

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

**УТВЕРЖДАЮ**
Декан факультета радиотехники
и электроники
_____/ В.А. Небольсин /
31 августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Теоретические основы электротехники»

Направление подготовки 28.03.02 Нанотехнологии

Профиль Инженерные нанотехнологии в приборостроении

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

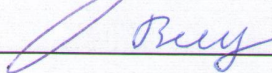
Автор программы

_____/ Ж.А. Ген

**Зав. кафедрой электропривода,
автоматики и управления
в технических системах**

_____/ В.Л. Бурковский

Руководитель ОПОП

_____/ А.А. Винокуров

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- формирование у обучающихся представлений о фундаментальных положениях теоретических основ электротехники, основанных на законах электричества и магнетизма, определяющих важнейшие свойства линейных и нелинейных электрических цепей, методы их анализа и расчета;
- обучение основам аналитических методов расчета и анализа схем замещения линейных электрических цепей с источниками постоянного, синусоидального и импульсного токов и напряжений в установившихся и переходных режимах;
- развитие навыков проведения экспериментальных исследований, измерения электрических величин, обработки результатов эксперимента с использованием современных методов и оценки степени достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- усвоение электротехнической терминологии и символики; изучение фундаментальных положений теоретических основ электротехники, важнейших свойств и характеристик электрических и магнитных цепей;
- овладение методами расчета цепей во временной и частотной областях, в том числе с помощью средств вычислительной техники;
- формирование у студентов научного мышления, правильного понимания границ применимости различных законов и теорий;
- привитие практических навыков безопасной работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами, выбора приборов для целей измерения, составления схем их включения, измерения электрических и неэлектрических величин и оценки степени достоверности полученных результатов;
- привитие студентам навыков сбора данных, изучения, анализа и систематизации научно-технической информации в области электротехники и электроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.О.19 «Теоретические основы электротехники» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теоретические основы электротехники» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1: способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать основы теории линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей, основные законы электротехники и границы их применимости, методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах;
	уметь в соответствии с задачей исследования выбрать теоретический материал (законы, принципы, методы), позволяющий произвести решение задачи, описать процессы в электрических цепях; применять при расчете электрических цепей во время установившихся и переходных процессов математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной, теории функции нескольких переменных, теорию функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений; применять при расчете и проведении экспериментальных исследований электрических и магнитных цепей математический аппарат численных методов; оформлять полученные результаты;
	владеть навыками чтения электрических схем, расчетов по типовым методикам электрических и магнитных цепей, оформления расчетных данных, использования вычислительных средств, позволяющих решать задачи инженерной деятельности, навыками экспериментальных исследований, обработки и анализа результатов эксперимента.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Теоретические основы электротехники» составляет 6 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	134	50	84
В том числе:			
Лекции	50	16	34
Практические занятия (ПЗ)	16	-	16
Лабораторные работы (ЛР)	68	34	34
Самостоятельная работа	82	22	60
Курсовой проект	есть		есть
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	ЗаО, ЗаО	ЗаО	ЗаО
Общая трудоемкость	час	72	144
	зач. ед.	6	2

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
3 семестр							
1	Свойства линейных электрических цепей постоянного тока и методы их расчета.	Определение линейных и нелинейных электрических цепей. Источник ЭДС и источник тока. Параметры. Схемы электрических цепей, их топологическое представление. Понятия ветвь, узел, контур. Закон Ома для пассивного и активного участков, обобщенный закон Ома. Законы Кирхгофа. Составление уравнений для расчета токов в схемах с помощью законов Кирхгофа. Потенциальная диаграмма. Энергетический баланс. Измерение токов, напряжений, ЭДС и мощностей. Метод пропорциональных величин. Метод контурных токов. Теорема взаимности. Теорема компенсации. Принцип наложения. Метод наложения. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Эквивалентные преобразования пассивных участков схемы. Понятие о двухполюснике. Активные и пассивные двухполюсники. Метод эквивалентного генератора. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. <i>Самостоятельно:</i> эквивалентные преобразования пассивных участков в электрических цепях: последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов, соединения «звездой» и «треугольником» и их, преобразование симметричных схем, преобразование схем с двумя узлами. Перенос источников в схеме. Входные и передаточные сопротивления и проводимости. Свойство взаимности. Теорема компенсации. Принцип наложения	8	-	16	10	34
2	Свойства линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока	Синусоидальный ток и его основные характеристики. Среднее и действующее значение синусоидальной величины. Изображение синусоидально изменяющейся величины вектором на комплексной плоскости. Комплексная амплитуда, комплекс действующего значения. Способы сложения и вычитания синусоидальных функций времени. Резистивный элемент в цепи синусоидального тока. Индуктивный элемент в цепи синусоидального тока. Емкостный элемент в цепи синусоидального тока. Основы символического метода расчета. Работа с комплексными числами. Расчет неразветвленной электрической цепи. Закон Ома в комплексной форме. Полное комплексное сопротивление и его составляющие. Треугольники сопротивлений и напряжений. Мощность в цепи синусоидального тока. Треугольник мощностей. Полная, активная и реактивная мощности. Измерение мощности в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности и пути его повышения. Баланс мощностей. Расчет разветвленной электрической цепи. Полная, активная и реактивная проводимости. Треугольник проводимостей. Активная и реактивная составляющие тока. Треугольник токов. Зависимость между комплексным сопротивлением и комплексной проводимостью участка цепи. Экспериментальное определение параметров элементов электрической цепи синусоидального тока. Символический метод расчета сложных цепей синусоидального тока. Матричный метод формирования систем уравнений при расчете цепи. Топографические диаграммы. Резонансные явления в цепи синусоидального тока, резонансные кривые, частотные характеристики. <i>Самостоятельно:</i> получение переменного тока. Принцип работы генератора синусоидального тока. Способы сложения синусоидальных электрических величин. Операции с комплексными числами.	8	-	18	12	38
Итого за 3 семестр			16	-	34	22	72
4 семестр							
3	Четырехполюсники	Определение четырехполюсника. Классификация четырехполюсников. Формы записи уравнений четырехполюсника. Теоретическое определение коэффициентов	8	4	4	36	52

		четырёхполюсника на примере А-формы. Экспериментальное определение коэффициентов четырёхполюсника. Т- и П-схемы замещения четырёхполюсника и их первичные параметры. Связь между коэффициентами четырёхполюсников разных форм. Вторичные параметры четырёхполюсника. Входные сопротивления четырёхполюсника. Работа четырёхполюсника при согласованной нагрузке. Характеристические сопротивления и постоянная передачи несимметричного и симметричного четырёхполюсника. Назначение и типы фильтров. К-фильтры, симметричные реактивные фильтры для нижних и верхних частот, полосные (полосовые) и заграждающие фильтры. Безындукционные фильтры. Область применения RC-фильтров. Передаточная функция. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики.					
4	Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях	Определение периодических несинусоидальных токов и напряжений. Изображение несинусоидальных токов и напряжений с помощью рядов Фурье. Гармонический ряд периодических несинусоидальных электрических величин, наиболее часто встречаемых в электротехнике и электронике. Действующие и средние значения несинусоидальных токов и напряжений. Коэффициенты, характеризующие форму кривой. Измерение электрических величин в цепях с несинусоидальными токами и напряжениями. Применение метода наложения для расчета установившихся процессов в линейных цепях. Мощность несинусоидальных токов. Резонансные явления в цепях с несинусоидальными токами и напряжениями	4	2	4	6	16
5	Переходные процессы в линейных электрических цепях	условия их возникновения. Приведение задачи о переходном процессе к решению линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами, принужденная и свободная составляющие. Законы коммутации. Начальные значения (независимые и зависимые, нулевые и ненулевые). Составление характеристического уравнения и его корни, постоянная времени. Классический метод расчета переходных процессов в цепях первого порядка при воздействии постоянных напряжений, определение постоянных интегрирования. Классический метод расчета переходных процессов в цепях первого порядка при воздействии синусоидальных напряжений. Переходные процессы в цепях второго порядка при воздействии постоянного напряжения. Аперiodический, критический и колебательный характер переходных процессов. Общий случай расчета переходных процессов в разветвленных цепях. Преобразование Лапласа и его применение к расчету переходных процессов. Изображение по Лапласу некоторых простых функций, производной и интеграла. Теорема разложения. Операторный метод расчета. Общие принципы расчета переходных процессов в электрических цепях операторным методом. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторная схема замещения. Переход от изображения к оригиналу.	8	4	12	6	30
6	Нелинейные электрические цепи постоянного тока	Определения, ВАХ нелинейных элементов и способы их получения. Свойства нелинейных элементов. Их характеристики: статическое и дифференциальные сопротивления. Применение законов Кирхгофа для расчета нелинейных электрических цепей (последовательное, параллельное и смешанное соединение, замена нескольких параллельных ветвей эквивалентным нелинейным двухполюсником). Замена участка с нелинейным элементом линейным участком. применение метода двух узлов, метода активного двухполюсника для расчета нелинейных электрических цепей. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Аналитические методы расчета нелинейных цепей постоянного тока.	6	4	8	6	24

7	Нелинейные электрические цепи переменного тока	НЭ как источники высших гармоник. НЭ, имеющие прямоугольную ВАХ в цепи с синусоидальным источником. Нелинейные цепи переменного тока с вентилями. Простейшие выпрямители. Сглаживание пульсации, емкостный и индуктивный фильтры.	4	2	6	4	16
8	Магнитные цепи при постоянном магнитном потоке	Основные характеристики магнитного поля, понятие магнитной цепи, законы электромагнетизма для расчета магнитных цепей. Понятие однородных и неоднородных участков магнитных цепей, линейных и нелинейных, неразветвленных и разветвленных магнитных цепей. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей. Аналогия между магнитными и электрическими цепями. Применение к магнитным цепям методов, используемых для расчета электрических цепей с нелинейными резисторами. Метод двух узлов.	4	-	-	2	6
Итого за 4 семестр			34	16	34	60	144
Итого			50	16	68	82	216

5.2 Перечень лабораторных работ

Очная форма обучения

№ 1.1. Правила безопасной работы на электротехническом оборудовании и знакомство с измерительными приборами для экспериментального определения электрических и неэлектрических величин. Исследование простых электрических цепей постоянного тока с помощью закона Ома. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному двухполюснику.

№ 1.2. Исследование сложной линейной электрической цепи постоянного тока с помощью законов Кирхгофа.

№ 1.3. Исследование сложной линейной электрической цепи постоянного тока методом наложения.

№ 1.4. Исследование сложной линейной электрической цепи постоянного тока методом эквивалентного генератора.

№ 2.1. Экспериментальное определение параметров приемников электрической энергии синусоидального тока и составление их схем замещения.

№ 2.2. Исследование режимов работы линейной электрической цепи синусоидального тока при последовательном соединении приемников.

№ 2.3. Исследование режимов работы линейной электрической цепи синусоидального тока при параллельном соединении приемников.

№ 2.4. Исследование разветвленной линейной электрической цепи синусоидального тока.

№ 3. Экспериментальное определение первичных и вторичных параметров пассивного четырехполюсника и получение с их помощью параметров «Т»-или «П»-образной схемы замещения четырехполюсника.

№ 4. Анализ линейных электрических цепей при несинусоидальных ЭДС и токах.

№ 5.1. Переходные процессы в линейных электрических цепях первого порядка с элементами R и L.

№ 5.2. Переходные процессы в линейных электрических цепях первого порядка с элементами R и C.

№ 5.2. Переходные процессы в линейных электрических цепях второго порядка с RLC-элементами.

№ 6.1 . Снятие вольт-амперных характеристик нелинейных элементов.

№ 6.2. Исследование неразветвленной и разветвленной электрических цепей постоянного тока с нелинейными элементами. Исследование простейшего стабилизатора напряжений.

№ 7. Исследование цепей переменного тока с нелинейными элементами.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 4 семестре.

Примерная тематика курсового проекта:

«Исследование фильтрующих свойств линейных электрических цепей синусоидального тока».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- изучить методы анализа электрических цепей синусоидального тока;
- закрепить навыки расчета электрических цепей синусоидального тока, построения топографических и векторных диаграмм, анализа результатов расчета и построения диаграмм;
- освоить методы получения передаточной функции, выражений для амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик четырехполюсника;
- овладеть навыками построения амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик, используя вычислительные средства, анализа фильтрующих свойств цепи и моделирования RC-фильтров.

Курсовой проект включает в себя расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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 и магнитных цепей, основные законы электротехники и границы их применимости, методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах;	Выполнения лабораторных работ и защита лабораторных работ по контрольным заданиям. Активная работа на практических и лабораторных занятиях, ответ на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах. Ответ с пояснениями на 3-5 заданий варианта из 5	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах. Решено менее 3 заданий из 5
	уметь в соответствии с задачей исследования выбрать теоретический материал (законы, принципы, методы), позволяющий произве-	Успешность выполнения лабораторных работ, решения контрольных заданий для защиты	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, преду-

	сти решение задачи, описать процессы в электрических цепях; применять при расчете электрических цепей во время установившихся и переходных процессов математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной, теории функции нескольких переменных, теорию функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений; применять при расчете и проведении экспериментальных исследований электрических и магнитных цепей математический аппарат численных методов; оформлять полученные результаты;	лабораторных работ, представление результатов экспериментальных исследований в виде технического отчета. Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта.	рабочих программах. Ответ с пояснениями на 3-5 заданий варианта из 5	смотренный в рабочих программах. Решено менее 3 заданий из 5
	владеть навыками чтения электрических схем, расчетов по типовым методикам электрических и магнитных цепей, оформления расчетных данных, использования вычислительных средств, позволяющих решать задачи инженерной деятельности, навыками экспериментальных исследований, обработки и анализа результатов эксперимента.	Выполнение лабораторных работ и их оформление, решение контрольных заданий для защиты лабораторных работ. Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах. Ответ с пояснениями на 3-5 заданий варианта из 5	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах. Решено менее 3 заданий из 5

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 и 4 семестрах по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-1	знать основы теории линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей, основные законы электротехники и границы их применимости, методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 - 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	уметь в соответствии с задачей исследования выбрать теоретический материал (законы, принципы, методы), позволяющий произвести решение задачи, описать процессы в электрических цепях; применять при расчете электрических цепей во время установившихся и переходных процессов математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной, теории функции нескольких переменных, теорию функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений; применять при расчете и проведении экспериментальных исследований электрических и магнитных цепей математический аппарат численных методов; оформлять полученные результаты;	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
	владеть навыками чтения электрических схем, расчетов по типовым методикам электрических и магнитных цепей, оформления расчетных данных, использования вычислительных средств, позволяющих решать задачи инженерной деятельности, навыками экспериментальных исследований, обработки и	Решение прикладных 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	Продемонстрирован верный ход решения в большин-	Задачи не решены

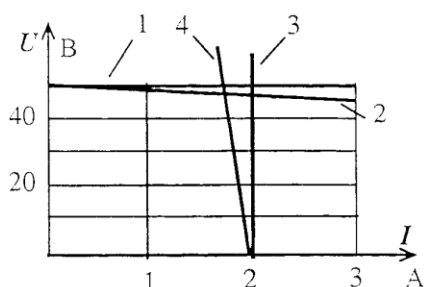
	анализа результатов эксперимента.			всех задачах	стве задач	
--	-----------------------------------	--	--	--------------	------------	--

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

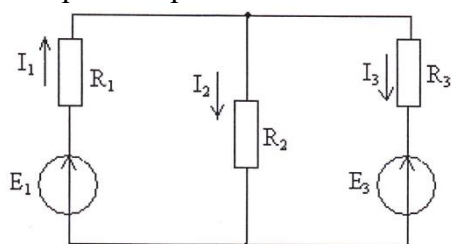
Вопрос 1.

Реальному источнику ЭДС соответствует внешняя характеристика под номером...



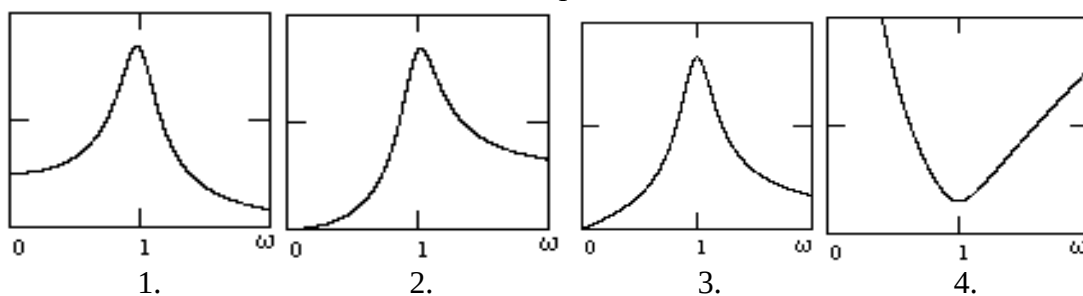
1. четыре
2. два
3. три
4. один

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. $E_1 I_1 + E_3 I_3 = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2$.

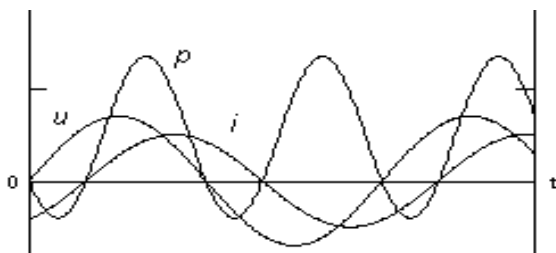
Вопрос 3. Для последовательного соединения укажите график напряжения на индуктивности в зависимости от частоты. Укажите правильный ответ:



- 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:

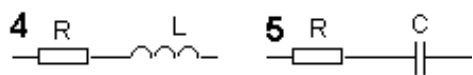
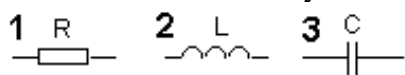
1. Активно-емкостный.
2. Активно-индуктивный.
3. Чисто индуктивный.
4. Чисто активный.
5. Чисто емкостный.
6. Правильного ответа нет.

Вопрос 5. Известны напряжение и ток двухполюсника:

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

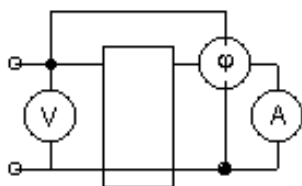
$$i(t) = 1\sin(\omega t + 45^\circ), \text{А}.$$

Укажите эквивалентную схему двухполюсника:



6. Правильной схемы нет.

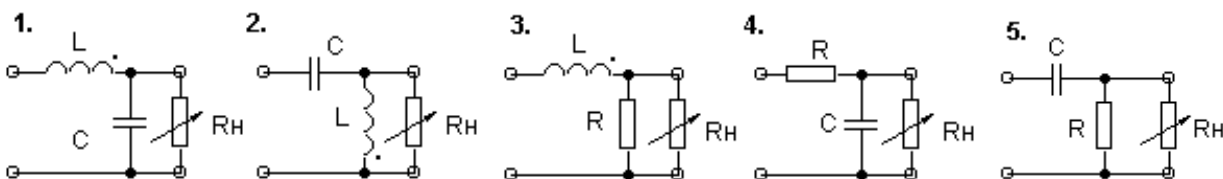
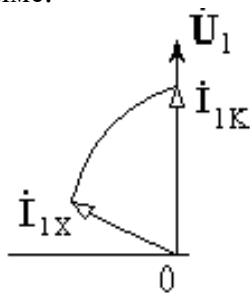
Вопрос 6. Какой из коэффициентов A, B, C, D можно определить по показаниям приборов?



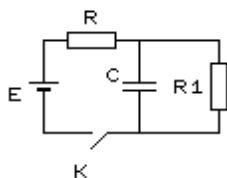
Укажите правильный ответ:

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

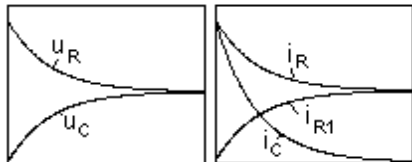
Вопрос 7. Укажите схему четырехполюсника, соответствующую данной векторной диаграмме:



Вопрос 8. По какому закону будут изменяться токи и напряжения в схеме при замыкании ключа, если $R_1 = R$?



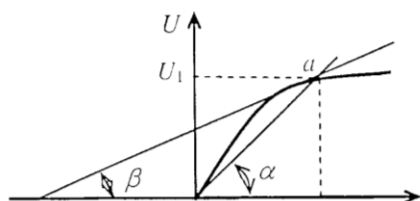
Указать неправильный график.



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

Вопрос 9.

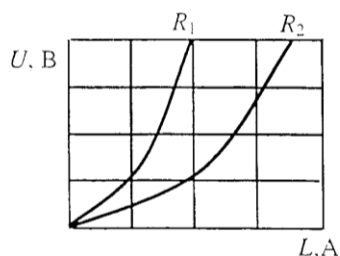
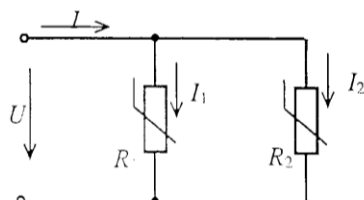
При заданной вольт-амперной характеристике дифференциальное сопротивление $R_{диф}$ в точке a равно ...



- $\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{m_u}{m_I} \tan(180 - \beta)$
- $\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{m_u}{m_I} \tan \alpha$
- $\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{m_u}{m_I} \tan \beta$
- $\frac{U_1}{I_1}$

Вопрос 10.

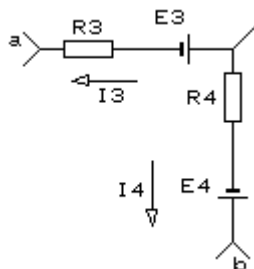
При параллельном соединении нелинейных сопротивлений, заданных характеристиками R_1 и R_2 , характеристика эквивалентного сопротивления R_3 пройдет ...



- 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

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



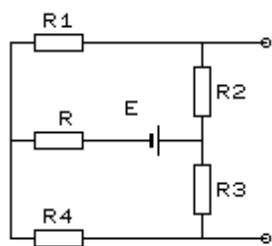
Укажите правильный ответ:

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,

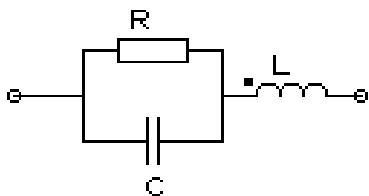
$R_1 = 4 \text{ Ом}$; $R_2 = 16 \text{ Ом}$; $R_3 = 7 \text{ Ом}$; $R_4 = 18 \text{ Ом}$.



Укажите правильный ответ:

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

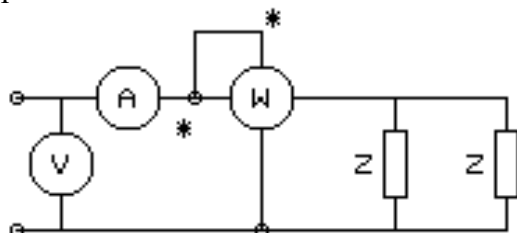
Задание 3. Дано: $R = 50 \text{ Ом}$; $L = 63.66 \text{ мГн}$; $f = 50 \text{ Гц}$. В цепи **резонанс**. Чему равна резонансная емкость?



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.

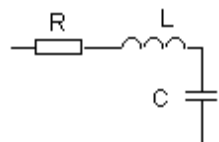
Задание 4. Дано: $I = 10 \text{ А}$; $U = 100 \text{ В}$; $Z = R + jX$, где $X = 2R$. Определить показание ваттметра.



Укажите правильный ответ:

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

Задание 5. К двухполюснику приложено напряжение: $u(t) = 100 + 141\sin(100t + 45^\circ)$, В; $R = \omega L = 1/\omega C = 100 \text{ Ом}$.



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 6. Выход четырехполюсника замкнут накоротко. Определить мгновенное значение выходного тока, если комплексное действующее значение входного тока $I_1 = 8e^{-j30^\circ} \text{ А}$, 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 7. Определить сдвиг фаз между входным током и напряжением симметричного четырехполюсника, нагруженного характеристическим сопротивлением, если из опытов холостого хода и короткого замыкания известны:

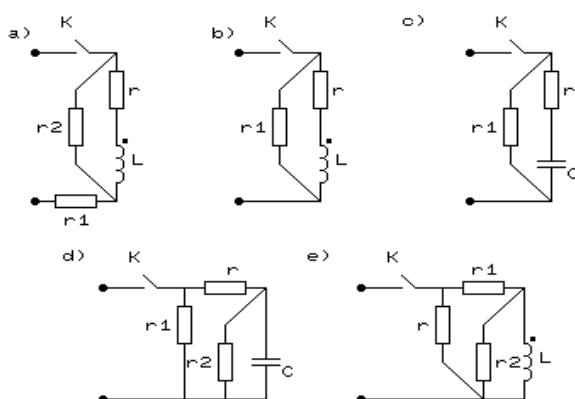
$$U_{1x} = 100e^{j60^\circ} \text{ В}; \quad I_{1x} = 10e^{j30^\circ} \text{ А};$$

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

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.

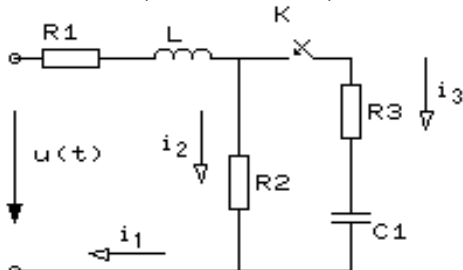
Задание 8. Дано: $r=100\ \Omega$; $r_1=50\ \Omega$; $r_2=200\ \Omega$; $L=1.4\ \text{Гн}$; $C=10\ \text{мкФ}$. Определить постоянные времени $\tau_a, \tau_b, \tau_c, \tau_d, \tau_e$ цепей после замыкания ключа в каждой схеме.



Указать неправильный ответ:

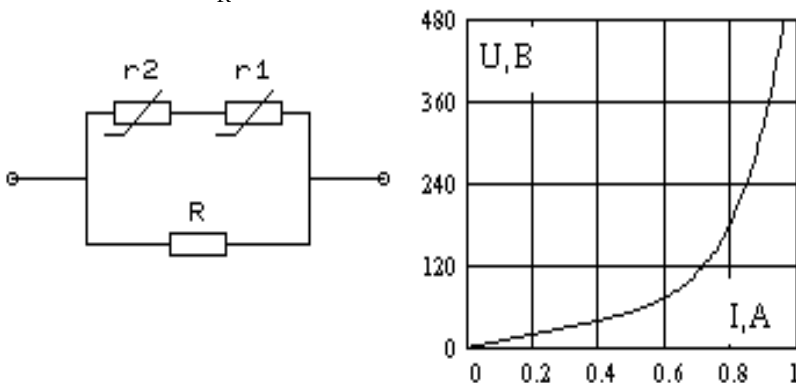
1. $\tau_a=0.014\ \text{с}$; 2. $\tau_b=0.014\ \text{с}$; 3. $\tau_c=10^{-3}\ \text{с}$; 4. $\tau_d=0.667 \cdot 10^{-3}\ \text{с}$; 5. $\tau_e=0.035\ \text{с}$; 6. Все правильные.

Задание 9. Определить значение тока $i_3(0_+)$, если: $u(t) = 141 \cdot \sin(314t + 45^\circ)\ \text{В}$; $R_1 = 4\ \Omega$; $R_2 = 2\ \Omega$; $R_3 = 2\ \Omega$; $L = 19.1\ \text{мГн}$; $C = 300\ \text{мкФ}$.



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

Задание 10. Два нелинейных элемента r_1 и r_2 имеют одинаковые вольт-амперные характеристики (см. рисунок). Определить ток I в неразветвленной части цепи, если: $R = 150\ \Omega$ и $I_R = 0.8\ \text{А}$.



1. 1.3 A
 2. 0.5 A
 3. 0.7 A
 4. 0.85 A

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

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

Задача 1.2. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа для определения то-

ков в ветвях схемы рис. 1.2 и записать ее в матричной форме.

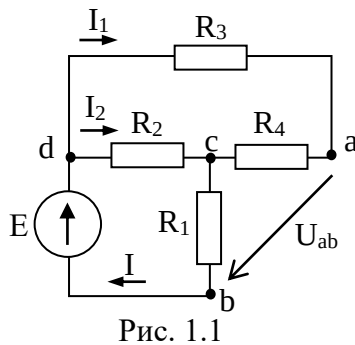


Рис. 1.1

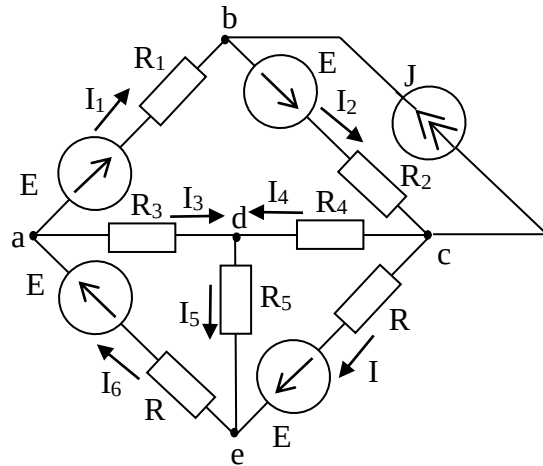


Рис. 1.2

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: $\dot{I}_5 = 1\text{А}$ и сопротивления элементов цепи указаны на схеме в Омах. Построить топографическую диаграмму, приняв потенциал узла $\phi_d = 0$ и определить входное напряжение.

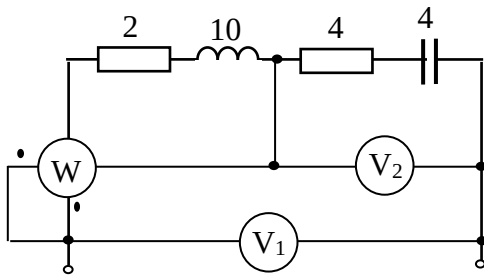


Рис. 2.1

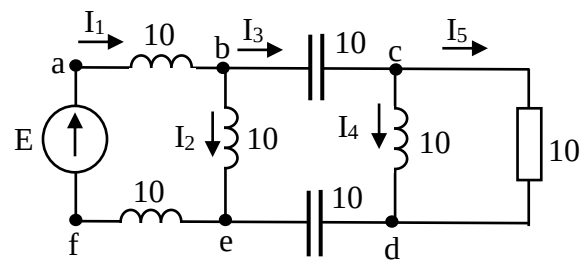


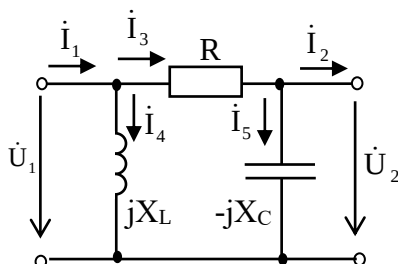
Рис. 2.2

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

Четырехполюсник, схема которого приведена на рисунке, имеет параметры:

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

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.



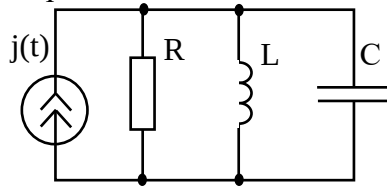
Примеры практических задач:

по теме «Цепи с несинусоидальными токами и напряжениями»:

Приемники питаются от источника периодического несинусоидального тока с частотой основной гармоники 50 Гц. Их параметры: $R = 20 \text{ Ом}$; $L = 31,8 \text{ мГн}$; $C = 159 \text{ мкФ}$. Ток ис-

точника 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 мощности, развиваемые источником. Построить временную зависимость $i_L(t)$.



по теме «Переходные процессы»:

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

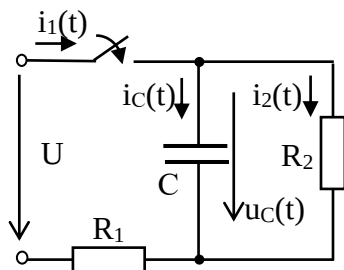


Рис. 1

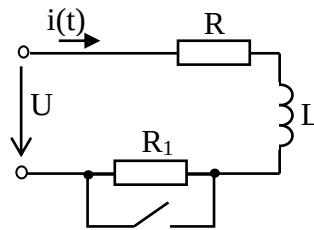
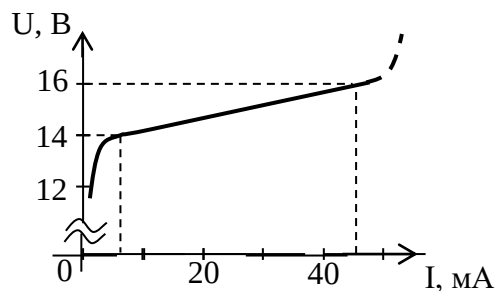
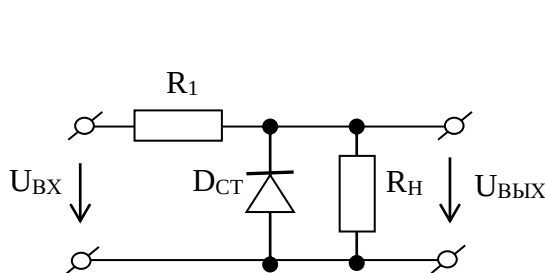


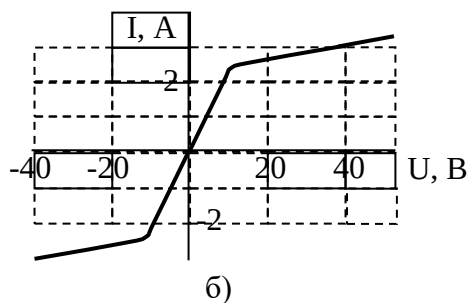
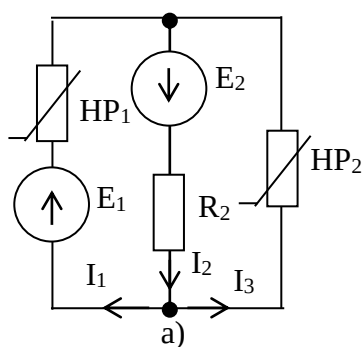
Рис. 2

по теме «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

3 семестр

1. Электрические цепи постоянного тока. Основные понятия: электрическая цепь, элемент цепи, источники ЭДС и источники тока.
2. Параметры электрических цепей: активное сопротивление R , индуктивность L , взаимная индуктивность M , емкость C .
3. Схемы замещения источников электрической энергии; ветвь, контур, узел.
4. Методы эквивалентных преобразований линейных электрических цепей (последовательное, параллельное соединение сопротивлений, преобразование «звезда-треугольник», вынесение ЭДС за узел).
5. Закон Ома для участка цепи и для неразветвленной цепи. Закон Ома для участка цепи с источником ЭДС.
6. Потенциальная диаграмма в цепи постоянного тока (на примере).
7. Законы Кирхгофа.
8. Использование законов Кирхгофа для расчета электрических цепей (на примере).
9. Матричная форма записи уравнений по законам Кирхгофа (на примере).
10. Метод контурных токов- МКТ (алгоритм и пример использования).
11. Метод узловых потенциалов- МУП (алгоритм и пример использования).
12. Метод двух узлов (алгоритм и пример использования).
13. Теорема: о компенсации и активном двухполюснике.
14. Метод эквивалентного генератора- МЭГ (алгоритм и пример использования).
15. Метод (принцип) наложения (суть и пример использования).
16. Мощность в цепи постоянного тока. Баланс мощности.
17. Передача мощности от активного двухполюсника в нагрузку.
18. Принцип получения синусоидальной ЭДС.
19. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Общие понятия.
20. Понятие комплексного числа. Действия над комплексными числами.
Представление синусоидальных величин комплексными числами.
21. Активный элемент R в цепи переменного тока.
22. Индуктивный элемент L в цепи переменного тока.
23. Емкостной элемент C в цепи переменного тока.

24. Комплексный метод расчета цепей переменного синусоидального тока (алгоритм и пример использования).
25. Последовательное соединение элементов R , L , C . Векторные диаграммы.
26. Параллельное соединение элементов R , L , C . Векторные диаграммы.
27. Мощность в цепи переменного тока. Понятие о комплексной мощности.
28. Коэффициент мощности. Баланс мощности в цепи переменного тока.
29. Резонанс напряжений (резонанс при последовательном соединении элементов R , L , C).
30. Резонанс токов (резонанс при параллельном соединении элементов R , L , C).

4 семестр

1. Теория четырехполюсников. Определение и классификация четырехполюсников.
2. Уравнение четырехполюсника.
3. Определение коэффициентов четырехполюсника из опытов: с помощью омметра; используя непосредственно показания приборов.
4. Схемы замещения линейного четырехполюсника (Т- и П-образная).
5. Входное сопротивление четырехполюсника. Согласованный режим.
6. Постоянная передачи четырехполюсника. Согласованный режим.
7. Постоянная передачи симметричного четырехполюсника.
8. Уравнения симметричного четырехполюсника в гиперболической форме.
9. Основные определения и классификация фильтров.
10. Реактивные симметричные фильтры.
11. Реактивные низкочастотные фильтры.
12. Реактивные высокочастотные фильтры.
13. Полосные (полосовые) и заграждающие фильтры.
14. Безындукционные фильтры. Область применения RC-фильтров.
15. Анализ цепей при несинусоидальных токах и напряжениях.
16. Разложение несинусоидальной периодической функции в ряд Фурье.
17. Симметрия кривых. Амплитудно-частотный (амплитудный) и фазо-частотный спектры несинусоидального сигнала.
18. Действующее и среднее по модулю значение несинусоидальной периодической функции.
19. Величины, которые измеряют приборы при несинусоидальных сигналах.
20. Мощность в цепи несинусоидального тока.
21. Коэффициенты, характеризующие периодические несинусоидальные сигналы.
22. Расчет цепей несинусоидального тока. Метод наложения (на примере).
23. Метод эквивалентных синусоид.
24. Возникновение переходных процессов. Законы коммутации и начальные условия.
25. Классический метод расчета переходных процессов в цепях первого порядка при воздействии постоянных напряжений.

26. Классический метод расчета переходных процессов в цепях первого порядка при воздействии синусоидальных напряжений.
27. Переходные процессы в цепях второго порядка. Апериодический, критический и колебательный характер переходных процессов. Общий случай расчета переходных процессов в разветвленных цепях.
28. Операторный метод расчета. Преобразование Лапласа и его применение к расчету переходных процессов. Изображение по Лапласу некоторых простых функций, производной и интеграла. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторная схема замещения. Переход от изображения к оригиналу. Теорема разложения. Общие принципы расчета переходных процессов в электрических цепях операторным методом.
29. Нелинейные элементы (НЭ) в электрических цепях. Параметры и свойства НЭ. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Нелинейные цепи постоянного тока. Графические методы расчета.
30. Аналитические методы расчета нелинейных цепей постоянного тока. Итерационный метод.
31. Метод двух узлов, метод активного двухполюсника.
32. Цепи синусоидального тока с НЭ, имеющими прямоугольную характеристику. Нелинейные цепи переменного тока с вентилями. Простейшие выпрямители. Сглаживание пульсации, емкостный и индуктивный фильтры.
33. Нелинейные магнитные цепи при постоянных потоках. Анализ неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой:

«удовл. » - выполнение и защита 7 лабораторных работ согласно индивидуальному графику, средний балл при защите лабораторных работ от 3 до 3,4;

«хорошо» - выполнение 8 лабораторных работ и защита 7 лабораторных работ согласно индивидуальному графику, средний балл при защите лабораторных работ от 3,5 до 4,4;

«отлично» - выполнение и защита 8 лабораторных работ согласно индивидуальному графику, средний балл при защите лабораторных работ от 4,5 до 5.

При получении оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» требуемые в рабочей программе знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на промежуточном этапе считаются достигнутыми.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Свойства линейных электрических цепей постоянного тока и методы их расчета.	ОПК-1	Тест, контрольные задания для защиты лабораторных работ, устный опрос
2	Свойства линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока	ОПК-1	Тест, контрольные задания для защиты лабораторных работ, устный опрос, требования к курсовому проекту
3	Четырехполюсники	ОПК-1	Тест, контрольные задания для защиты лабораторных работ, устный опрос, требования к курсовому проекту
4	Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях	ОПК-1	Тест, контрольные задания для защиты лабораторных работ, устный опрос
5	Переходные процессы в линейных электрических цепях	ОПК-1	Тест, контрольные задания для защиты лабораторных работ, устный опрос
6	Нелинейные электрические цепи постоянного тока	ОПК-1	Тест, контрольные задания для защиты лабораторных работ, устный опрос
7	Нелинейные электрические цепи переменного тока	ОПК-1	Тест, контрольные задания для защиты лабораторных работ, устный опрос
8	Магнитные цепи при постоянным магнитных потоках	ОПК-1	Тест, устный опрос

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

Тестирование осуществляется с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 60 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

К лабораторной работе предложены восемь вариантов по пять заданий, содержащих теоретические вопросы, качественные и количественные задания. Задания выполняются студентом во время занятия. При наличии трех правильно выполненных заданий, два невыполненных задания выполняется студентом дома, на следующем занятии ведется устный опрос по решенному заданию.

Во время практических занятий студентам предложены для решения на бумажном носителе стандартные и прикладные задачи. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта 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», 2014. – 170 с.
7. ГОСТ 2.105-2019. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2019. – 35 с.

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

Электронная информационная образовательная среда ВГТУ - Образовательный портал ВГТУ

<https://old.education.cchgeu.ru/>

Федеральный портал «Российское образование»

– <http://www.edu.ru>.

Научная библиотека ВГТУ <https://cchgeu.ru/university/library/>

<https://cchgeu.ru/university/library/>

Научная электронная библиотека:

<http://www.elibrary.ru>

ЭБС <http://e.lanbook.com/>

Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru>

База данных научной литературы <https://www.sciencedirect.com>

Электронно-библиотечная система «Лань»:

<http://e.lanbook.com>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU:

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>.

Учебно-методическая литература представлена на сайте:

<http://cchgeu.ru/>

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»»;

Современные профессиональные базы данных:

- Электротехнический портал. Адрес ресурса: <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

Лекционная аудитория (420-422, 3 учебный корпус ВГТУ, расположенный по адресу: Московский проспект, 179).

Учебная лаборатория, оснащенная необходимым оборудованием – лаборатория ТОЭ (ауд. 141, 3 учебный корпус ВГТУ, расположенный по адресу: Московский проспект, 179).

Аудитории для проведения практических занятий (ауд. 420-422, 3 учебный корпус ВГТУ, расположенный по адресу: Московский проспект, 179).

Лабораторные стенды, 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 «Теоретические основы электротехники» читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия, выполняется курсовой проект.

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

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, изложенными в учебном пособии к выполнению лабораторных работ. Выполнять лабораторные работы должны своевременно и в установленные сроки.

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

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

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

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта. Освоение дисциплины оценивается на зачете.

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, на лабораторном или практическом занятии.
Лабораторные работы	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: разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебни-

	ка, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Решение задач у доски и на своем рабочем месте, выполнение расчетов для курсового проекта.
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. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			
4			
5			