

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Небольсин В.А.
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Электротехника»

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение

Профиль Приборостроение

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

 / Башкиров А.В./

Заведующий кафедрой
Конструирования и
производства
радиоаппаратуры

 / Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

 / Турецкий А.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Теоретическая и практическая подготовка студентов в области электротехники и формирование основ для успешного изучения ими последующих предметов электротехнического и радиотехнического направлений.

1.2. Задачи освоения дисциплины

освоение методов анализа и расчета электрических цепей;
изучение основных характеристик цепей и электронных устройств;
освоение методов измерения основных электрических величин;
использование программ для расчета и схемотехнического моделирования цепей;
развитие у студентов способностей самостоятельно углублять и развивать полученные знания в области электротехники и электроники

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электротехника» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электротехника» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-3	Знать: основные понятия и законы электрических цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов; методы анализа линейных цепей несинусоидального тока; методы анализа переходных процессов; принципы действия электронных приборов
	Уметь: формировать модели анализируемых цепей и протекающих в них процессов; проводить расчеты простейших цепей в стационарном и переходном режимах; понимать принципы действия современных электронных приборов; использовать методы моделирования электрических схем на ЭВМ
	Владеть: навыками исследования и расчета электрических цепей; пониманием функционирования электрических схем и электронной базы современных электронных устройств; способами оценки характеристик и параметров электрических цепей при различных воздействиях;

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электротехника» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
Аудиторные занятия (всего)	144	72	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	144	108	36
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	324 9	180 5	144 4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4	5
Аудиторные занятия (всего)	24	12	12
В том числе:			
Лекции	8	4	4
Практические занятия (ПЗ)	8	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	8	4	4
Самостоятельная работа	287	128	159

Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы	324	144	180
з.е.	9	4	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и соотношения в электрических цепях.	Электрическая цепь. Источники и приемники электрической энергии. Активные и пассивные элементы электрической цепи. Основные определения, относящиеся к электрической схеме замещения (эквивалентной схеме): ветвь, узел, контур, граф. Законы Кирхгофа. Задачи анализа и синтеза электрических цепей. Гармоническое колебание и его параметры. Напряжение и ток в активном сопротивлении, в индуктивности, емкости, реактивные сопротивления, амплитудные и фазовые соотношения. Векторное представление гармонического колебания, сдвиг фаз. Векторные диаграммы. Комплексная амплитуда. Переход от гармонической функции к комплексной и обратно. Закон Ома в комплексной форме для активного сопротивления, индуктивности, емкости. Комплексные сопротивления. Законы Кирхгофа в	12	6	6	24	48

		комплексной форме. Применение комплексного метода к последовательному и параллельному соединениям R, L, C.					
2	Расчет электрических цепей и определение характеристик при гармоническом воздействии.	Понятие о простых и сложных электрических цепях. Понятие об эквивалентных преобразованиях. Участки цепей с последовательным соединением элементов. Участки цепей с параллельным соединением элементов. Применение первого и второго законов Кирхгофа к расчету сложных цепей при гармоническом воздействии. Общий метод расчета. Метод контурных токов. Метод наложения. Метод эквивалентного источника. Комплексный коэффициент передачи. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики цепей. Полоса пропускания и коэффициент прямоугольности избирательных цепей. Характеристики RC-цепи. Частотные характеристики CR-цепи. Частотные характеристики LR и RL-цепи.	12	6	6	24	48
3	Избирательные свойства электрических цепей	Последовательный колебательный контур. Понятие резонанса. Добротность контура. АЧХ и ФЧХ последовательного контура. Входное сопротивление. Добротность контура. Связь между резонансной частотой, добротностью и полосой пропускания. Параллельный контур. Виды параллельных контуров и их применение в радиотехнических устройствах. Резонанс токов в параллельном контуре.	12	6	6	24	48

		Влияние внутреннего сопротивления генератора и нагрузки на резонансные свойства параллельного контура. Сложный параллельный контур. Коэффициент включения. Согласование внутреннего сопротивления источника и нагрузки с контуром. Преимущества связанных контуров перед одиночными. Виды связи. Эквивалентные схемы замещения.. Настройка связанных контуров. Классификация резонансов. Полоса пропускания системы связанных контуров. АЧХ связанных контуров. Электрические фильтры, классификация. Идеальные и реальные фильтры. Условия прозрачности. Характеристики затухания. Фильтры нижних частот. Фильтры верхних частот, полосовые и заградительные. Фильтры сосредоточенной селекции. Понятие о пьезоэлектрических и активных RC-фильтрах.					
4	Цепи с распределенными параметрами и нелинейные электрические цепи, переходные процессы	Длинная линия, определение. Погонные параметры. Уравнения процессов в линии при гармоническом воздействии. Бегущие и стоячие волны в длинной линии. Режимы холостого хода и короткого замыкания. Использование длинных линий в качестве трансформаторов, сопротивлений, изоляторов, колебательных контуров, линий задержки, формирователей импульсов. Согласование длинных линий. Свободные и переходные процессы. Законы коммутации. Составление	12	6	6	24	48

		дифференциальных уравнений и их решение. Качественный анализ переходных и свободных процессов по корням характеристического уравнения. Свободные процессы в цепях второго порядка. Нелинейные электрические цепи: основные свойства, обозначение. Связь между током и напряжением. Нелинейные элементы и их характеристики. Параметры нелинейных элементов. Параллельное и последовательное соединение нелинейных элементов. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов ломаной прямой и степенным полиномом. Графоаналитический метод расчета нелинейных цепей. Нелинейные цепи при гармоническом воздействии. Метод степенного полинома. Метод угла отсечки. Нелинейное сопротивление под воздействием двух гармонических колебаний. Преобразование спектра в нелинейных цепях.					
5	Основные свойства полупроводниковых диодных структур	Электронно-дырочный переход, потенциальный барьер. Явление односторонней проводимости. Вольт-амперная характеристика р-п перехода. Устройство и назначение плоскостных и точечных диодов. Вольт-амперная характеристика и параметры полупроводникового диода. Низкочастотные и с.в.ч. диоды. Принцип работы, схема включения кремниевого стабилитрона. Туннельные диоды. Диоды Шотки. Варикапы.	12	6	6	24	48

		Светодиоды и светодиодные индикаторы. Элементы солнечных батарей Полупроводниковые лазеры					
6	Основные свойства полупроводниковых триодных структур	Полупроводниковые триоды. Устройство плоскостного транзистора. Транзисторы типа р-п-р и п-р-п. Принцип работы транзистора. Токи транзистора. Схемы включения транзистора с общей базой, с общим эмиттером и общим коллектором. Статические характеристики транзисторов для схем с общей базой и общим эмиттером. Полевые транзисторы. Динисторы, тиристоры, симисторы. Оптоэлектронные устройства, конструкции дискретных и интегральных оптоэлектронных приборов и области их применения. Индикаторы на жидких кристаллах, приемники излучения. Термисторы, варисторы, термоэлектрические приборы.	12	6	6	24	48
Итого			72	36	36	144	288

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и соотношения в электрических цепях.	Электрическая цепь. Источники и приемники электрической энергии. Активные и пассивные элементы электрической цепи. Основные определения, относящиеся к электрической схеме замещения (эквивалентной схеме): ветвь, узел, контур, граф. Законы Кирхгофа. Задачи анализа и синтеза электрических цепей. Гармоническое колебание и его параметры. Напряжение и ток в активном сопротивлении, в индуктивности, емкости,	2	2	-	48	52

		реактивные сопротивления, амплитудные и фазовые соотношения. Векторное представление гармонического колебания, сдвиг фаз. Векторные диаграммы. Комплексная амплитуда. Переход от гармонической функции к комплексной и обратно. Закон Ома в комплексной форме для активного сопротивления, индуктивности, емкости. Комплексные сопротивления. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Применение комплексного метода к последовательному и параллельному соединениям R, L, C.					
2	Расчет электрических цепей и определение характеристик при гармоническом воздействии.	Понятие о простых и сложных электрических цепях. Понятие об эквивалентных преобразованиях. Участки цепей с последовательным соединением элементов. Участки цепей с параллельным соединением элементов. Применение первого и второго законов Кирхгофа к расчету сложных цепей при гармоническом воздействии. Общий метод расчета. Метод контурных токов. Метод наложения. Метод эквивалентного источника. Комплексный коэффициент передачи. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики цепей. Полоса пропускания и коэффициент прямоугольности избирательных цепей. Характеристики RC-цепи. Частотные характеристики CR-цепи. Частотные характеристики LR и RL-цепи.	2	-	-	48	50

3	Избирательные свойства электрических цепей	Последовательный колебательный контур. Понятие резонанса. Добротность контура. АЧХ и ФЧХ последовательного контура. Входное сопротивление. Добротность контура. Связь между резонансной частотой, добротностью и полосой пропускания. Параллельный контур. Виды параллельных контуров и их применение в радиотехнических устройствах. Резонанс токов в параллельном контуре. Влияние внутреннего сопротивления генератора и нагрузки на резонансные свойства параллельного контура. Сложный параллельный контур. Коэффициент включения. Согласование внутреннего сопротивления источника и нагрузки с контуром. Преимущества связанных контуров перед одиночными. Виды связи. Эквивалентные схемы замещения. Настройка связанных контуров. Классификация резонансов. Полоса пропускания системы связанных контуров. АЧХ связанных контуров. Электрические фильтры, классификация. Идеальные и реальные фильтры. Условия прозрачности. Характеристики затухания. Фильтры нижних частот. Фильтры верхних частот, полосовые и заградительные. Фильтры сосредоточенной селекции. Понятие о пьезоэлектрических и активных RC-фильтрах.	1	2	4	48	55
4	Цепи с распределенными параметрами и нелинейные электрические	Длинная линия, определение. Погонные параметры. Уравнения процессов в линии при гармоническом воздействии. Бегущие и	1	2	4	48	55

	цепи, переходные процессы	стоячие волны в длинной линии. Режимы холостого хода и короткого замыкания. Использование длинных линий в качестве трансформаторов, сопротивлений, изоляторов, колебательных контуров, линий задержки, формирователей импульсов. Согласование длинных линий. Свободные и переходные процессы. Законы коммутации. Составление дифференциальных уравнений и их решение. Качественный анализ переходных и свободных процессов по корням характеристического уравнения. Свободные процессы в цепях второго порядка. Нелинейные электрические цепи: основные свойства, обозначение. Связь между током и напряжением. Нелинейные элементы и их характеристики. Параметры нелинейных элементов. Параллельное и последовательное соединение нелинейных элементов. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов ломаной прямой и степенным полиномом. Графоаналитический метод расчета нелинейных цепей. Нелинейные цепи при гармоническом воздействии. Метод степенного полинома. Метод угла отсечки. Нелинейное сопротивление под воздействием двух гармонических колебаний. Преобразование спектра в нелинейных цепях.					
5	Основные свойства полупроводников	Электронно-дырочный переход, потенциальный барьер. Явление	1	2	-	47	50

	ых диодных структур	односторонней проводимости. Вольт-амперная характеристика р-п перехода. Устройство и назначение плоскостных и точечных диодов. Вольт-амперная характеристика и параметры полупроводникового диода. Низкочастотные и с.в.ч. диоды. Принцип работы, схема включения кремниевого стабилитрона. Туннельные диоды. Диоды Шотки. Варикапы. Светодиоды и светодиодные индикаторы. Элементы солнечных батарей Полупроводниковые лазеры					
6	Основные свойства полупроводниковых триодных структур	Полупроводниковые триоды. Устройство плоскостного транзистора. Транзисторы типа р-п-р и п-р-п. Принцип работы транзистора. Токи транзистора. Схемы включения транзистора с общей базой, с общим эмиттером и общим коллектором. Статические характеристики транзисторов для схем с общей базой и общим эмиттером. Полевые транзисторы. Динисторы, тиристоры, симисторы. Оптоэлектронные устройства, конструкции дискретных и интегральных оптоэлектронных приборов и области их применения. Индикаторы на жидких кристаллах, приемники излучения. Термисторы, варисторы, термоэлектрические приборы.	1	-	-	48	49
Итого			8	8	8	287	311

5.2 Перечень лабораторных работ

- Ознакомление с приборами и стендом;
- RC цепь при гармоническом воздействии;
- Последовательный колебательный контур;

- Параллельный колебательный контур;
- Связанные колебательные контуры;
- Длинная линия;
- Переходные процессы в линейных цепях;
- Итоговое лабораторное занятие.

5.3 Перечень практических занятий

- Основные понятия электрических цепей;
- Линейные цепи при гармоническом воздействии;
- Метод комплексных амплитуд;
- Расчет электрических цепей при гармоническом воздействии;
- Основные характеристики частотно-избирательных цепей;
- Колебательные контуры;
- Цепи с распределенными параметрами;
- Переходные процессы в линейных цепях;
- Спектры электрических колебаний;
- Нелинейные электрические цепи;
- Электронные приборы.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения, в 5 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет линейной электрической цепи при гармоническом воздействии»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Представление в двоичном коде номера варианта и выбор схемы с частотой генераторов по формулам;
- Расчет простой электрической цепи;
- Расчет сложной электрической цепи;

Курсовая работа включает в себя расчетную часть, моделирование схем на ЭВМ, графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-3	Знать: основные понятия и законы электрических цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов; методы анализа линейных цепей несинусоидального тока; методы анализа переходных процессов; принципы действия электронных приборов	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: формировать модели анализируемых цепей и протекающих в них процессов; проводить расчеты простейших цепей в стационарном и переходном режимах; понимать принципы действия современных электронных приборов; использовать методы моделирования электрических схем на ЭВМ	Решение стандартных практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания на лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: навыками исследования и расчета электрических цепей; пониманием функционирования электрических схем и электронной базы современных электронных устройств; способами оценки	Выполнение исследовательских задач по исследованию и расчету электрических цепей на лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	характеристик и параметров электрических цепей при различных воздействиях;			
--	--	--	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 2 семестре для очной формы обучения, 4, 5 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-3	Знать: основные понятия и законы электрических цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов; методы анализа линейных цепей несинусоидального тока; методы анализа переходных процессов; принципы действия электронных приборов	Знание учебного материала и готовность к его изложению на зачете и экзамене и применению в рамках выполнения заданий на лабораторных занятиях	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: формировать модели анализируемых цепей и протекающих в них процессов; проводить расчеты простейших цепей в стационарном и переходном режимах;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	понимать принципы действия современных электронных приборов; использовать методы					
	владеть: навыками исследования и расчета электрических цепей; пониманием функционирования электрических схем и электронной базы современных электронных устройств; способами оценки характеристик и параметров электрических цепей;	Решение задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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. Графическое изображение электрической цепи, содержащее условные обозначения ее элементов, показывающие соединение этих элементов называется...

- ⊕ схемой электрической цепи;
- контуром;
- ветвью;
- узлом.

2. Часть электрической цепи, рассматриваемая по отношению к двум парам ее выводов, называется ...

- ⊕ четырехполюсником;
- двухполюсником;
- контуром;
- ветвью.

3. Если величина R равна 50 Ом, то активная проводимость цепи G , составит ...

- 50 Ом
- 0,004 См
- ⊕ 0,02 См
- 2500 Ом

4. Диэлектрическая постоянная ϵ_0 имеет размерность ...

- Тл- Гн/м
- А/м
- ⊕ - Ф/м

5. Реальному источнику ЭДС соответствует внешняя характеристика под номером ...

- четыре
- ⊕ два
- три
- один

6. Внутреннее сопротивление источников ЭДС (R_0), внешние характеристики которых изображены на рисунке, находятся в следующем соотношении

- $R_{0A} > R_{0B} = R_{0C}$
- ⊕ - $R_{0A} < R_{0B} < R_{0C}$

- $R_{0C} > R_{0B} > R_{0A}$
- $R_{0A} = R_{0B} = R_{0C}$

7. При заданной вольт-амперной характеристике приемника его сопротивление при токе 5 А составит ...

- 20 Ом
- 1 кОм
- 0,1 Ом
- ⊕ - 10 Ом

на

8. При заданной вольтамперной характеристике приемника напряжение на нем при токе 10 А составит ...

- бесконечно большое значение
- ⊕ - 50 В
- 55 В
- 60 В

9. По приведенной ВАХ для источника ЭДС параметры E и $R_{вн}$ составляют

- ⊕ 40 В; 10 Ом
- 40 В; 20 Ом
- 20 В; 10 Ом
- 20 В; 10 Ом

10. Точка пересечения внешней характеристики источника с осью напряжения соответствует режиму ...

- номинальному
- согласованной нагрузки
- ⊕ - холостого хода
- короткого замыкания

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

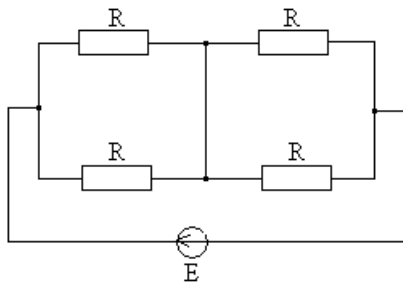
Задание 1

Эквивалентное сопротивление цепи относительно источника ЭДС составит ...

- $4 R \oplus$
- $2 R$
- $6 R$
- $10 R \text{ Ом}$

Задание 2

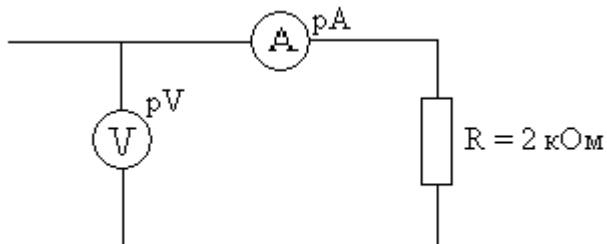
Эквивалентное сопротивление цепи R_{Σ} относительно источника ЭДС равно



- $4 R$
- $R \oplus$
- $2 R$
- $R/2$

Задание 3

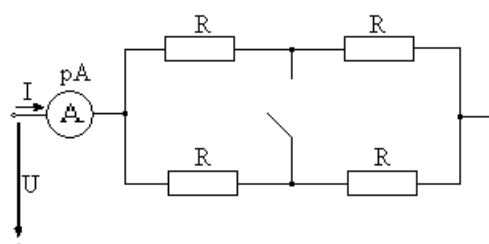
Если показание вольтметра pV составляет 40 В , то показание амперметра pA при этом составит ...



- 20 А
- $20 \text{ мА} \oplus$
- 50 А
- 20 кА

Задание 4

Если все резисторы имеют одинаковое сопротивление, а ток при разомкнутом ключе составляет 4 А, то при замыкании ключа показание амперметра составит ...



- 6 А

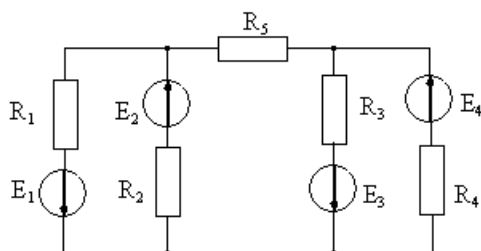
- 8 А

- 2 А

- 4 А ⊕

Задание 5

Количество независимых контуров в данной схеме составляет...



- шесть

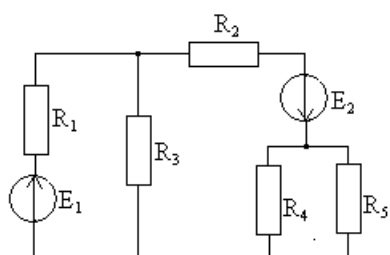
- ⊕ три

- два

- четыре

Задание 6

Общее количество независимых уравнений по законам Кирхгофа, необходимое для расчета токов в ветвях заданной цепи, составит...



- четыре

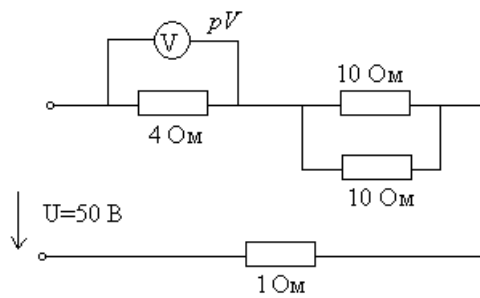
- два

- три

- ⊕ пять

Задание 7

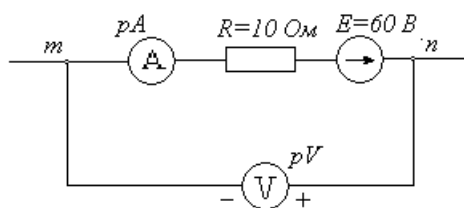
При заданных значениях сопротивлений и приложенного напряжения показание вольтметра pV составит ...



- 2 В
- 4 В
- $\oplus 20$ В
- 8 В

Задание 8

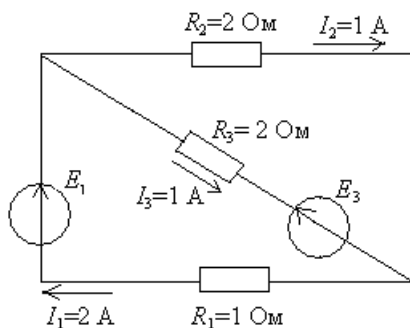
Полярность на вольтметре показывает направление напряжения. Если показание вольтметра $pV = 50$ В, то показание амперметра pA равно ...



- 11 А
- 6 А
- 10 А
- 1 А $\oplus$

Задание 9

При известных величинах токов и сопротивлений, потребляемая мощность составит ...

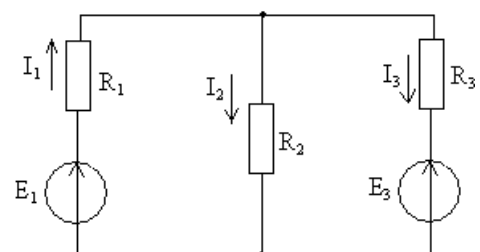


- 20 Вт
- 10 Вт
- 6 Вт
- $\oplus 8$ Вт

Задание 10

Уравнение баланса мощностей представлено выражением ...

- $E_1 I_1 + E_3 I_3 = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2$
- $E_1 I_1 + E_3 I_3 = R_1 I_1^2 - R_2 I_2^2 - R_3 I_3^2$
- $\oplus$
 $E_1 I_1 - E_3 I_3 = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2$
- $- E_1 I_1 + E_3 I_3 = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2$



7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Используя векторное представление гармонического колебания, вычесть напряжение $5 \sin \omega t$ из напряжения $10 \cos \omega t$.

Ответ: $11,2 \cos(\omega t + 26^{\circ}30')$.

2. На зажимах цепи, состоящей из последовательно соединенных сопротивления $R = 50 \text{ Ом}$ и индуктивности $L = 0,1 \text{ Гн}$, задано напряжение $u = \sqrt{2} \cdot 100 \cos \omega t$. Частота $f = 50 \text{ Гц}$. Вычислить полное сопротивление цепи и действующие значения напряжения на R и L ; найти выражение для гармонического тока.

Ответ : $59 \text{ Ом}; 85 \text{ В}; 53,4 \text{ В}$. $i = \sqrt{2} \cdot 1,7 \cos(\omega t - 32^{\circ}10') \text{ А}$.

3. Через цепь, из параллельно соединенных сопротивления ($R = 8,33 \text{ Ом}$) и индуктивности ($L = 6,36 \text{ мГн}$), проходит ток $0,141 \cos \omega t \text{ А}$; частота равна 500 Гц . Определить напряжение на параллельных ветвях.

Ответ : $u(t) = 1,1 \cos(\omega t + 22^{\circ}36') \text{ В}$.

4. Используя комплексный метод расчета, вычесть напряжение $5 \sin \omega t$ из напряжения $10 \cos \omega t$.

Ответ: $u(t) = 11,2 \cos(\omega t + 26,6^{\circ})$.

5. Определить $u(t)$, если комплексная амплитуда напряжения задана в виде $U_m = -12 + j10 \text{ В}$.

Ответ : $u(t) = 15,6 \cos(\omega t + 140,2^{\circ})$.

6. Напряжение изменяется по закону $u(t) = -10 \cos(\omega t + \pi/4)$. Записать временную зависимость напряжения в комплексной форме.

Ответ: $U_m = 10 e^{-j3\pi/4}$.

7. К цепи, состоящей из $R = 20 \text{ Ом}$, $L = 100 \text{ мГн}$ и $C = 50 \text{ мкФ}$, соединенных последовательно, приложено напряжение $u = 14,14 \sin 377 \text{ В}$.

Вычислить комплексные ток и напряжение на R , L , C .

Ответ: $I_m = 0,561 e^{-j52,6^{\circ}} \text{ А}$, $U_{mR} = 11,2 e^{-j52,6^{\circ}} \text{ В}$,

$U_{m2} = 21,15 e^{j37,4^{\circ}}$, $U_{mC} = 29,7 e^{-j142,6^{\circ}} \text{ В}$.

8. Сопротивление $R = 2 \text{ Ом}$ и емкость $C = 0,191 \text{ мкФ}$ соединены параллельно. Найти эквивалентную схему с последовательным соединением R и C при частоте $f = 1 \text{ МГц}$.

Ответ: $R = 0,296 \text{ Ом}$; $C = 0,224 \text{ мкФ}$.

9. В связанных контурах два одинаковых контура, настроены каждый в отдельности на частоту $f_0 = 2 \cdot 10^6 \text{ Гц}$. Определить частоты связи f_1 и f_2 , если известно, что активное сопротивление потерь каждого контура $R = 10 \text{ Ом}$, а сопротивление связи $x_{св} = 16 \text{ Ом}$. Емкость каждого контура равна 100 пФ .

Ответ: $f_1 = 2015 \text{ кГц}$, $f_2 = 1984,3 \text{ кГц}$.

10. Рассчитать L и C параллельного контура, если резонансная частота $f_0 = 500 \text{ кГц}$, сопротивление потерь $R = 20 \text{ Ом}$, а резонансное сопротивление контура $R_{кп} = 20 \text{ кОм}$.

Ответ: $L = 201 \text{ мкГн}$, $C = 500 \text{ пФ}$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Электрическая цепь, основные понятия. Идеализированные и реальные пассивные и активные элементы. Эквивалентная замена источников энергии. Законы Кирхгофа.
2. Гармонический ток в цепях с последовательным и параллельным соединением элементов. Основные соотношения, векторные диаграммы.
3. Мощность в цепи гармонического тока. Согласование, коэффициент полезного действия.
4. Представление гармонических функций в комплексной форме. Закон Ома для индуктивности, ёмкости и сопротивления в комплексной форме. Последовательное и параллельное соединение элементов.
5. Понятие о простых и сложных электрических цепях. Преобразования для последовательного, параллельного и смешанного соединений. Метод наложения.
6. Основные методы расчета сложных электрических цепей. Примеры.
7. Комплексный коэффициент передачи цепи. АЧХ и ФЧХ цепи. АЧХ для RC, CR, RL и LR цепей.
8. Последовательный колебательный контур. Сущность явления резонанса. Энергия контура. Добротность контура. Входное сопротивление.
9. Параллельные контуры и их виды. АЧХ и ФЧХ параллельного контура. Сложный параллельный контур, основные соотношения.
10. Связанные колебательные контуры. Виды резонансов, настройка. Эквивалентные схемы замещения.
11. Основные типы фильтров. Фильтры нижних и верхних частот. Полосовые и заграждающие фильтры

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Электрическая цепь, основные понятия. Идеализированные и реальные пассивные и активные элементы. Эквивалентная замена источников энергии. Законы Кирхгофа.
2. Гармонический ток в цепях с последовательным и параллельным соединением элементов. Основные соотношения, векторные диаграммы.
3. Мощность в цепи гармонического тока. Согласование, коэффициент полезного действия.
4. Представление гармонических функций в комплексной форме. Закон Ома для индуктивности, ёмкости и сопротивления в комплексной форме. Последовательное и параллельное соединение элементов.
5. Понятие о простых и сложных электрических цепях. Преобразования для последовательного, параллельного и смешанного соединений. Метод наложения.
6. Основные методы расчета сложных электрических цепей. Примеры.
7. Комплексный коэффициент передачи цепи. АЧХ и ФЧХ цепи. АЧХ для RC, CR, RL и LR цепей.
8. Последовательный колебательный контур. Сущность явления

резонанса. Энергия контура. Добротность контура. Входное сопротивление.

9. Параллельные контуры и их виды. АЧХ и ФЧХ параллельного контура. Сложный параллельный контур, основные соотношения.

10. Связанные колебательные контуры. Виды резонансов, настройка. Эквивалентные схемы замещения.

11. Основные типы фильтров. Фильтры нижних и верхних частот. Полосовые и заграждающие фильтры

12. Переходные процессы в линейных цепях, основные положения. Переходная и импульсная характеристики цепи. Классический метод анализа переходных процессов в цепях первого порядка (пример).

13. Операторный метод анализа переходных процессов, общие положения. Операторные схемы замещения идеализированных двухполюсных элементов.

14. Анализ переходного процесса операторным методом в цепи первого порядка (пример).

15. Анализ переходных процессов в цепях второго порядка

16. Цепи с распределёнными параметрами (длинная линия), общие положения.

17. Первичные параметры и их определение. Типы линий, выбор волнового сопротивления.

18. Бегущие волны в длинной линии (идеальной и реальной).

19. Стоячие волны в линии. Режим холостого хода в длинной линии.

20. Стоячие волны в линии. Режим короткого замыкания в длинной линии.

21. Длинная линия, замкнутая на ёмкость и индуктивность.

22. Смешанные волны в длинной линии, общие положения. Коэффициент бегущей и стоячей волны.

23. Согласование коаксиальных длинных линий, общие положения, четверть- волновый трансформатор и его применение для согласования коаксиальных линий.

24. Симметрирующее устройство и его применение в длинных линиях.

25. Виды вибраторов и их использование в телевизионных антеннах.

26. Спектральное представление сигналов, общие положения. Разложение периодической функции времени в ряд Фурье

27. Общие сведения о нелинейных цепях. Свойства, характеристики и параметры нелинейных элементов. Параллельное и последовательное соединение нелинейных элементов.

28. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Графоаналитический метод расчета нелинейной цепи при постоянном токе.

29. Нелинейное сопротивление при гармоническом воздействии. Метод степенного полинома.

30. Нелинейное сопротивление при воздействии двух гармонических колебаний. Преобразователи частоты.

31. Электронно-дырочный переход. Вольтамперная характеристика р-п перехода.

32. Воздействие напряжения на р-п переход.
33. Полупроводниковые диоды. Стабилитрон. Варикап.
34. Принцип работы и устройство светодиодов
35. Биполярные транзисторы, принцип работы.
36. Полевые транзисторы. Транзисторы с управляющим р-п переходом.
37. Полевые транзисторы с изолированным затвором. МДП-транзистор с индуцированным каналом.
38. Принцип работы и устройство тириستоров.
39. Элементы солнечных батарей.
40. Полупроводниковые лазеры.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой_проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 3 до 5 баллов.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 9 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 9 до 10 баллов.

Экзамен_проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

5. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.

6. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.

8. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 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 соотношения в электрических цепях	ОПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, курсовая работа
2	Расчет электрических цепей и	ОПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных

	определение характеристик при гармоническом воздействии.		работ, курсовая работа
3	Избирательные свойства электрических цепей	ОПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, курсовая работа
4	Цепи с распределенными параметрами и нелинейные электрические цепи, переходные процессы	ОПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, курсовая работа
5	Основные свойства полупроводниковых диодных структур	ОПК-3	контрольная работа
6	Основные свойства полупроводниковых триодных структур	ОПК-3	контрольная работа

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Матвеев Б.В. Общая электротехника и электроника [Текст]: учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 1. Линейные электрические цепи / Б.В. Матвеев. -

Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет 2006. - 241 с.

2. Матвеев Б.В. Общая электротехника и электроника [Текст]: учеб. пособие/ Б.В. Матвеев. - Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет, 2009. - 164 с.

3. Семенова, Н.Г. Анализ линейных электрических цепей в установившихся режимах: методические указания / Н.Г. Семенова, Н.Ю.Ушакова, Л.В.Быковская; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 65 с.

4. Матвиенко В.А. Электротехника. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / В.А. Матвиенко. – Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2014. – 114 с.

5. Маликов Р.Ф. Практикум по компьютерному моделированию электрических схем и явлений / Сост. Р.Ф.Маликов, У.Ш.Шаяхметов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2002. - 32с.

6. Киба, Д. А. Правила выполнения электрических схем: учебное пособие / Д. А. Киба, Н. Н. Любушкина. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 74 с. — ISBN 978-5-4497-1020-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105712.html> (дата обращения: 10.12.2021).

7. Архипов, С. Н. Аналоговая схемотехника устройств телекоммуникаций: учебное пособие для СПО / С. Н. Архипов, М. С. Шушнов. — Саратов: Профобразование, 2021. — 154 с. — ISBN 978-5-4488-1191-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106607.html> (дата обращения: 10.12.2021).

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:

ПО: windows, open office, Acrobat reader, Google Chrome, программный комплекс «Multisim».

Современная профессиональная база данных

Бесплатная база данных ГОСТ <https://docplan.ru/>

Электронная библиотека www.elibrary.ru/

Электронная библиотечные системы <https://www.iprbookshop.ru/>
<https://e.lanbook.com/>

Информационные справочные системы и сайты

ChipFind Документация <http://www.allcomponents.ru/>

Группа компаний «Промэлектроника» <https://www.promelec.ru/>

«Чип-Дип» <https://www.chipdip.ru/>

Электронная информационно-обучающая система ВГТУ
<https://old.education.cchgeu.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 225/3, 226/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 234/3.

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

По дисциплине «Электротехника» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета электрических цепей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, 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 или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.

Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. 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
----------	-----------------------------	-------------------------------	--