цепей: замена цепи с последовательным соединением элементов эквивалентным параллельным соединением и наоборот; преобразования соединения типа "звезда" в "треугольник" и наоборот.</p> <p>Индуктивно-связанные цепи при гармоническом воздействии. Взаимная индукция и взаимная индуктивность. Компонентные уравнения связанных индуктивностей. Согласное и встречное включения. Метод комплексных амплитуд для анализа индуктивно-связанных цепей. Линейный трансформатор; коэффициент трансформации; схема замещения.</p>					
3	Частотные характеристики линейных электрических цепей	<p>Понятие о комплексных частотных характеристиках (КЧХ) линейных цепей и их классификация. КЧХ элементарных L- и C-двухполюсников, последовательного и параллельного RC- и RL-соединения. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазочастотная (ФЧХ) характеристика цепи. Методика расчета АЧХ и ФЧХ цепи. Логарифмическая АЧХ цепи.</p> <p>Комплексный коэффициент передачи по напряжению, АЧХ и ФЧХ RC-цепи со съёмом напряжения с сопротивления или ёмкости. Понятие о фильтрах верхних (ФВЧ) и нижних частот (ФНЧ). Граничные частоты АЧХ. Полоса</p>	6	2	9	9	26

		<p>пропускания цепи. Частотные характеристики RL-цепей с одним реактивным элементом.</p> <p>Частотные характеристики RC-цепи второго порядка (двухзвенного RC-фильтра), RC-цепи цепи, применяемой в мосте Вина. Понятие полосно-пропускающего фильтра (ППФ); полоса пропускания по уровню 0.707 или 3 дБ. Методика расчёта частотных характеристик лестничных цепей.</p>					
<b>4 семестр</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>117</b>
4	Резонансные явления в электрических цепях	<p>Собственные колебания в идеальном контуре и их частота. Потери. Вынужденный режим. Классификация контуров по способу включения источника энергии. Понятие и критерии резонанса; условия его проявления. Резонанс напряжений в последовательном контуре. Резонансная частота, характеристическое и резонансное сопротивления, добротность. Входные и передаточные частотные характеристики контура. Энергетические соотношения в контуре при резонансе. Влияние внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки на характеристики контура.</p> <p>Обобщенная расстройка, уравнение резонансной кривой колебательного контура. Полоса пропускания и избирательность контура. Резонанс токов в параллельном контуре. Входные частотные характеристики. Влияние шунта на резонансные свойства контура. Контур с неполным включением: коэффициент включения, резонансное сопротивление.</p>	4	2	9	3	18
5	Переходные процессы в линейных цепях. Методы анализа	<p>Природа переходных процессов. Коммутация. Законы коммутации. Независимые начальные условия. Порядок линейной цепи. Классический метод анализа переходных процессов в линейной цепи, вызванных негармоническим воздействием.</p> <p>Свободные процессы в RC-цепи первого порядка. Дифференциальное уравнение, постоянная времени. Свободные процессы в цепи второго порядка – колебательном контуре. Дифференциальное и характеристическое уравнение. Характер протекания процессов и его оценка по корням</p>	10	10	18	7	45

		<p>характеристического уравнения. Параметры, характеризующие затухание колебательного свободного процесса.</p> <p>Прямое и обратное преобразования Лапласа. Оригинал. Изображение колебания по Лапласу и их основные свойства. Изображения типовых воздействий. Методика отыскания оригинала по изображению. Соотношения между изображениями напряжений и токов в R, L и C. Операторные схемы замещения R, L и C. Закон Ома и Кирхгофа в операторной форме. Схема применения операторного метода расчёта реакции линейной цепи на произвольное воздействие.</p> <p>Анализ операторным методом переходных процессов: заряд ёмкости через делитель, её перезарядка из-за отключения активного сопротивления на выходе RC-цепи. Анализ процессов при включении в RC-цепь источника гармонического напряжения, в простой колебательный контур – источника постоянного напряжения.</p> <p>Временные характеристики линейной цепи: переходная и импульсная. Связь временных характеристик с операторным коэффициентом передачи цепи и друг с другом. Применение интеграла Дюамеля для анализа линейной цепи на произвольное воздействие (временной метод анализа линейных цепей).</p>					
6	<p>Частотные спектры колебаний. Спектральный метод анализа цепей</p>	<p>Периодические колебания и их представление рядами Фурье. Расчет коэффициентов рядов Фурье в гармонической и комплексной форме. Комплексный и гармонический спектры амплитуд и фаз периодических колебаний. Связь между ними.</p> <p>Гармонический спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов произвольной скважности. Огибающая спектра амплитуд и её частоты нулей. Особенности гармонического спектра меандра. Синтез колебания по его спектру. Распределение мощности в спектре колебания. Практическая ширина спектра, критерии ее оценки, связь с длительностью колебания.</p> <p>Интегральное представление</p>	8	2	—	6	16

		<p>непериодических процессов. Прямое и обратное преобразования Фурье. Комплексная спектральная плотность непериодического процесса. Спектральная плотность амплитуд и её свойства. Связь между спектрами одиночного импульса и его периодической последовательности. Основные свойства преобразования Фурье (теоремы о спектрах).</p> <p>Спектральный (частотный) метод анализа линейных электрических цепей при негармонических воздействиях. Понятие о неискажающей цепи. АЧХ и ФЧХ неискажающей цепи. Дифференцирующая и интегрирующая цепи и их частотные характеристики. Условия физической реализуемости. Условия качественного дифференцирования (интегрирования) колебаний RC-цепью.</p>					
7	Линейные четырехполюсники и фильтры	<p>Четырехполюсники и их классификация. Основные уравнения и системы первичных параметров линейных четырехполюсников. Методика отыскания первичных параметров. Связь между системами параметров четырехполюсника. Схемы замещения пассивных и активных (необратимых) линейных четырехполюсников.</p> <p>Соединения линейных четырехполюсников и расчет первичных параметров составных четырехполюсников. Вторичные параметры четырехполюсника. Характеристическое сопротивление. Согласование четырехполюсника по выходу. Характеристическая постоянная передачи. Собственное затухание и коэффициент фазы четырехполюсника.</p> <p>Постановка задачи синтеза фильтра. Принцип физической реализуемости линейной цепи. Методика синтеза фильтра по заданной АЧХ. Функция фильтрации. Полиномиальные фильтры нижних частот с аппроксимацией АЧХ и их реализация на основе лестничных LC-цепей. ФНЧ как основа для получения ФВЧ, ППФ путем преобразования частоты.</p>	6	2	9	5	22
8	Цепи с распределёнными параметрами	<p>Понятие цепи с распределёнными параметрами. Длинная линия, погонные параметры. Телеграфные уравнения однородной длинной</p>	8	2	—	6	16

	<p>линии. Начальные и граничные условия. Решение телеграфных уравнений линии при гармоническом воздействии. Падающая и отраженная волны в линии.</p> <p>Коэффициент отражения в линии. Линия без отражения. Уравнения линии в гиперболической форме. Вторичные параметры длинной линии. Волновое сопротивление. Постоянная распространения, фазовая скорость. Линия без искажений, линия без потерь и их вторичные параметры.</p> <p>Распределение тока и напряжения по длине линии. Режим бегущих волн. Линия, нагруженная на сопротивление, равное волновому. Режим стоячих волн. Положение узлов и пучностей тока и напряжения при коротком замыкании на выходе и разомкнутом выходе линии. Режим смешанных волн. Коэффициент стоячей волны.</p> <p>Входное комплексное сопротивление короткозамкнутых и разомкнутых на конце отрезков линии. Распределение тока и напряжения по длине линии при чисто реактивной и произвольной нагрузке. Согласование длинной линии с нагрузкой.</p>									
Контроль							27			
<b>Итого</b>						<b>72</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>81</b>	<b>288</b>

## 5.2. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Объем, часов
1	Элементы и законы электрических цепей	9
2	Гармонические колебания в пассивных элементах цепи и их соединении	9
2	Принцип наложения и теорема об эквивалентном источнике	9
3	Частотные характеристики линейных цепей	9
4	Вынужденные колебания в последовательном контуре	9
5	Свободные процессы в линейных цепях	9
5	Временные характеристики линейных избирательных цепей	9
7	Линейные четырёхполосники и их соединения	9
<b>Итого</b>		<b>72</b>

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольные работы по дисциплине «Основы теории цепей» не предусмотрены учебным планом.

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 4-м семестре для очной формы обучения.

Курсовая работа выполняется по теме "Исследование гармонических колебаний в линейных электрических цепях".

Цели и задачи курсовой работы состоят:

— в приобретении практических навыков анализа линейных электрических цепей методом комплексных амплитуд;

— в освоении методики аналитического и численного расчета частотных характеристик линейных цепей;

— в освоении спектрального метода расчета процесса на выходе линейной цепи при негармоническом периодическом воздействии и его численной реализации;

— в выработке навыков имитационного и экспериментального исследования процессов в линейных цепях.

Выполняется по индивидуальным вариантам технического задания и включает в себя элементы научного исследования.

По результатам выполнения работы оформляется расчетно-пояснительная записка. Защита работы проводится в форме собеседования.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.1.1. Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ОПК-2	знать важнейшие классы, свойства и характеристики электрических цепей в режиме гармонического воздействия	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий	Готовность представить аргументированные рассуждения в области описания свойств и	Неспособность представить аргументированные рассуждения, относящиеся к описанию свойств и

		на практических занятиях	характеристик электрических цепей	характеристик электрических цепей
	<b>уметь</b> выполнять расчёт временных и частотных характеристик линейных цепей, определять показатели процессов в цепях при стандартных и произвольных воздействиях	Решение практических задач, возникающих в рамках практикума и лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>владеть</b> методами анализа цепей во временной и частотной областях, в стационарных и переходных режимах, методиками измерения показателей и характеристик процессов и цепей	Решение практических задач, возникающих в рамках практикума и лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2. Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3-м, 4-м семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	знать важнейшие классы, свойства и характеристики электрических цепей в режиме гармонического воздействия	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<b>уметь</b> выполнять расчёт временных и частотных характеристик линейных цепей, определять показатели процессов в цепях при стандартных и произвольных воздействиях	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> методами анализа цепей во временной и частотной областях, в стационарных и переходных режимах, методиками измерения показателей и характеристик процессов и цепей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

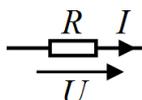
«отлично»;  
 «хорошо»;  
 «удовлетворительно»;  
 «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	знать важнейшие классы, свойства и характеристики электрических цепей в режиме гармонического воздействия	Знание учебного материала и готовность к его изложению на экзамене и применению в рамках выполнения заданий на практических и лабораторных занятиях	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, способность самостоятельно использовать	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении помощи к	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного
	уметь выполнять расчёт временных и частотных характеристик линейных цепей, определять показатели процессов в цепях при стандартных и произвольных воздействиях	Умение производить расчёт и анализ радиотехнических сигналов и цепей в рамках практических и лабораторных занятий и на экзамене	знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий, а также при	незначительной помощи использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практически	выполнению практически и лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практически	решения практически задач оказываются малорезультативными
	владеть методами анализа цепей во временной и частотной областях, в стационарных и переходных режимах, методиками измерения показателей и характеристик процессов и цепей	Применение методов математического и физического моделирования процессов и цепей в рамках лабораторных занятий и в курсовом проектировании	решении практически задач на экзамене	лабораторных занятий, а также при решении практически задач на экзамене	х задач демонстрируют нестабильность результатов	

## 7.2. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

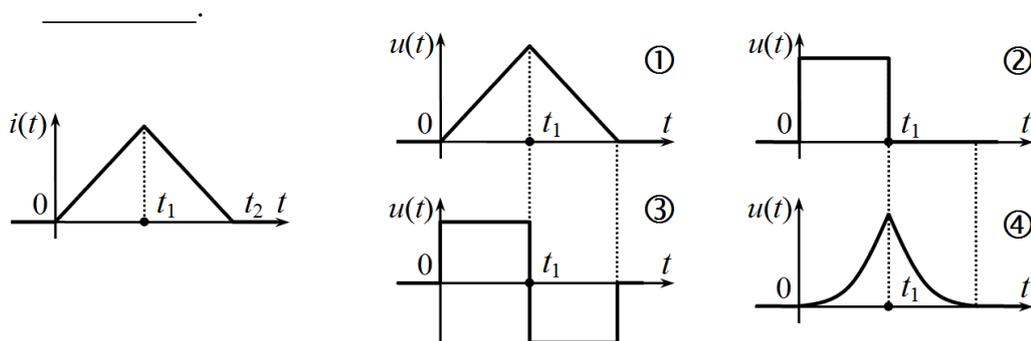
### 7.2.1. Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Через сопротивление  $R = 5 \text{ кОм}$  течет постоянный ток  $I = 2 \text{ мА}$ .

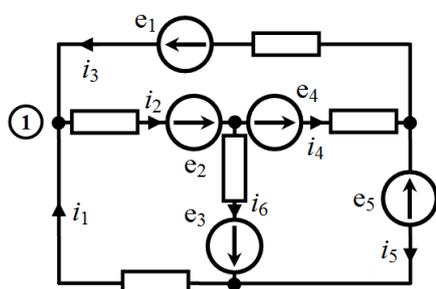


Напряжение  $U$  на сопротивлении составляет \_\_\_\_\_ В.

2. Через индуктивность протекает показанный ниже импульс тока  $i(t)$ .  
 Временная диаграмма напряжения  $u(t)$  на индуктивности показана на рисунке под номером

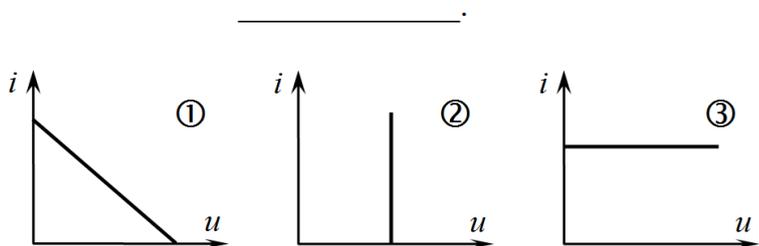


3. Первый закон Кирхгофа для 1-го узла:

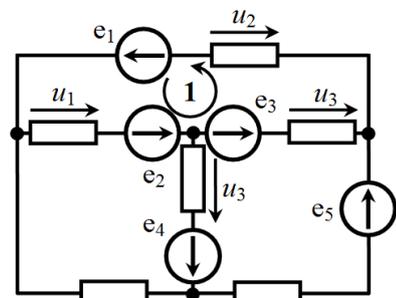


- $i_3 + i_2 = i_1$
- $i_1 + i_3 = i_2$
- $i_1 + i_2 = i_3$

4. Вольтамперная характеристика идеального источника тока показана на рисунке под номером



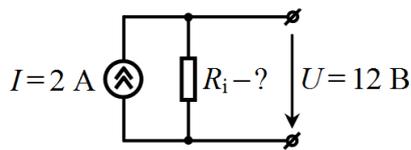
5. Второй закон Кирхгофа для 1-го контура:



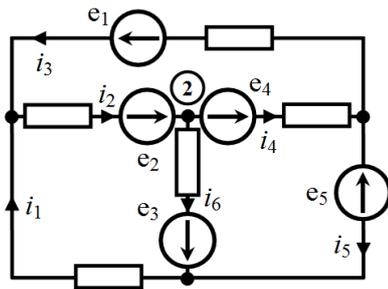
- $u_1 + u_2 + u_3 = e_1 - e_2 + e_3$
- $u_1 + u_2 + u_3 = e_1 + e_2 + e_3$
- $u_1 - u_2 + u_3 = e_1 + e_2 + e_3$

6. Напряжение на зажимах показанного ниже источника постоянного тока составляет 12 В.

Внутреннее сопротивление источника равно \_\_\_\_\_ Ом.

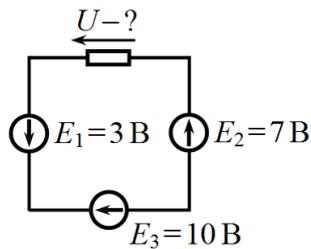


7. Первый закон Кирхгофа для 2-го узла:



- $i_2 + i_6 = i_4$
- $i_2 + i_4 = i_6$
- $i_4 + i_6 = i_2$

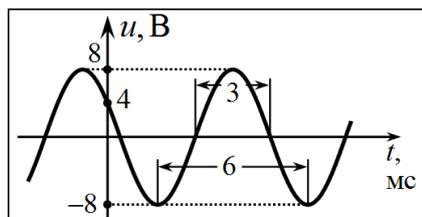
8. Напряжение  $U$  на указанном элементе цепи составляет \_\_\_\_\_ В.



9. Начальная фаза гармонического напряжения на емкости составляет  $30^\circ$ . Тогда начальная фаза тока в емкости равна .... градусов.

- $-60$
- $+30$
- $+120$

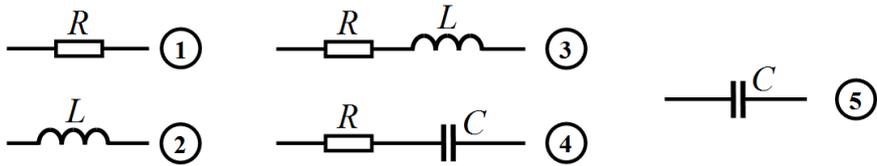
10. Период показанного на рисунке напряжения составляет \_\_\_\_\_ мс.



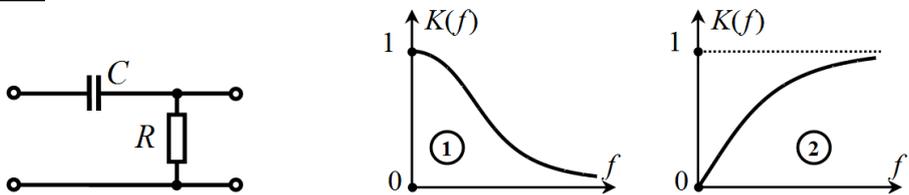
### 7.2.2. Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Реактивное сопротивление катушки с индуктивностью  $L = 1$  мГн на частоте  $\omega = 10^3$  рад/с составляет \_\_\_\_\_ Ом.

2. Комплексное сопротивление цепи  $\underline{z} = 2 - j \cdot 3$  кОм. Эта цепь показана на рисунке № \_\_\_\_\_.

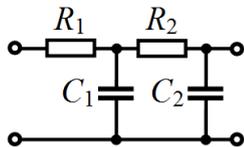


3.



Амплитудно-частотная характеристика изображенной выше цепи показана на рисунке № \_\_\_\_\_.

4. Изображенная на рисунке цепь является ....



- фильтром верхних частот
- полосно-пропускающим фильтром
- фильтром нижних частот

5. Амплитуда гармонического напряжения на емкости 3 В, на сопротивлении 4 В. Амплитуда напряжения на последовательном соединении составляет ... В.

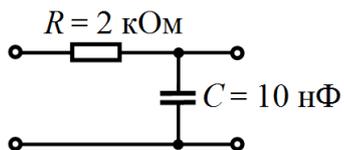


- 3
- 5
- 8

6. Комплексный коэффициент передачи по напряжению для цепи на частоте  $f$  равен  $0.4 \cdot e^{-j \cdot 60^\circ}$ .

Тогда сдвиг фаз между выходным и входным напряжением на указанной частоте  $f$  составляет \_\_\_\_\_ градусов.

7. Постоянная времени изображенной на рисунке  $RC$ -цепи равна ....



- 5 нс
- 20 мкс
- 0.2 мс

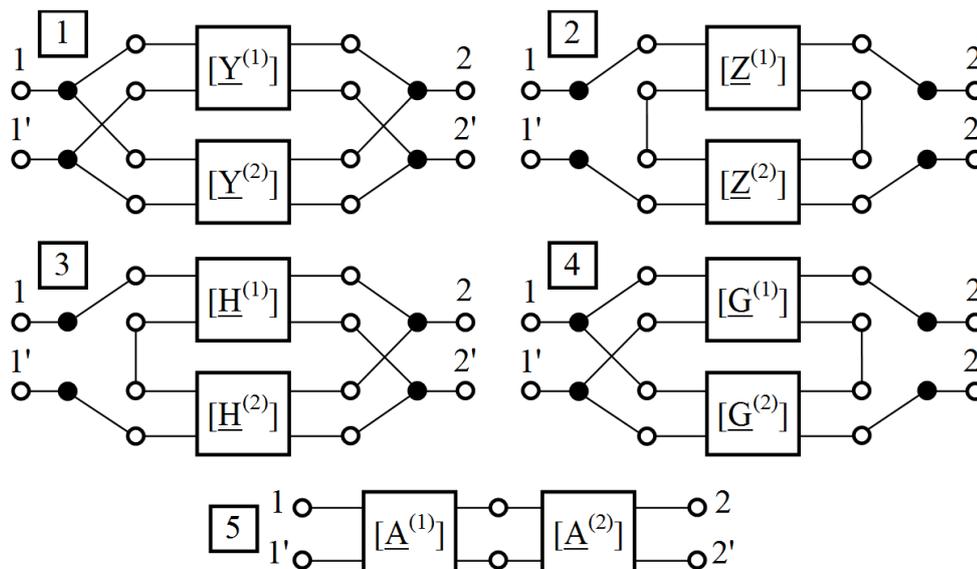
8. Импульсная характеристика цепи – это нормированный отклик цепи на воздействие ....

- дельта-импульса
- сигнала, описываемого единичной функцией

9. Комплексная амплитуда гармонического напряжения  $u(t) = 4 \cdot \cos(\omega \cdot t - 30^\circ)$  В равна ....

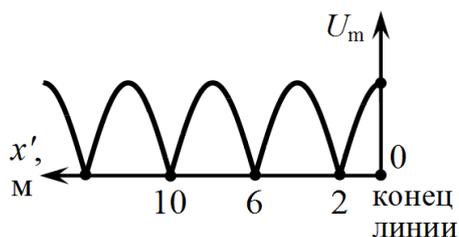
- $4 \cdot e^{+j30^\circ}$  В
- $4 \cdot e^{-j30^\circ}$  В
- $-30 \cdot e^{+j4}$  В
- $30 \cdot e^{-j4^\circ}$  В

10. Каскадное соединение двух четырехполюсников показано на рисунке под номером \_\_\_\_\_.



### 7.2.3. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

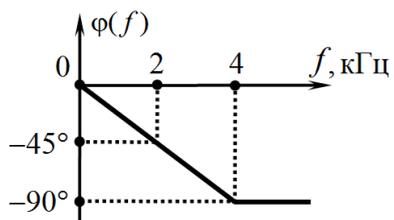
1. Распределение амплитуды напряжения вдоль длинной линии без потерь показано на рисунке.



Длина волны колебаний в длинной линии составляет

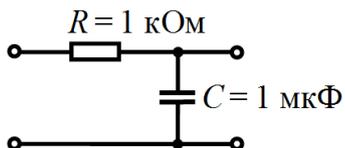
\_\_\_\_\_ м.

2. Фазочастотная характеристика цепи показана на рисунке.



Для того чтобы выходное напряжение цепи запаздывало относительно входного напряжения на  $45^\circ$ , следует частоту колебаний установить равной \_\_\_\_\_ кГц.

3. Чтобы рассматриваемая цепь качественно проинтегрировала входной сигнал, длительность входного сигнала должна быть .... 1 мс.



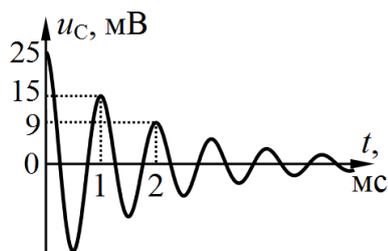
- много больше
- много меньше
- равна

4. При увеличении частотной полосы пропускания цепи длительность переходных процессов в ней .....

- уменьшается
- увеличивается
- не изменяется

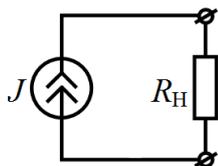
5. Временная диаграмма свободного процесса в колебательном контуре изображена ниже на рисунке. Частота колебаний составляет ... кГц.

- 0.5
- 1
- 2
- 4



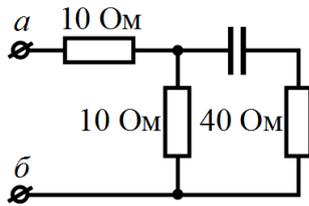
6. К источнику тока с  $J = 2$  А подключена нагрузка сопротивлением  $R_H = 5$  Ом. Мощность, расходуемая такой нагрузкой, составляет ... Вт.

- 2
- 15
- 20
- 30



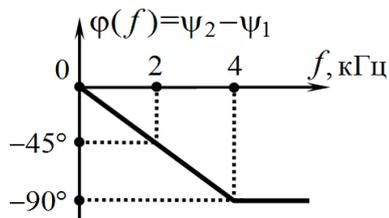
7. Эквивалентное сопротивление постоянному току цепи со стороны зажимов  $a-b$  равно ... Ом.

- 10       15       20       30



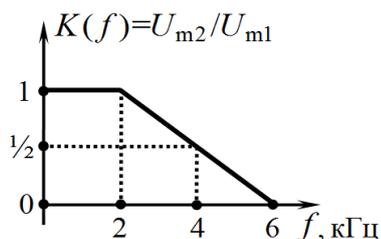
9. Фазочастотная характеристика цепи по напряжению показана ниже на рисунке. Если на вход цепи подать напряжение с частотой 2 кГц и начальной фазой  $45^\circ$ , то начальная фаза выходного напряжения составит ... градусов.

- $-45$        0       45       90



10. Амплитудно-частотная характеристика цепи по напряжению показана ниже на рисунке. Чтобы амплитуда выходного напряжения составляла 25 % от амплитуды входного напряжения, частоту на входе цепи следует установить равной ... кГц.

- 2       3       4       5



#### 7.2.4. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

ЗачВ1. Предмет и задачи дисциплины. Методы теории цепей в рамках общей теории электромагнитного поля и пределы их применимости. Особенности современного состояния и перспективы развития теории цепей.

ЗачВ2. Физические основы теории цепей: ток, потенциал, напряжение, электродвижущая сила (ЭДС). Постоянный и переменный ток, напряжение, ЭДС. Условно положительные направления.

ЗачВ3. Физические основы теории цепей: мгновенная мощность в цепи

и энергия. Связь мгновенной мощности и энергии с током и напряжением в цепи. Средняя мощность в цепи.

ЗачВ4. Электрическая цепь. Пассивные (нагрузка) и активные (источники) элементы цепей. Понятие и виды схем электрических цепей. Схема замещения (математическая модель) цепи.

ЗачВ5. Идеализированный пассивный элемент электрических цепей – ёмкость – и ее линейная схема замещения. Компонентные уравнения для ёмкости; мгновенная мощность и энергия, запасаемая ёмкостью.

ЗачВ6. Идеализированный пассивный элемент электрических цепей – индуктивность – и ее схема замещения. Компонентные уравнения для индуктивности; мгновенная мощность и энергия, запасаемая индуктивностью.

ЗачВ7. Идеальный источник тока и напряжения и их вольтамперные характеристики (ВАХ). Линейные схемы замещения реальных источников и их ВАХ. Эквивалентные источник тока и источник напряжения.

ЗачВ8. Основные понятия топологии цепей: ветвь, узел, контур. Последовательное, параллельное и смешанное соединение двухполюсников. Законы Кирхгофа (топологические уравнения).

ЗачВ9. Последовательное и параллельное соединения линейных сопротивлений. Эквивалентное сопротивление (проводимость) соединения. Элементарные делители напряжения и тока.

ЗачВ10. Виды нелинейных элементов цепи и их общая характеристика. Неуправляемые и управляемые нелинейные сопротивления. ВАХ нелинейных сопротивлений, их статические и дифференциальные параметры.

ЗачВ11. Расчет цепей постоянного тока с нелинейными сопротивлениями методом эквивалентной ВАХ. Эквивалентное сопротивление цепи с последовательным и параллельным соединениями нелинейных сопротивлений.

ЗачВ12. Гармоническое колебание и его основные параметры: амплитуда, период, текущая и начальная фазы, частота, действующее значение. Векторное представление гармонического колебания.

ЗачВ13. Гармонические колебания в ёмкости. Закон Ома для амплитуд. Реактивное сопротивление ёмкости. Сдвиг фаз между напряжением и током в ёмкости. Мгновенная мощность и энергия в ёмкости.

ЗачВ14. Гармонические колебания в индуктивности. Закон Ома для амплитуд. Реактивное сопротивление. Сдвиг фаз между напряжением и током в индуктивности. Мгновенная мощность и энергия в индуктивности.

ЗачВ15. Гармонические колебания в последовательном соединении  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Треугольник напряжений и сопротивлений. Полное сопротивление цепи. Сдвиг фаз между напряжением и током. Характер сопротивления цепи.

ЗачВ16. Гармонические колебания в параллельном соединении  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Треугольник токов и проводимостей. Полная проводимость цепи. Сдвиг фаз между напряжением и током в параллельном. Характер сопротивления цепи.

ЗачВ17. Комплексная амплитуда гармонического колебания. Соотношение комплексных амплитуд напряжений и токов в  $R$ ,  $L$  и  $C$ . Комплексное сопротивление элементов  $R$ ,  $L$  и  $C$ . Закон Ома в комплексной форме.

ЗачВ18. Комплексное, реактивное, полное сопротивления (проводимость) смешанного соединения  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Комплексная схема замещения линейной цепи. Закон Ома в комплексной форме для полной цепи.

ЗачВ19. Алгоритм расчета линейных цепей при гармоническом воздействии методом комплексных амплитуд.

ЗачВ20. Энергетические соотношения в линейных цепях при гармоническом воздействии. Мгновенная, активная, реактивная, полная и комплексная мощности. Коэффициент мощности. Баланс мощностей в цепи.

ЗачВ21. Согласование источника электрической энергии с нагрузкой по критериям максимума передаваемой в нагрузку средней мощности и максимума коэффициента полезного действия.

ЗачВ22. Метод анализа сложной линейной цепи при гармонических воздействиях, основанный на стандартной процедуре формирования уравнений электрического равновесия цепи. Методика составления системы уравнений относительно искомых токов.

ЗачВ23. Метод контурных токов для анализа линейной цепи. Контурный ток. Собственное и взаимное сопротивления контуров. Методика формирования и размерность системы уравнений относительно контурных токов.

ЗачВ24. Метод узловых потенциалов для анализа цепи. Базисный узел, собственная и взаимная проводимость узлов. Методика формирования и размерность системы уравнений относительно узловых потенциалов.

ЗачВ25. Основные теоремы теории цепей и их применение для анализа цепей. Принцип наложения. Теорема взаимности. Теорема о компенсации. Принцип дуальности.

ЗачВ26. Метод расчета сложной цепи на основе принципа наложения.

ЗачВ27. Анализ сложных линейных цепей при гармонических воздействиях на основе теоремы об эквивалентном источнике напряжения (теоремы Тевенина).

ЗачВ28. Эквивалентные преобразования цепей: замена цепи с последовательным соединением элементов параллельным соединением и наоборот; преобразования соединения типа "звезда" в "треугольник" и наоборот.

ЗачВ29. Индуктивно-связанные цепи при гармоническом воздействии. Взаимная индуктивность. Компонентные уравнения, последовательное и параллельное включение связанных индуктивностей.

ЗачВ30. Понятие о комплексных частотных характеристиках (КЧХ) линейных цепей. Классификация КЧХ, их формы представления. КЧХ элементарных реактивных двухполюсников:  $L$  и  $C$ .

ЗачВ31. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазочастотная (ФЧХ) характеристика линейной цепи; их физический смысл. Методика экспериментального измерения и алгоритм расчёта АЧХ и ФЧХ линейной

цепи.

ЗачВ32. КЧХ простых двухполюсников: емкости, индуктивности, последовательного и параллельного  $RC$ - и  $RL$ -соединения.

ЗачВ33. АЧХ и ФЧХ  $RC$ -цепи со съёмом выходного напряжения с сопротивления. Понятие фильтра верхних частот (ФВЧ). Частота среза (граничная частота) АЧХ  $RC$ -цепи.

ЗачВ34. АЧХ и ФЧХ  $RC$ -цепи со съёмом выходного напряжения с ёмкости. Понятие фильтра нижних частот (ФНЧ). Полоса пропускания цепи. Частота среза АЧХ (граничная частота) АЧХ  $RC$ -цепи.

ЗачВ35. АЧХ и ФЧХ цепи, используемой в мосте Вина. Понятие полосно-пропускающего фильтра; полоса пропускания фильтра. Расчет граничных частот полосы пропускания и коэффициент прямоугольности.

ЗачВ36. Частотные характеристики (АЧХ и ФЧХ)  $RC$ -цепи второго порядка в виде двухзвенного  $RC$ -фильтра.

### **7.2.5. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

ЭкзВ1. Колебательный контур. Собственные колебания в идеальном контуре и их частота. Вынужденный режим работы контура. Классификация колебательных контуров. Понятие и критерии резонанса.

ЭкзВ2. Резонанс напряжений в последовательном контуре. Резонансная частота, характеристическое и резонансное сопротивления, добротность. Входные и передаточные частотные характеристики контура.

ЭкзВ3. Энергетические соотношения в последовательном контуре при резонансе. Влияние внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки на характеристики контура.

ЭкзВ4. Резонанс токов в параллельном контуре. Входные частотные характеристики; влияние шунта на свойства контура. Контур с неполным включением: коэффициент включения, резонансное сопротивление.

ЭкзВ5. Обобщенная расстройка, уравнение резонансной кривой колебательного контура. Полоса пропускания и избирательность контура.

ЭкзВ6. Понятие о переходных процессах в цепях. Коммутация. Законы коммутации. Независимые начальные условия. Порядок линейной цепи.

ЭкзВ7. Классический метод анализа переходных процессов в линейной цепи: дифференциальное уравнение цепи и методика его решения; свободная и вынужденная составляющие процесса; характеристическое уравнение.

ЭкзВ8. Свободные процессы в  $RC$ -цепи первого порядка. Дифференциальное уравнение. Характер свободного процесса и оценка его продолжительности. Постоянная времени и её связь с частотной полосой пропускания.

ЭкзВ9. Свободные процессы в  $RL$ -цепи первого порядка. Дифференциальное уравнение. Характер процесса. Постоянная времени  $RL$ -цепи и её связь с её частотной полосой пропускания.

ЭкзВ10. Свободные процессы в контуре. Дифференциальное

уравнение. Возможные сценарии протекания процессов и условия их обеспечения.

ЭкзВ11. Постоянная времени контура и ее связь с частотной полосой пропускания. Параметры, характеризующие затухание колебательного процесса в контуре.

ЭкзВ12. Прямое и обратное преобразования Лапласа. Изображение колебания по Лапласу и их основные свойства. Изображения типовых воздействий. Теорема разложения для отыскания оригинала по изображению.

ЭкзВ13. Изображения напряжений и токов и соотношения между ними в  $R$ ,  $L$ ,  $C$  при нулевых и ненулевых начальных условиях. Операторные схемы замещения  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Общая схема применения операторного метода.

ЭкзВ14. Анализ переходных процессов на основе операторного метода: заряда емкости через резистивный делитель напряжения, перезаряда емкости, вызванного отключением нагрузки на выходе  $RC$ -цепи.

ЭкзВ15. Операторный коэффициент передачи цепи (передаточная функция), его связь с комплексным коэффициентом передачи, дифференциальным уравнением цепи и ее временными характеристиками.

ЭкзВ16. Переходная и импульсная характеристики цепи. Связь изображений временных характеристик с операторным коэффициентом передачи цепи и друг с другом. Алгоритм расчета временных характеристик цепи.

ЭкзВ17. Применение интеграла Дюамеля для анализа линейной электрической цепи на произвольное воздействие (временной метод анализа цепей). Формы записи интеграла Дюамеля.

ЭкзВ18. Отклик  $RC$ -цепи на воздействие прямоугольного импульса; анализ на основе временного метода

ЭкзВ19. Периодические колебания и их представление рядами Фурье. Гармоническая форма ряда Фурье. Гармонический спектр амплитуд и фаз периодических колебаний. Свойства спектров периодических колебаний.

ЭкзВ20. Разложение периодического колебания в ряд Фурье в комплексной форме. Комплексный спектр амплитуд и фаз периодических колебаний. Связь между комплексным и гармоническим спектрами колебания.

ЭкзВ21. Распределение мощности в спектре периодического колебания. Понятие практической ширины спектра колебания и критерии ее оценки. Связь практической ширины спектра колебания и его длительности.

ЭкзВ22. Гармонический спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов произвольной скважности. Огибающая спектра амплитуд. Частоты нулей огибающей амплитуд. Спектр меандра.

ЭкзВ23. Синтез колебания по его спектру. Влияние низших и высших гармоник на форму колебания. Синтез меандра.

ЭкзВ24. Интегральное представление непериодических процессов. Прямое и обратное преобразования Фурье. Комплексная спектральная плотность, спектральная плотность амплитуд процесса и ее свойства.

ЭкзВ25. Основные свойства преобразования Фурье (теоремы о

спектрах). Спектральный (частотный) метод анализа линейной цепи при произвольном периодическом (непериодическом) воздействии на ее входе.

ЭкзВ26. Понятие о неискажающей цепи. АЧХ и ФЧХ неискажающей цепи. О физической нереализуемости неискажающей цепи.

ЭкзВ27. Дифференцирующая цепь. АЧХ и ФЧХ дифференцирующей цепи. Условие качественного дифференцирования колебаний  $RC$ -цепью со съёмом выходного напряжения с сопротивления.

ЭкзВ28. Интегрирующая цепь. АЧХ и ФЧХ интегрирующей цепи. Условие качественного интегрирования колебаний  $RC$ -цепью со съёмом выходного напряжения с ёмкости.

ЭкзВ29. Основные уравнения и системы первичных параметров линейных четырехполюсников. Методика определения первичных параметров четырехполюсника. Связь между различными системами параметров.

ЭкзВ30. Соединения линейных четырехполюсников: последовательное, параллельное, каскадное, последовательно-параллельное, параллельно - последовательное. Расчет параметров составных четырехполюсников.

ЭкзВ31. Вторичные параметры четырехполюсника. Характеристическое сопротивление. Согласование четырехполюсника по выходу. Характеристическая постоянная передачи.

ЭкзВ32. Постановка задачи синтеза фильтра. Принцип физической реализуемости линейной цепи. Методика синтеза фильтра по заданной АЧХ. Функция фильтрации. Полиномиальные фильтры нижних частот.

ЭкзВ33. Телеграфные уравнения однородной длинной линии. Начальные и граничные условия. Решение телеграфных уравнений линии при гармоническом воздействии. Падающая и отраженные волны в линии.

ЭкзВ34. Коэффициент отражения в длинной линии. Линия без отражения. Режим бегущих волн в длинной линии. Режим смешанных волн в длинной линии. Коэффициент стоячей волны.

ЭкзВ35. Распределение тока и напряжения по длине линии. Режим бегущих волн и стоячих волн в линии. Положение узлов и пучностей тока и напряжения при коротком замыкании на выходе и разомкнутом выходе линии.

ЭкзВ36. Входное комплексное сопротивление короткозамкнутых и разомкнутых на конце отрезков длинной линии.

ЭкзВ37. Распределение тока и напряжения по длине линии при чисто реактивной и произвольной нагрузке. Согласование линии с нагрузкой.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по билетам, каждый из которых включает один теоретический вопрос и расчетную задачу малой сложности. Правильный и полный ответ на теоретический вопрос билета оценивается в 10 баллов, задача — также в 10 баллов (5 баллов за правильную методику решения и 5

баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов на зачете составляет 20.

Оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 13 баллов, «зачтено» – от 13 до 20 баллов.

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Правильный и полный ответ на каждый теоретический вопрос билета оценивается в 10 баллов, задача — также в 10 баллов (5 баллов за правильную методику решения и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов составляет 30.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 12 баллов.

Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 12 до 19 баллов

Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 20 до 24 баллов.

Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 25 до 30 баллов.

### 7.2.7. Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и законы теории электрических цепей	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторной работы, зачет
2	Линейные электрические цепи при гармонических воздействиях	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет, раздел курсовой работы
3	Частотные характеристики линейных электрических цепей	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторной работы, зачет, раздел курсовой работы
4	Резонансные явления в электрических цепях	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторной работы, экзамен
5	Переходные процессы в линейных цепях. Методы анализа	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен
6	Частотные спектры колебаний. Спектральный метод анализа цепей	ОПК-2	Тест, контрольная работа, раздел курсовой работы, экзамен
7	Линейные четырехполюсники и фильтры	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторной работы, экзамен
8	Цепи с распределёнными параметрами	ОПК-2	Тест, контрольная работа, экзамен

---

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При преподавании дисциплины «Основы теории цепей» в качестве формы оценки знаний применяются тесты, индивидуальные варианты заданий на практические занятия и лабораторные работы, а также задания на экзамен на бумажном носителе.

Тестирование осуществляется при помощи компьютерной системы тестирования. Время тестирования от 45 до 60 мин.

Решение стандартных и прикладных задач осуществляется на практических занятиях с использованием методических материалов, изданных на бумажном носителе.

Защита лабораторных работ выполняется методом устного опроса по контрольным вопросам, представленным в соответствующих методических материалах, или на основе компьютерного тестирования.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах.

Экзаменационный билет включают два теоретических вопроса и одну расчетную задачу малой/средней сложности, относящуюся к области знаний, определяемой перечнем вопросов к экзамену. Использование конспектов лекций или учебной литературы в любой форме, а также мобильных телефонов, планшетов, ноутбуков и/или иных устройств, предоставляющих беспроводную связь, не допускается. Время подготовки к ответу по заданию составляет 35 мин. Затем осуществляется проверка уровня подготовки в ходе устной беседы с экзаменатором, на которую отводится до 10 минут, и выставляется оценка в соответствии с указанными выше требованиями.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Новиков, Ю.Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях [Текст]: учеб. пособие / Ю.Н. Новиков. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2011. – 368 с.

2. Новиков, Ю.Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Н. Новиков. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. – 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/691>.

3. Атабеков, Г.И. Основы теории цепей [Текст]: учебник / Г.И. Атабеков. – 3-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 424 с.

4. Атабеков, Г.И. Основы теории цепей [Электронный ресурс]: учебник / Г.И. Атабеков. – 4-е изд., стереотип. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017. – 424 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91911>.

5. Попов, В.П. Основы теории цепей [Текст]: учеб. для вузов / В.П. Попов. – 4-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2003. – 575 с.

6. Литвиненко, В.П. Основы теории цепей [Текст]: учеб. пособие: в 2 частях. Ч. 1 / В.П. Литвиненко. – Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2016. – 229 с.

7. Литвиненко, В.П. Основы теории цепей [Текст]: учеб. пособие: в 2 частях. Ч. 2 / В.П. Литвиненко. – Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2018. – 194 с.

8. Батура, М.П. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учебник / М.П. Батура, А.П. Кузнецов, А.П. Курулев. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 607 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52136.html>.

9. Останков, А.В. Задачник по дисциплине "Основы теории цепей" [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Электрон. текстовые, граф. дан. (2,28 Мб). – Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015. – 1 файл.

10. Останков, А.В. Анализ установившихся и переходных процессов в линейных электрических цепях: лабораторный практикум [Текст]: учеб. пособие / А.В. Останков. – Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2018. – 88 с.

11. Методические указания к курсовой работе по дисциплине "Основы теории цепей" для студентов специальности "Радиотехнические системы и комплексы", специализации "Радиоэлектронные системы передачи информации" очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. радиотехники; Сост. А.В. Останков. – Электрон. текстовые, граф. дан. (1,1 Кб). – Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013. – 1 файл.

12. Методические указания к лабораторным работам № 1 - 4 по дисциплине "Основы теории цепей" для студентов специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" очной формы обучения [Текст] / Каф. радиотехники; сост.: А.В. Останков. – Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2018. – 41 с.

13. Методические указания к лабораторным работам № 5 - 8 по дисциплине "Основы теории цепей" для студентов специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" очной формы обучения [Текст] / Каф. радиотехники; сост.: А.В. Останков. – Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2018. – 37 с.

14. Методические указания к лабораторным работам № 5 - 9 по дисциплине "Основы теории цепей" для студентов специальности "Радиоэлектронные системы и комплексы", специализации "Радиоэлектронные системы передачи информации" очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. радиотехники; сост. А.В. Останков. – Электрон. текстовые, граф. дан. (767 Кб). – Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013. – 1 файл.

15. Методические указания к лабораторным работам № 10 - 13 по

дисциплине "Основы теории цепей" для студентов специальности "Радиоэлектронные системы и комплексы" очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. радиотехники; Сост. А.В. Останков. – Электрон. текстовые, граф. дан. (669 Кб). – Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. – 1 файл.

16. Карлащук, В.И. Электронная лаборатория на IBM PC: Программа Electronics Workbench и ее применение / В.И. Карлащук. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: СОЛОН-Р, 2003. – 736 с.

**8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Схемотехнический симулятор свободного доступа, например, программа моделирования и анализа электрических схем QUCS (Quite Universal Circuit Simulator, URL: <http://qucs.sourceforge.net/index.html>)

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лабораторных работ, практических занятий, исследований в рамках курсового проектирования используется лаборатория «Радиотехнические цепи и сигналы» кафедры радиотехники с необходимым лабораторным оборудованием и персональными компьютерами.

Экспериментальной базой изучения дисциплины служит лабораторный комплекс, объединяющий несколько рабочих мест, оборудованных лабораторными стендами, осциллографом, вольтметром, низкочастотным генератором гармонических сигналов и высокочастотным генератором-частотомером.

Выполнение лабораторных работ производится методом имитационного моделирования на персональных компьютерах с использованием программ свободного доступа. Применяются персональные компьютеры, имеющиеся в лаборатории.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Основы теории цепей» читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия, выполняется курсовая работа. Необходимым условием формирования компетенций при изучении дисциплины является строгое соблюдение графика учебного процесса.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе. С темой предстоящей лекции следует ознакомиться заранее и до ее начала проработать по учебникам теоретический материал. Прослушав лекцию, в этот же день необходимо просмотреть материал лекции по конспекту и проработать наиболее сложные и непонятные моменты с использованием лекций и учебных пособий.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков применения математических методов для описания элементов электрических цепей, анализа частотных и временных характеристик и показателей линейных цепей, ключевых методов расчета реакции линейных цепей на гармонические и произвольные по форме воздействия. Занятия проводятся путем решения задач в аудитории. К занятиям следует готовиться. Самостоятельная работа должна включать подготовку к контрольной работе по теме уже состоявшегося занятия и проработку теоретических вопросов по теме будущего. Подготовка к контрольной работе заключается в разборе решенных на аудиторном занятии задач, а также задач, решения которых изложены в рекомендованных учебных пособиях и методических материалах. Затем следует приступать к решению задач из категории "для самостоятельной работы". Поскольку таких задач несколько, но они многовариантны, разумно ограничиться решением наиболее разнотипных вариантов каждой задачи.

При выполнении лабораторных работ необходимо обеспечить заданную расписанием ритмичность. При пропуске занятия необходимо ликвидировать отставание в дополнительное время. К каждому занятию следует готовиться: проработать теоретический материал, распечатать заготовку отчета. В процессе выполнения работы необходимо формировать отчет, внося экспериментальные результаты и выводы в заготовку. Стандартным явлением должна стать защита работы сразу после её выполнения.

В начале 4-го семестра каждому студенту выдается индивидуальное задание по курсовой работе, выполняемой самостоятельно под контролем преподавателя. Весь объем работы разбивается на этапы, выполняемые в течение установленного срока. График выполнения этапов представлен в техническом задании к курсовой работе. При выполнении работы рекомендуется представлять промежуточные результаты работы преподавателю для проверки их правильности и полноты. Последний этап курсового проектирования предполагает экспериментальную проверку основных расчетных положений, которая осуществляется в лаборатории с использованием стандартного оборудования и макета цепи, созданного непосредственно студентом. После выполнения курсовой работы студент обязан представить отчет, оформленный в виде расчетно-пояснительной записки. Оформленная в соответствии с СТП ВГТУ пояснительная записка сдается преподавателю на проверку. В случае если замечания по пояснительной записке оказываются несущественными, защита проводится в

форме беседы со студентом по существу полученных им результатов с выставлением соответствующей оценки. Если же работа требует серьезной доработки, например, содержит ошибочные результаты, то записка возвращается студенту на доработку. Оценка в этом случае снижается.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой индивидуальных контрольных работ, результатов компьютерного тестирования, устным опросом при защите результатов лабораторных работ, проверкой и защитой курсовой работы. Формирование компетенций в рамках дисциплины оценивается на зачете (в 3-м семестре) и экзамене (в 4-м семестре).

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью словарей и справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, практическом или лабораторном занятии.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Анализ решения образцовых задач в рекомендуемой литературе. Решение задач по предложенным образцам. Тестирование.
Лабораторные занятия	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретических материалов и подготовка к лабораторным работам. Выполнение исследований; при этом особое внимание следует уделить выявлению взаимосвязей между параметрами электрических цепей и показателями формируемых ими процессов.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	При подготовке к зачету (экзамену) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации.

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8 в части учебно-методического обеспечения дисциплины; в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем; Актуализирован раздел 9 в части материально-технической базы необходимой для проведения образовательного процесса.	29.08.2022	