

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФРТЭ В.А. Небольсин
«21» декабря 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Электротехника»

Направление подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Автор программы

 /Ж.А.Ген/

**Заведующий кафедрой
Электропривода,
автоматики и управления в
технических системах**

 /Бурковский В.Л./

Руководитель ОПОП

 /Стогней О.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов научного мышления с помощью понятий основных законов электротехники, навыков расчета, моделирования и анализа явлений в электрических цепях, способности решать типовые задачи, приобретение умения применять формальные методы расчета к исследованию физических явлений в электротехнических устройствах и устройствах электроники;

приобретение студентами опыта индивидуальной и совместной деятельности при проведении экспериментов и решении типовых задач, в том числе, с использованием электронных учебных изданий и ресурсов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

усвоение электротехнической терминологии и символики, изучение основных явлений и законов электротехники и их прикладного применения для решения задач инженерной деятельности;

формирование у студентов научного мышления, правильного понимания границ применимости различных законов и теорий;

освоение принципов построения моделей электромагнитных явлений и процессов, методов формализации и алгоритмизации;

приобретение навыков в решении задач в области электротехники традиционными методами и средствами вычислительной техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электротехника» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать основы теории линейных и нелинейных электрических цепей, основные законы электротехники и границы их применимости, методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах
	уметь составить эквивалентные расчетные схемы электрических цепей; в соответствии с задачей исследова-

	<p>ния выбрать теоретический материал дисциплины электротехники (законы, принципы, методы), применять математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной при расчете электрических цепей, применять математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений при расчете установившихся и переходных процессов в электрических цепях; применять математический аппарат численных методов при расчете электрических цепей, объяснить, анализировать электромагнитные процессы в электрических цепях</p>
	<p>владеть навыками чтения электрических схем, расчетов по типовым методикам электрических цепей, оформления расчетных данных, использования вычислительных средств, позволяющих решать задачи инженерной деятельности</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электротехника» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	63	63
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+

Общая трудоемкость академические часы з.е.	180 5	180 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	Линейные электрические цепи постоянного тока	Электрический ток, принцип непрерывности тока. Электрический потенциал, напряжение, электродвижущая сила (ЭДС). Электрические цепи, их элементы. Классификация цепей и их параметры. Источники напряжения и источники тока. Эквивалентные схемы источников энергии. Условные положительные направления тока, ЭДС и напряжения. Схемы электрических цепей, их топологическое представление. Ветвь, узел, контур. Законы Кирхгофа и их применение. Топологические графы и их элементы. Законы Ома. Преобразование электрических цепей. Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов. Соединения "звездой" и "треугольником" и их эквивалентные преобразования. Алгебраические методы анализа процессов в цепях. Применение уравнений Кирхгофа. Законы Кирхгофа в матричной форме. Распределение потенциала вдоль контура электрической цепи, потенциальная диаграмма. Мощность электрического тока, баланс мощностей. Метод узловых потенциалов. Метод контурных токов. Контурные уравнения в матричной форме. Метод узловых потенциалов. Узловые уравнения в матричной форме. Входные и передаточные сопротивления и проводимости. Свойство взаимности. Теорема о компенсации. Теорема об активном двухполюснике и её применение для расчёта цепей. Принцип наложения	6	4	4	10	24
2	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Получение переменного тока. Принцип работы генератора синусоидального тока. Изображение синусоидально изменяющихся величин вращающимся радиусом-вектором. Параметры синусоидальной функции: амплитуда, частота, период, начальная фаза. Мгновенное значение синусоидальной функции. Среднее и действующее значение синусоидальной величины. Комплексное представление векторов. Операции с комплексными числами: сложение и вычитание; умножение и деление; возведение в степень и извлечение корня; дифференцирование и интегрирование. Неразветвленные цепи переменного тока. Резистор в цепи переменного тока. Активная мощность. Синусоидальный ток в индуктивности. ЭДС самоиндук-	8	4	4	10	26

		<p>ции. Фазовый сдвиг. Индуктивное сопротивление и проводимость. Мгновенная мощность. Волновая и векторная диаграммы, энергия магнитного поля. Синусоидальный ток в емкости. Ток электрического смещения в конденсаторе. Фазовый сдвиг. Емкостное сопротивление и проводимость. Мгновенная мощность. Энергия электрического поля. Волновая и векторная диаграммы. Последовательное соединение идеального резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Уравнение электрического состояния в дифференциальной и комплексной форме. Закон Ома в комплексной форме. Полное комплексное сопротивление и его составляющие. Мощность в цепи синусоидального тока. Параллельное соединение резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Первый закон Кирхгофа в комплексной форме. Второй закон Кирхгофа в комплексной форме. Обобщенная ветвь. Символический метод расчета сложных цепей синусоидального тока. Матричная форма записи контурных и узловых уравнений. Матричный метод формирования систем уравнений при расчете цепи. Топографические диаграммы. Баланс мощностей. Простейшие цепи с взаимной индукцией. <u>Самостоятельное изучение.</u> Треугольники сопротивлений и напряжений. Полная, активная и реактивная мощности. Треугольник мощностей. Полная, активная и реактивная проводимости. Треугольник проводимостей. Активная и реактивная составляющие тока. Треугольник токов. Зависимость между комплексным сопротивлением и комплексной проводимостью участка цепи. Коэффициент мощности и пути его повышения. Резонансные режимы. Последовательное и параллельное соединение индуктивно-связанных элементов цепи.</p>					
3	Четырехполосники и фильтры	<p>Классификация четырехполосников. Основные уравнения и параметры. Теоретическое и экспериментальное определения коэффициентов четырехполосника. Схемы замещения четырехполосника. Характеристические сопротивления и постоянная передачи четырехполосника. RC-фильтры. <u>Самостоятельное изучение.</u> Уравнения четырёхполосника в гиперболической форме записи.</p>	6	2	4	24	36
4	Переходные процессы в линейных электрических цепях	<p>Возникновение переходных процессов. Законы коммутации и начальные условия. Классический метод расчета переходных процессов в цепях первого порядка при воздействии постоянных напряжений. <u>Самостоятельное изучение.</u> Классический метод расчета переходных процессов в цепях первого порядка при воздействии синусоидальных напряжений. Переходные процессы в цепях второго порядка. Аperiodические критический и колебательный характер переходных процессов. Операторный метод расчета. Преобразо-</p>	6	4	6	6	22

		вание Лапласа и его применение к расчету переходных процессов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторная схема замещения. Переход от изображения к оригиналу. <u>Самостоятельное изучение</u> . Изображение по Лапласу некоторых простых функций, производной и интеграла. Теорема разложения. Общие принципы расчета переходных процессов в электрических цепях операторным методом.					
5	Анализ электрического состояния цепей при несинусоидальных ЭДС и токах	Установившиеся процессы в цепях с несинусоидальными токами и напряжениями. Гармонический анализ и разложение функций в тригонометрический ряд. Гармонический ряд периодических несинусоидальных функций, обладающих симметрией. Особенности несинусоидальных токов. Действующие и средние значения несинусоидальных токов и напряжений. Коэффициенты, характеризующие форму кривой. Применение разложения на гармоники для расчета установившихся процессов в линейных цепях. Расчет цепей с несинусоидальными периодическими ЭДС и токами. Мощность несинусоидальных токов.	4	2	-	4	10
6	Нелинейные электрические цепи при постоянных токах и напряжения	Нелинейные элементы (НЭ) в электрических цепях. Параметры и свойства НЭ. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Нелинейные цепи постоянного тока. Графические методы расчета. Аналитические методы расчета нелинейных цепей постоянного тока. Метод активного двухполюсника. Метод двух узлов	4	2	-	6	12
	Нелинейные электрические при переменных токах и напряжения	Цепи переменного тока с нелинейными элементами. Нелинейные цепи переменного тока с вентилями. Цепи синусоидального тока с НЭ, имеющими прямоугольную характеристику. <u>Самостоятельное изучение</u> . Простейшие выпрямители. Сглаживание пульсации, емкостный и индуктивный фильтры.	2	-	-	3	5
Итого			36	18	18	63	135

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование разветвленной электрической цепи постоянного тока.
2. Разветвленная электрическая цепь однофазного синусоидального тока.
3. Четырехполюсник.
4. Переходные процессы в линейных электрических цепях.

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.

Примерная тематика курсовой работы: «Исследование фильтрующих свойств линейной электрической цепи синусоидального тока»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- изучить методы анализа электрических цепей синусоидального тока;
- закрепить навыки построения векторных топографических диаграмм, совмещенных с векторной диаграммой токов;
- освоить методы получения передаточной функции четырехполюсника, выражений для амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик;
- овладеть навыками построения амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик, используя вычислительные средства, анализа фильтрующие свойства цепи и моделирования RC-фильтров.

Курсовая работа включает в себя 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-1	знать основы теории линейных и нелинейных электрических цепей, основные законы электротехники и границы их применимости, методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах	Своевременное выполнение контрольных и лабораторных работ. Активная работа на практических и лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь составить эквивалентные расчетные схемы электрических цепей; в соответствии с задачей исследования выбрать теоретический материал дисциплины электротехники (законы, принципы, методы), применить математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной при расчете электрических цепей, применять математический аппарат теории	Решение стандартных практических задач, выполнение контрольных и лабораторных работ, представление результатов расчетов и экспериментальных исследований в виде технического отчета	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<p>функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений при расчете установившихся и переходных процессов в электрических цепях; применять математический аппарат численных методов при расчете электрических цепей, объяснить, анализировать электромагнитные процессы в электрических цепях</p>			
	<p>владеть навыками чтения электрических схем, расчетов по типовым методикам электрических цепей, оформления расчетных данных, использования вычислительных средств, позволяющих решать задачи инженерной деятельности</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ и их оформление, выполнение контрольных работ</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	<p>знать основы теории линейных и нелинейных электрических цепей, основные законы электротехники и границы их применимости, методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>уметь составить эквивалентные расчетные схемы электрических цепей; в соответствии с задачами исследования выбрать теоретический материал дис-</p>	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

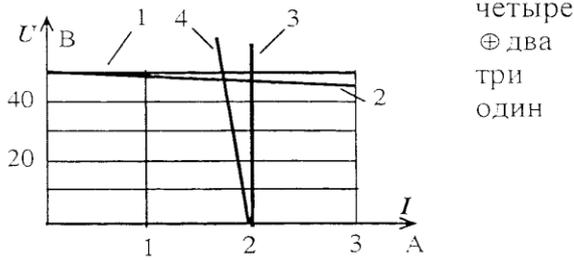
	<p>циплины электро-техники (законы, принципы, методы), применять математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной при расчете электрических цепей, применять математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений при расчете установившихся и переходных процессов в электрических цепях; применять математический аппарат численных методов при расчете электрических цепей, объяснить, анализировать электромагнитные процессы в электрических цепях</p>					
	<p>владеть навыками чтения электрических схем, расчетов по типовым методикам электрических цепей, оформления расчетных данных, использования вычислительных средств, позволяющих решать задачи инженерной деятельности</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

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

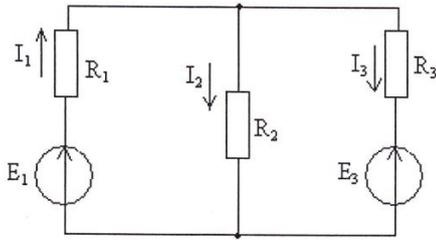
Вопрос 1.

Реальному источнику ЭДС соответствует внешняя характеристика под номером ...



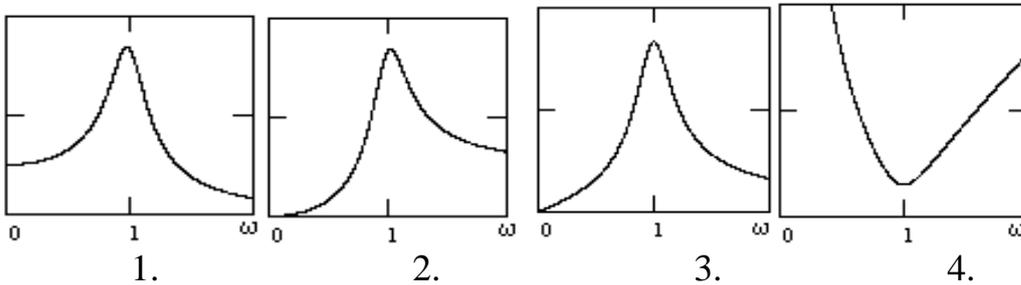
четыре
⊕ два
три
один

Вопрос 2. Уравнение баланса мощностей представлено выражением...



1. $-E_1 I_1 + E_3 I_3 = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2;$
2. $E_1 I_1 + E_3 I_3 = R_1 I_1^2 - R_2 I_2^2 - R_3 I_3^2;$
3. $E_1 I_1 - E_3 I_3 = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2;$
4. $E_1 I_1 + E_3 I_3 = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2.$

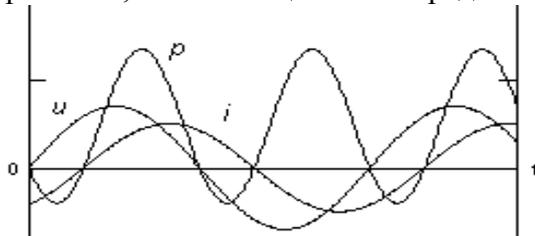
Вопрос 3. Для последовательного соединения укажите график напряжения на индуктивности в зависимости от частоты. Укажите правильный ответ:



1. 2. 3. 4.

5. Правильного ответа нет.

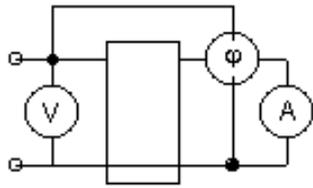
Вопрос 4. Для некоторого двухполюсника приведены графики мгновенных значений напряжения, тока и мощности. Определить характер нагрузки.



Укажите правильный ответ:

1. Активно-емкостный.
2. Активно-индуктивный.
3. Чисто индуктивный.
4. Чисто активный.
5. Чисто емкостный.
6. Правильного ответа нет.

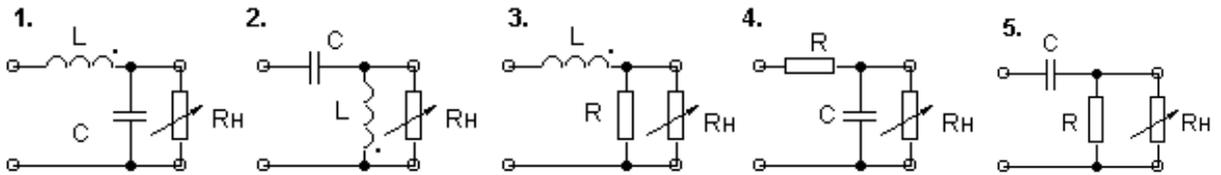
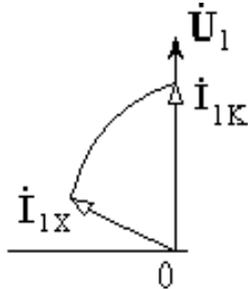
Вопрос 5. Какой из коэффициентов А, В, С, D можно определить по показаниям приборов ?



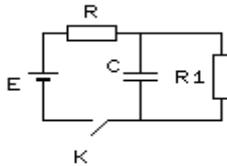
Укажите правильный ответ:

1. A; 2. B; 3. C; 4. D; 5. Определить нельзя.

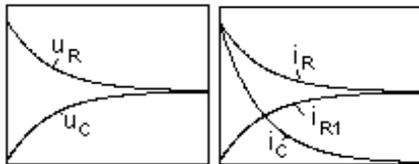
Вопрос 6. Укажите схему четырехполюсника, соответствующую данной векторной диаграмме:



Вопрос 7. По какому закону будут изменяться токи и напряжения в схеме при замыкании ключа, если $R_1 = R$?



Указать неправильный график.



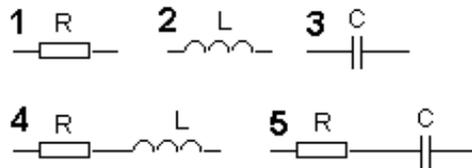
1. u_R ; 2. u_C ; 3. i_R ; 4. i_{R1} ; 5. i_C ; 6. Все графики правильные.

Вопрос 8. Известны напряжение и ток и двухполюсника:

$$u(t) = 100 + 100\sin(\omega t - 45^\circ), \text{ В;}$$

$$i(t) = 1\sin(\omega t + 45^\circ), \text{ А.}$$

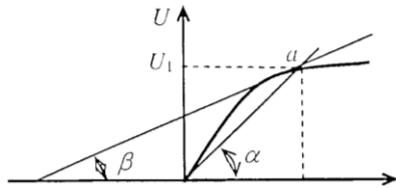
Укажите эквивалентную схему двухполюсника:



6. Правильной схемы нет.

Вопрос 9.

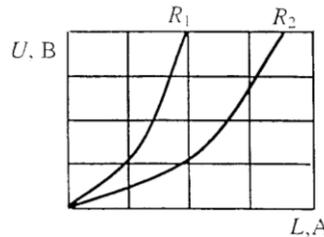
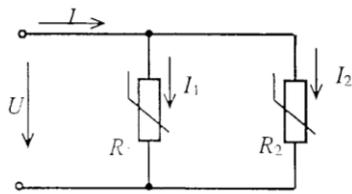
При заданной вольт-амперной характеристике дифференциальное сопротивление R_{diff} в точке a равно ...



- $\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{m_u}{m_1} \operatorname{tg}(180 - \beta)$
- $\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{m_u}{m_1} \operatorname{tg} \alpha$
- ⊕ • $\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{m_u}{m_1} \operatorname{tg} \beta$
- $\frac{U_1}{I_1}$

Вопрос 10.

При параллельном соединении нелинейных сопротивлений, заданных характеристиками R_1 и R_2 , характеристика эквивалентного сопротивления R_3 пройдет ...

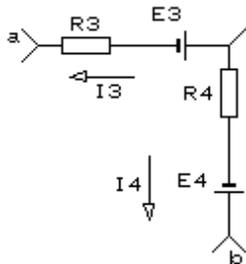


- пройдет между ними
- пройдет выше характеристики R_1
- ⊕ • пройдет ниже характеристики R_2
- совпадет с кривой R_2

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

дач

Задание 1. Найти U_{ab} , если: $R_3 = 4 \text{ Ом}$; $R_4 = 6 \text{ Ом}$; $E_3 = 120 \text{ В}$; $E_4 = 80 \text{ В}$; $I_3 = -20 \text{ А}$; $I_4 = 5 \text{ А}$.



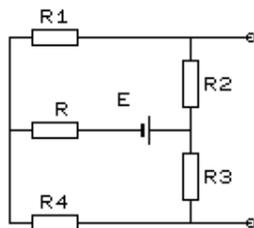
Укажите правильный ответ:

1. 200 В; 2. -90 В; 3. -150 В; 4. 310 В; 5. Правильного ответа нет.

Задание 2. Определить ЭДС генератора, эквивалентного заданной схеме, если:

$E = 50 \text{ В}$, сопротивление R можно считать равным нулю,

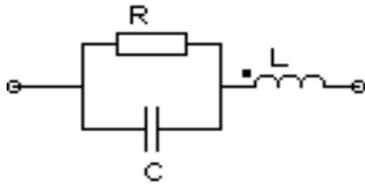
$R_1 = 4 \text{ Ом}$; $R_2 = 16 \text{ Ом}$; $R_3 = 7 \text{ Ом}$; $R_4 = 18 \text{ Ом}$.



Укажите правильный ответ:

1. 0; 2. 50 В; 3. 54 В; 4. 26 В; 5. 25 В; 6. Правильного ответа нет.

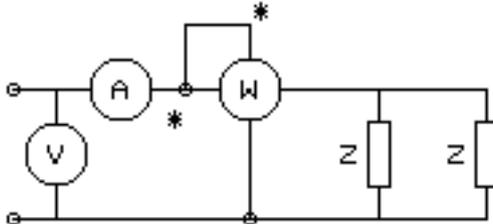
Задание 3. Дано: $R = 50 \text{ Ом}$; $L = 63.66 \text{ мГн}$; $f = 50 \text{ Гц}$. В цепи **резонанс**. Чему равна резонансная емкость ?



Укажите правильный ответ:

1. 25 мкФ; 2. 100 мкФ; 3. 130 мкФ и 32.5 мкФ; 4. 25 мкФ и 100 мкФ; 5. 10 мкФ;
6. Правильного ответа нет.

Задание 4. Дано: $I = 10 \text{ A}$; $U = 100 \text{ В}$; $Z = R + jX$, где $X = 2R$. Определить показание ваттметра.



Укажите правильный ответ:

1. 500 Вт; 2. 225 Вт; 3. 750 Вт; 4. 865 Вт; 5. 1000 Вт; 6. Правильного ответа нет.

Задание 5. Выход четырехполюсника замкнут накоротко. Определить мгновенное значение выходного тока, если комплексное действующее значение входного тока $I_1 = 8e^{j30} \text{ A}$, а коэффициент $D = -j2$.

Укажите правильный ответ:

1. Задачу решить нельзя. 2. $i_{2k} = 4\sin(\omega t - 90^\circ)$, А; 3. $i_{2k} = 16\sqrt{2}\sin(\omega t + 51^\circ)$, А;
4. $i_{2k} = 4\sqrt{2}\sin(\omega t + 51^\circ)$, А; 5. $i_{2k} = 4\sin(\omega t - 51^\circ)$, А.

Задание 6. Определить сдвиг фаз между входным током и напряжением симметричного четырехполюсника, нагруженного характеристическим сопротивлением, если из опытов холостого хода и короткого замыкания известны:

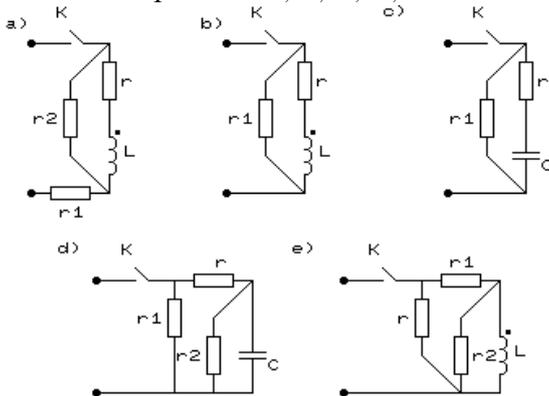
$$U_{1x} = 100e^{j60} \text{ В}; \quad I_{1x} = 10e^{j30} \text{ А};$$

$$U_{1k} = 100e^{j30} \text{ В}; \quad I_{1k} = 10e^{-j30} \text{ А}.$$

Укажите правильный ответ:

1. $\varphi = 0^\circ$; 2. $\varphi = 90^\circ$; 3. $\varphi = 30^\circ$; 4. $\varphi = 60^\circ$; 5. $\varphi = 45^\circ$; 6. Правильного ответа нет.

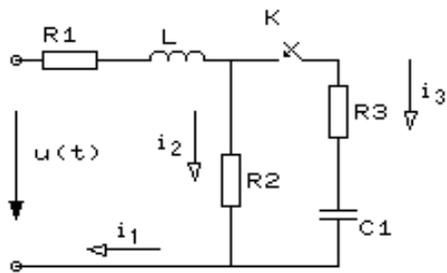
Задание 7. Дано: $r=100 \text{ Ом}$; $r_1=50 \text{ Ом}$; $r_2=200 \text{ Ом}$; $L=1.4 \text{ Гн}$; $C=10 \text{ мкФ}$. Определить постоянные времени $\tau_a, \tau_b, \tau_c, \tau_d, \tau_e$ цепей после замыкания ключа в каждой схеме.



Указать неправильный ответ:

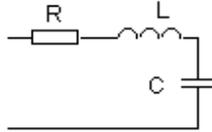
1. $\tau_a=0.014 \text{ с}$; 2. $\tau_b=0.014 \text{ с}$; 3. $\tau_c=10^{-3} \text{ с}$; 4. $\tau_d=0.667 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; 5. $\tau_e=0.035 \text{ с}$; 6. Все правильные.

Задание 8. Определить значение тока $i_3(0_+)$, если: $u(t) = 141 \sin(314t + 45^\circ) \text{ В}$; $R_1 = 4 \text{ Ом}$; $R_2 = 2 \text{ Ом}$; $R_3 = 2 \text{ Ом}$; $L = 19.1 \text{ мГн}$; $C = 300 \text{ мкФ}$.



1. 7.5 A; 2. 10 A; 3. 0 A; 4. 2.5 A; 5. 5 A.

Задание 9. К двухполюснику приложено напряжение: $u(t) = 100 + 141\sin(100t + 45^\circ)$, В; $R = \omega L = 1/\omega C = 100$ Ом.



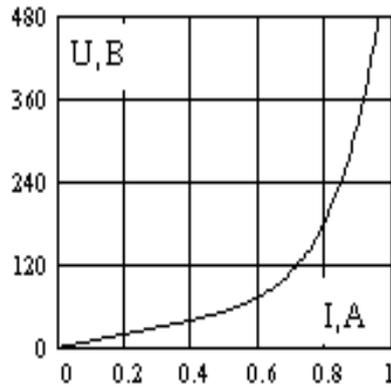
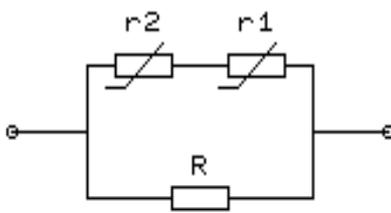
Определите активную мощность, потребляемую цепью.

Укажите правильный ответ:

1. 100 Вт. 2. 171 Вт. 3. 0 Вт. 4. 200 Вт. 5. 71 Вт. 6. Правильного ответа нет.

Задание 10. Два нелинейных элемента r_1 и r_2 имеют одинаковые вольт-амперные характеристики (см. рисунок). Определить ток I в неразветвленной части цепи, если:

$R = 150$ Ом и $I_R = 0.8$ А.



1. 1.3 А
2. 0.5 А
3. 0.7 А
4. 0.85 А
5. Правильного ответа нет.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных за-

дач

Пример варианта контрольной работы №1:

Задача 1.1. В схеме (рис. 1.1), имеющей источник ЭДС $E=12$ В и резисторы с параметрами $R_1=5$ Ом; $R_2=20$ Ом; $R_3=R_4=10$ Ом, определить напряжение U_{ab} .

Задача 1.2. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа для определения токов в ветвях схемы рис. 1.2 и записать ее в матричной форме.

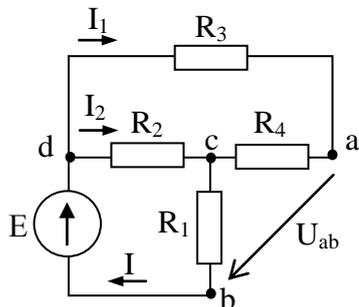


Рис. 1.1

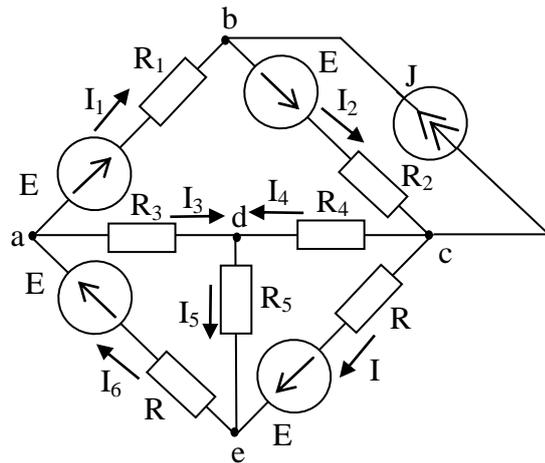


Рис. 1.2

Пример варианта контрольной работы №2:

Задача 2.1. В схеме (рис. 2.1) определить показания измерительных приборов, если мгновенное значение входного тока $i(t)=2\sin(\omega t+20^\circ)$, А. Сопротивления элементов цепи заданы на схеме (рис. 2.1) в Омах.

Задача 2.2. В цепи, схема которой представлена на рис. 2.2, известен ток в пятой ветви: $\dot{I}_5 = 1\text{A}$ и сопротивления элементов цепи указаны на схеме в Омах. Построить топографическую диаграмму, приняв потенциал узла $\phi_d = 0$ и определить входное напряжение.

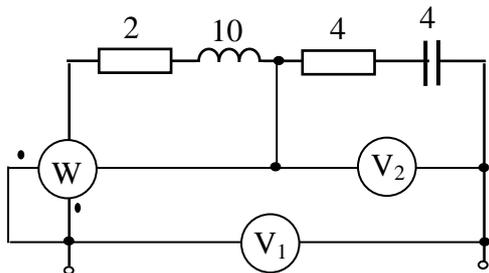


Рис. 2.1

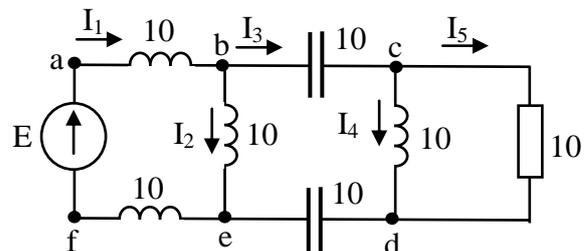


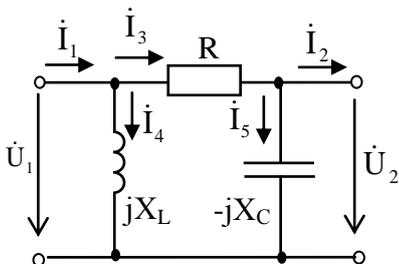
Рис. 2.2

Пример варианта задания для предварительных расчетов к лабораторной работе по теме «Четырехполюсник»:

Четырехполюсник, схема которого приведена на рисунке, имеет параметры:

$$R = X_L = 10 \text{ Ом}, \quad X_C = 20 \text{ Ом}.$$

Определить коэффициенты А-формы записи уравнений четырехполюсника и убедиться, что результаты удовлетворяют соотношению $AD-BC=1$. Расчет коэффициентов выполнить с помощью законов Кирхгофа и по входным сопротивлениям в режимах холостого хода и короткого замыкания.



Примеры практических задач:

по теме «Переходные процессы»:

Задача 1. В электрической цепи, схема которой показана на рис.1, происходит коммутация ключа. Исходные данные: $U=100 \text{ В}$, $R_1=R_2=100 \text{ Ом}$, $C=10 \text{ мкФ}$.

Найти мгновенные значения токов ветвей и напряжения конденсатора при переходном процессе.

Задача 2. В цепи, питающейся от источника с постоянным напряжением $U=120$ В (рис. 2) внезапно замыкается накоротко резистор R_1 . Найти функцию изменения тока в катушке после замыкания ключа; начертить график изменения этого тока во времени. Параметры элементов цепи (рис. 2): $L=0,1$ Гн; $R=10$ Ом; первоначальное значение сопротивления $R_1=30$ Ом.

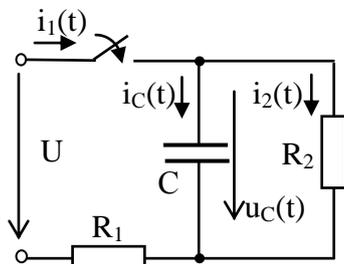


Рис. 1

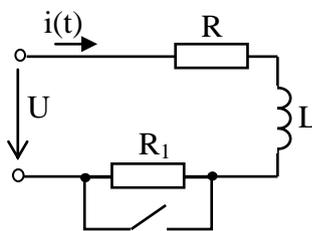
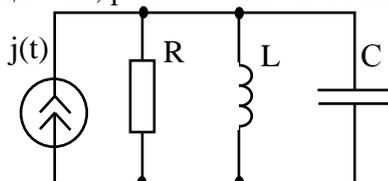


Рис. 2

по теме «Цепи с несинусоидальными токами и напряжениями»:

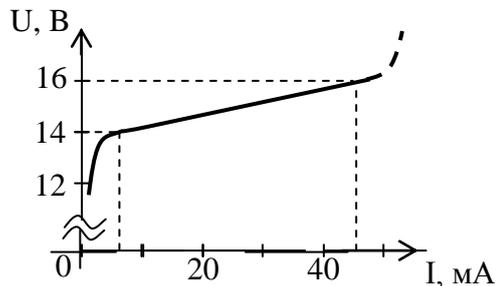
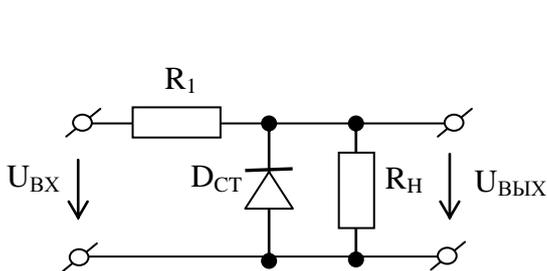
Приемники питаются от источника периодического несинусоидального тока с частотой основной гармоники 50 Гц. Их параметры: $R = 20$ Ом; $L = 31,8$ мГн; $C = 159$ мкФ. Ток источника изменяется по закону: $j(t) = 1 + 1,57 \cos \omega t + 0,67 \cos 2\omega t - 0,12 \cos 4\omega t$, А.

Найти мгновенные и действующие значения токов в приемниках, активную и полную мощность, развиваемые источником. Построить временную зависимость $i_L(t)$.

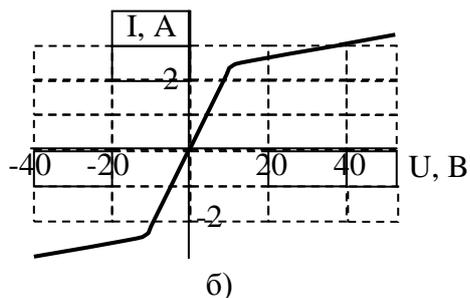
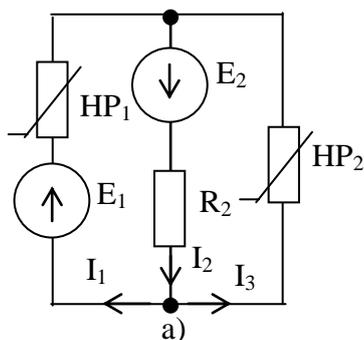


по теме «Электрические цепи с нелинейными элементами»

Задание 1. На рис. приведена схема простейшего стабилизатора напряжения со стабилитроном и его вольтамперная характеристика. Напряжение на входе $U = 24$ В, стабилизируемое напряжение $U_{\text{ВЫХ}} = 15$ В; $R_H = 1$ кОм. Определить: а) величину балластного сопротивления R_1 ; б) пределы колебания напряжения на входе схемы, при которых изменение напряжения на нагрузке не превышает $\pm 0,5$ В; в) коэффициент стабилизации $\Delta U_{\text{ВЫХ}} / \Delta U_{\text{ВХ}}$; г) мощность, рассеиваемую в балластном сопротивлении.



Задание 2. Рассчитать токи в схеме рис. 5.6, а, если $E_1 = 30$ В; $E_2 = 35$ В; $R_2 = 5$ Ом. ВАХ одинаковых элементов HP_1 и HP_2 даны на рис. 5.6, б.



7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных за-

дач

1. Электрическая цепь и ее элементы. Понятие ветви, узла, контура. Схемы электрических цепей. Двухполюсники активные (E - ЭДС, J - источники тока) и пассивные (R - сопротивление) элементы. ВАХ. Параметры электрических цепей. Линейные и нелинейные электрические цепи. Условно положительные направления токов и напряжений в элементах цепи.
2. Законы Кирхгофа.
3. Потенциальная диаграмма.
4. Эквивалентные преобразования электрических цепей: схемы замещения источников питания; последовательное, параллельное и смешанное соединение сопротивлений.
5. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду и звезды в эквивалентный треугольник.
6. Перенос ЭДС через узел.
7. Методы расчета разветвленных цепей: непосредственно по законам Кирхгофа.
8. Метод контурных токов.
9. Принцип и метод наложения.
10. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов.
11. Метод эквивалентного генератора (активного двухполюсника).
12. Сравнительная оценка основных методов расчета разветвленных цепей.
13. Понятие мощности (закон Джоуля-Ленца). Баланс мощностей.
14. Условие передачи максимума мощности и энергии в нагрузку.
15. Линейные цепи переменного тока. L и C и их характеристики.
16. Получение синусоидальной ЭДС. Основные понятия и величины, характеризующие синусоидальные напряжения и токи: период, угловая частота, фаза, разность фаз. Мгновенное, действующее и среднее значения синусоидальных напряжений и токов.
17. Анализ цепей синусоидального тока по мгновенным значениям.
18. Элементы R , L и C в цепи синусоидального тока. Разность фаз между напряжением и током. Сопротивления активные и реактивные.
19. Последовательное соединения R , L , C . Полное сопротивление.
20. Мгновенная и потребляемая активная мощность.
21. Применение комплексных чисел к расчету линейных цепей с синусоидальными токами и напряжениями. Показательная, тригонометрическая и алгебраическая формы записи комплексных величин. Изображение синусоидальных токов и напряжений в комплексной форме.
22. Анализ цепей синусоидального тока комплексным методом (алгоритм расчета комплексным методом).
23. Векторные диаграммы. Векторные топографические диаграммы.
24. Круговые диаграммы.
25. Комплексная мощность. Активная, реактивная и полная мощности.

26. Баланс мощностей. Измерение мощности ваттметром. Коэффициент мощности. Коэффициент полезного действия.
27. Компенсация реактивной мощности.
28. Условие передачи максимума активной мощности в нагрузку (согласование нагрузки с линией передачи энергии).
29. Явление электромагнитной индукции. Взаимная индуктивность. Коэффициент связи.
30. Расчет цепей при наличии в них индуктивно-связанных катушек. Последовательное и параллельное соединение индуктивно-связанных катушек.
31. Экспериментальное определение одноименных зажимов.
32. Запись уравнений для цепей со взаимной индуктивностью.
33. Идеальный трансформатор. Линейный трансформатор. Схемы замещения трансформатора.
34. Общее условие резонанса. Резонанс напряжений.
35. Резонанс токов.
36. Резонанс в параллельном контуре с потерями.
37. Частотные характеристики цепей при последовательном и параллельном соединении реактивных LC - элементов. Практическое значение резонанса в электротехнических и электромеханических системах и устройствах.
38. Определение коэффициентов четырехполюсника в опытах холостого хода и короткого замыкания.
39. Схемы замещения четырехполюсников.
40. Входное сопротивление четырехполюсника при произвольной нагрузке. Характеристическое сопротивление четырехполюсника.
41. Постоянная передачи симметричного четырехполюсника. Понятия передаточных функций.
42. Запись уравнений Кирхгофа для цепей с четырехполюсниками.
43. Электрические фильтры. Назначение, принцип работы, классификация.
44. Структурные схемы фильтров k-типа. Фильтры низкой и высокой частоты.
45. Полосовые и заграждающие фильтры.
46. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Понятия, необходимые и достаточные условия существования переходных процессов в электрических цепях. Законы коммутации.
47. Переходный процесс в RL, RC и RLC цепях. Включение на постоянную ЭДС.
48. Включение на синусоидальную ЭДС.
49. Классический метод расчета переходных процессов: расчет принужденной составляющей; собственные частоты цепи (корни характеристического уравнения), способы их определения. Расчет постоянных интегрирования.
50. Общий алгоритм расчета переходного режима классическим методом.
51. Обобщенные законы коммутации.
52. Операторный метод расчета переходных процессов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.
53. Алгоритм операторного метода расчета переходного процесса.
54. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.
55. Источники периодического несинусоидального режима в цепи. Аналитическое представление периодических несинусоидальных источников. Состав гармоник при наличии симметрии форм кривых входного воздействия.
56. Понятия об амплитудно-частотном и фазо-частотном спектрах.
57. Величины и коэффициенты, характеризующие несинусоидальный режим: максимальное, действующее и среднее значения; коэффициенты амплитуды и искажения.
58. Алгоритм расчета установившегося режима при несинусоидальных периодических воздействиях. Применение комплексного метода расчета режимов в электрических цепях.

59. Мощность в цепи периодического несинусоидального тока. Коэффициент мощности.
60. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Понятия об элементах и свойствах нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивление. Модели нелинейных элементов.
61. Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов.
62. Основные свойства и методы расчета нелинейных электрических цепей при постоянных токах: графический, графоаналитический, аналитический методы расчета; метод эквивалентного генератора; метод двух узлов.
63. Численные методы расчета нелинейных цепей. Аппроксимация вольтамперных характеристик функциями, полиномами, сплайнами.
64. Составление уравнений нелинейной цепи. Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.
65. Расчет сложных нелинейных цепей.
66. Нелинейные электрические цепи переменного тока. Особенности расчета режимов нелинейных цепей при переменных токах и напряжениях.
67. Периодические режимы в нелинейных цепях. Нелинейные элементы как генераторы высших гармоник тока и напряжения. Общая характеристика графических, графоаналитических и аналитических методов расчета.
68. Методы расчета: по мгновенным значениям; с помощью кусочно-линейной аппроксимации нелинейных характеристик элементов цепи.
69. Расчет по действующим значениям периодических несинусоидальных величин (метод гармонической линеаризации; понятие о методе гармонического баланса).
70. Схемы с диодами. Управляемые нелинейные элементы: тиристор, транзистор.
71. Переходные процессы в нелинейных цепях. Численные методы расчета нелинейных цепей переменного тока. Составление уравнений нелинейных цепей.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Линейные электрические цепи постоянного тока	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

2	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
3	Четырехполюсники и фильтры	ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
4	Переходные процессы в линейных электрических цепях	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Анализ электрического состояния цепей при несинусоидальных ЭДС и токах	ОПК-1	Тест
6	Нелинейные электрические цепи при постоянных токах и напряжениях	ОПК-1	Тест
7	Нелинейные электрические при переменных токах и напряжениях	ОПК-1	Тест

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 методике 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 методике 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 методике 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. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. - М.: Юрайт., 2012. – 701

с.

2. Сборник задач по теоретическим основам электротехники / под ред. Л.А. Бессонова.- М.: Высш. шк., 2000.

3. Зевеке Г.В. Основы теории цепей / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. - М.: Энергоатомиздат, 2002.

4. Никифорова Л.В. Теоретические основы электротехники : Сб. задач с примерами решений; Учеб. пособие. Ч. 1/ Л.В. Никифорова, Т.В. Попова–Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007. – 166 с.

5. Никифорова Л.В. Теоретические основы электротехники : Сб. задач с примерами решений; Учеб. пособие. Ч. 2/ Л.В. Никифорова, Т.В. Попова–Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. – 91 с.

6. Никифорова Л.В. Исследование электромагнитных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях: Лабораторный практикум : Учеб. пособие / Л.В.Никифорова, Т.В.Попова, Ж.А. Ген. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 20014. – 170 с.

7. Задания и методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине ТОЭ для студентов направления 210100.62 «Электроника и наноэлектроника», профиля «Микроэлектроника и твердотельная электроника» очной формы обучения/ ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Л.В. Никифорова, Ж.А. Ген, Т.Л. Сазонова. Воронеж, 2012, 16 с. №129-2012.

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:

Лицензионное программное обеспечение

- Microsoft Office Word 2007;
- Microsoft Office Excel 2007;
- Microsoft Office Power Point 2007;
- ABBYY FineReader 9.0.

Свободное ПО

- бесплатный математический редактор РТС Mathcad Express.

Отечественное ПО

- «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»»;
- Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиат-интернет»»;

- Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ);
- Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <http://www.edu.ru/> . Образовательный портал ВГТУ.

Информационная справочная система

- <http://window.edu.ru/>;
- <https://wiki.cchgeu.ru/>.

Современные профессиональные базы данных

- Электротехнический портал. Адрес ресурса: [http://электротехнический - портал.рф/](http://электротехнический-портал.рф/);
- Электроцентр. Адрес ресурса: <http://electrocentr.info/>;
- All about circuits. Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация. Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com/>;
- Электрик. Адрес ресурса: <http://www.electrik.org/>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оборудованная для лекционных занятий.

Лаборатория ТОЭ №141, где расположены 6 универсальных лабораторных стендов.

Измерительные приборы: амперметры, вольтметры, фазометры, осциллографы.

Источники питания: источники постоянных ЭДС, ЛАТры, звуковые генераторы.

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

По дисциплине «Электротехника» .

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 линейных и нелинейных 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; помечать 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 усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - 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. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.