**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Самарский государственный технический университет»**
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## Б1.О.03.02.01 «Теоретические основы электротехники»

| | |
|---|---|
| **Код и направление подготовки (специальность)** | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |
| **Направленность (профиль)** | Электрические станции |
| **Квалификация** | Бакалавр |
| **Форма обучения** | Очная |
| **Год начала подготовки** | 2024 |
| **Институт / факультет** | Электротехнический факультет |
| **Выпускающая кафедра** | кафедра "Электрические станции" |
| **Кафедра-разработчик** | кафедра "Теоретическая и общая электротехника" |
| **Объем дисциплины, ч. / з.е.** | 324 / 9 |
| **Форма контроля (промежуточная аттестация)** | Экзамен |

Самара 2024

**Б1.О.03.02.01 «Теоретические основы электротехники»**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 144 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

| | |
|---|---|
| Профессор | М.В Шакурский |
| (должность, степень, ученое звание) | (ФИО) |
| Заведующий кафедрой | В.Н. Козловский, доктор технических наук, профессор |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |

## СОГЛАСОВАНО:

| | |
|---|---|
| Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии) | В.Н Овсянников, кандидат технических наук, доцент |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |
| Руководитель образовательной программы | А.С. Ведерников, кандидат технических наук, доцент |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |
| Заведующий выпускающей кафедрой | А.С. Ведерников, кандидат технических наук, доцент |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы ..... 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся ..... 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий ..... 5
4.1 Содержание лекционных занятий ..... 5
4.2 Содержание лабораторных занятий ..... 13
4.3 Содержание практических занятий ..... 18
4.4. Содержание самостоятельной работы ..... 21
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) ..... 25
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения ..... 26
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем ..... 26
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) ..... 26
9. Методические материалы ..... 27
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) ..... 29

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции) |
|---|---|---|---|
| Общепрофессиональные компетенции | | | |
| Теоретическая и практическая профессиональная подготовка | ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | ОПК-4.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. | Владеть Методами расчёта электрических цепей и их численной реализацией. |
| | | | Знать о физических и энергетических явлениях в различных режимах работы статических электрических, магнитных цепей и электротехнических устройств, различных способах их описания на основе математических моделей |
| | | ОПК-4.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. | Уметь составлять и решать уравнения элек-трических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах при питании от источников постоянного и переменного тока, исходя из основных законов и теорем электротехники |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

| Код компетенции | Предшествующие дисциплины | Параллельно осваиваемые дисциплины | Последующие дисциплины |
|---|---|---|---|
| ОПК-4 | | Электромеханика; Электроника | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Электромеханика |

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества

**академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

| Вид учебной работы | Всего часов / часов в электронной форме | 3 семестр часов / часов в электронной форме | 4 семестр часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|
| **Аудиторная контактная работа (всего),** в том числе: | 160 | 96 | 64 |
| Лабораторные работы | 64 | 32 | 32 |
| Лекции | 48 | 32 | 16 |
| Практические занятия | 48 | 32 | 16 |
| **Внеаудиторная контактная работа, КСР** | 4 | 2 | 2 |
| **Самостоятельная работа (всего),** в том числе: | 97 | 55 | 42 |
| выполнение расчетно-графических работ | 31 | 17 | 14 |
| подготовка к лабораторным работам | 16 | 8 | 8 |
| подготовка к лекциям | 30 | 20 | 10 |
| подготовка к экзамену | 20 | 10 | 10 |
| **Контроль** | 63 | 27 | 36 |
| **Итого: час** | 324 | 180 | 144 |
| **Итого: з.е.** | 9 | 5 | 4 |

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ЛЗ | ЛР | ПЗ | СРС | Всего часов |
| 1 | Теория линейных электрических цепей | 32 | 32 | 32 | 55 | 151 |
| 2 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | 16 | 32 | 16 | 42 | 106 |
| | **КСР** | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | **Контроль** | 0 | 0 | 0 | 0 | 63 |
| | **Итого** | 48 | 64 | 48 | 97 | 324 |

### 4.1 Содержание лекционных занятий

| № занятия | Наименование раздела | Тема лекции | **Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | **Количество часов / часов в электронной форме** |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| 1 | Теория линейных электрических цепей | ЭЛЕМЕНТЫ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ | Общая характеристика задач, относящихся к теории электрических цепей. Основные интегральные величины, применяемые в теории электрических цепей: ток и его виды, потенциал, напряжение, электродвижущая сила. Положительные направления тока и напряжения. Мгновенная мощность и энергия. Электрическая цепь и ее состав. Идеализированные элементы цепи - источники ЭДС и тока (независимые и зависимые), идеальный и реальный резистивный, индуктивный, емкостной элементы и управляемые источники напряжения и тока. Электрические схемы замещения. Основные законы электрических цепей: закон Ома, законы Кирхгофа, Джоуля-Ленца. Классификация типовых элементов электро-технических устройств (резистора, катушки индуктивности, конденсатора). Использова-ние законов Кирхгофа для расчета электрических цепей на постоянном токе. | 2 |
| 2 | Теория линейных электрических цепей | МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ С ГАРМОНИЧЕСКИМИ ИСТОЧНИКАМИ В УСТАНОВИВШИМСЯ РЕЖИМЕ | Дифференциальные уравнения линейных цепей. Понятие о установившемся режиме. Понятие о периодических процессах. Период, частота. Гармонические колебания. Мгновенное значение, текущая и начальная фаза, амплитуда, частота и угловая частота гармонического колебания. Среднее и среднеквадратическое (действующее) значение периодической функции. Реакция линейных цепей на гармоническое воздействие. Обоснование целесообразности применения метода комплексных амплитуд и комплексов действующих значений. Изображение гармонической функции на комплексной плоскости. Комплексная амплитуда, комплекс действующего значения. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Теория линейных электрических цепей | МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ С ГАРМОНИЧЕСКИ-МИ ИСТОЧНИКАМИ В УСТАНОВИВШИМСЯ РЕЖИМЕ | Векторные диаграммы и комплексные соот-ношения для элементов цепей синусоидального тока. Последовательное и параллельное соединение резистивных и реактивных элементов. Активные, реактивные, полные и комплексные сопротивления и проводимости. Треугольник напряжений и треугольник токов. Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. Определение элементарной цепи. Схемные признаки последовательного и параллельного соединений элементов. Эквивалентные преобразования этих соединений. | 2 |
| 4 | Теория линейных электрических цепей | МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ С ГАРМОНИЧЕСКИМИ ИСТОЧНИКАМИ В УСТАНОВИВШИМСЯ РЕЖИМЕ | Расчет простой цепи методом эквивалентных преобразований и методом пропорционального пересчета. Сущность методов, способы определения токов в ветвях по известному току на входе цепи. Векторные диаграммы напряжений и токов элементарной цепи, методика их качественного построения. Топо-графические диаграммы. Пример построения векторной диаграммы токов и топографической диаграммы потенциалов для разветвленной электрической цепи. Потенциальная диаграмма для цепей постоянного тока. Энергетические соотношения в простейших цепях при гармоническом воздействии. Мгновенная, средняя (активная), реактивная, полная и комплексная мощности. Баланс мощностей. Коэффициент мощности. Технико-экономическое значение повышения коэффициента мощности. Согласование источника энергии с нагрузкой по критериям максимума передаваемой средней мощности и максимума коэффициента полезного действия. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Теория линейных электрических цепей | ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕК-ТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ | Явление резонанса. Условия резонанса, методика определения резонансных частот RLC-двухполюсников. Способы настройки двухполюсника в резонансе. Понятие о добротности RLC-двухполюсника. Понятие о резонансных кривых. Резонанс в последовательном колебательном контуре. Частотные характеристики и резонансные кривые контура. Добротность, полоса пропускания, волновое сопротивление контура, его векторные диаграммы. Резонанс в параллельном колебательном контуре. Условие резонанса, частотные характеристики. Добротность, волновая проводимость, полоса пропускания и векторные диаграммы контура. Частотные характеристики сложных LC - цепей. Нули и полюсы входных сопротивлений и проводимостей. | 2 |
| 6 | Теория линейных электрических цепей | ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫЕ ЦЕПИ | Явление взаимной индукции. Взаимная индукция. Напряжения самоиндукции и взаим-ной индукции. Одноименные зажимы. Опре-деление взаимной индуктивности опытным путем. Расчет цепей с индуктивными связями методами уравнений Кирхгофа и контурных токов. Развязка индуктивных связей. Понятие о вносимом сопротивлении. Линейный (воздушный) трансформатор. Основные уравнения, схема замещения. Теорема о балансе активных и реактивных мощностей. | 2 |
| 7 | Теория линейных электрических цепей | МЕТОДЫ РАСЧЕТА СЛОЖНЫХ ЦЕПЕЙ ГАРМОНИЧЕСКОГО ТОКА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ | Закон Ома для участка цепи с источником ЭДС. Определение сложной цепи. Типовые задачи расчета. Расчет сложной цепи мето-дом уравнений Кирхгофа. Общее число независимых уравнений. Основы символического метода расчета цепей синусоидального тока. Метод контурных токов. Сущность метода. Общее число уравнений для схемы произвольной конфигурации. Методика вывода уравнений для контурных токов. Структура уравнений токов в ветвях и контурных токов. Особенности расчета схем, содержащих источники тока. | 2 |
| 8 | Теория линейных электрических цепей | МЕТОДЫ РАСЧЕТА СЛОЖНЫХ ЦЕПЕЙ ГАРМОНИЧЕСКОГО ТОКА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ | Метод узловых напряжений (потенциалов). Сущность метода. Общее число уравнений для схемы произвольной конфигурации. Методика получения уравнений узловых напряжений (потенциалов). Структура уравнений. Особенности расчета схем, в ветвях которых есть только идеальные источники напряжения. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9 | Теория линейных электрических цепей | МЕТОДЫ РАСЧЕТА СЛОЖНЫХ ЦЕПЕЙ ГАРМОНИЧЕСКОГО ТОКА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ | Преобразование линейных электрических схем. Эквивалентные преобразования сложных цепей. Условия эквивалентности. Перенос источников энергии. Преобразование параллельного соединения пассивных и активных двухполюсников. Взаимное преобразование соединения пассивных ветвей звездой и треугольником. Особенности расчета цепей с управляемыми источниками. | 2 |
| 10 | Теория линейных электрических цепей | ПАССИВНЫЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКИ И ФИЛЬТРЫ | Понятие о четырехполюснике. Формы записи основных уравнений. Характеристические параметры. Схемы замещения четырехполюсников. Схемные функции четырехполюсников и их определение через параметры различных форм уравнений. Характеристики электрических фильтров. Классификация по диапазону пропускаемых частот. Схемы фильтров. Связь коэффициентов четырехпо-люсника с параметрами элементов фильтров. Зависимости коэффициентов затухания, коэффициентов фазы и волнового (характеристического) сопротивления от частоты для фильтров низких и высоких частот, полосовых и режекторных фильтров. | 2 |
| 11 | Теория линейных электрических цепей | ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ | Схемы трехфазной цепи. Соединение звездой и треугольником. Симметричная и несимметричная трехфазные цепи. Расчет трехфазных систем при симметричной и несимметричной нагрузках. Расчет четырехпроводной и трехпроводной систем по схеме соединения звездой. Роль нулевого провода. Напряжение смещения нейтрали. Применение векторных диаграмм для анализа несимметричных режимов. | 2 |
| 12 | Теория линейных электрических цепей | ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ | Мощность в многофазных цепях. Симмет-ричная трехфазная цепь. Измерение мощности в трехфазных цепях. Четырехпроводная система, симметричный и несимметричный режимы. Метод симметричных составляю-щих. Свойства симметричных составляющих и напряжений различных последовательностей. Сопротивления симметричной трехфазной цепи для токов различных последовательностей. Применение метода симметричных составляющих для расчета несимметричных режимов работы цепей. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13 | Теория линейных электрических цепей | ЦЕПИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО НЕГАРМОНИЧЕСКОГО ТОКА | Негармонические периодические ЭДС, напряжения и токи. Разложение периодических негармонических кривых в ряды Фурье. Свойства периодических кривых обладающих симметрией. Максимальные, действующие и средние значения негармонических, периодических ЭДС, напряжений и токов. Коэффициенты, характеризующие форму негармонических периодических кривых. Действующие значения ЭДС, напряжений и токов с периодическими огибающими. Мощность в цепях периодического несинусоидального тока. Особенности расчета линейных цепей при периодических несинусоидальных токах. Резонансные явления в цепях несинусоидального тока. Особенности протекания несинусоидальных токов через пассивные элементы цепи. Высшие гармоники в трехфазных цепях. | 2 |
| 14 | Теория линейных электрических цепей | ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ | Понятие о переходном процессе. Причины, вызывающие переходный процесс. Коммутация, законы коммутации. Классический метод расчета переходного процесса. Принужденная и свободная составляющие решения. Способы получения характеристического уравнения цепи после коммутации. Зависимость характера свободного процесса от вида корней характеристического уравнения. Начальные условия и способы их определе-ния. Нахождение постоянных интегрирования по начальным условиям. Особенности расчета цепей первого порядка. Постоянная времени переходного процесса. Особенности расчета цепей второго и более высокого порядка. | 2 |
| 15 | Теория линейных электрических цепей | ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ | Операторный метод. Сущность метода. Преобразование Лапласа. Операторные схемы замещения. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Теорема разложения. Алгоритм расчета переходных процессов операторным методом. Формулы включения. Переходная и импульсная характеристики цепи. Связь между частотными и переходными характеристиками. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 16 | Теория линейных электрических цепей | ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ | Интеграл Дюамеля и интеграл свертки. Алгоритм расчета переходных процессов на основе интеграла Дюамеля. Расчет переходного процесса методом переменных состояния. Численные методы решения уравнений состояния. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Влияние постоянной времени цепи на точность дифференцирования и интегрирования. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **32** |
| **4 семестр** | | | | |
| 17 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА | Параметры нелинейных резисторов. Методы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока. Графические методы расчета. Метод двух узлов. Расчет нелинейных цепей методом эквивалентного генератора. Аналитические методы расчета: метод аналитической аппроксимации, метод кусочно-линейной аппроксимации, метод линеаризации. Итерационные методы расчета. | 2 |
| 18 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | НЕЛИНЕЙНЫЕ МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ ПРИ ПОСТОЯННЫХ ПОТОКАХ | Характеристики ферромагнитных материалов, магнитомягкие и магнитотвердые мате-риалы. Статическая и дифференциальная магнитные проницаемости. Основные понятия и законы магнитных цепей. Аналогия величин и законов для элек-трических и магнитных цепей. Статическая и дифференциальная индуктивности катушки с ферромагнитным сердечником. | 2 |
| 19 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | НЕЛИНЕЙНЫЕ МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ ПРИ ПОСТОЯННЫХ ПОТОКАХ | Общая характеристика задач и методов расчета магнитных цепей. Прямая задача для неразветвленной и неразветвленной цепи. Графические методы расчета. Обратная задача для неразветвленной и неразветвленной цепи. Итерационные методы расчета. | 2 |
| 20 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ | Процессы в цепи с индуктивным инерцион-ным электромеханическим элементом. Осо-бенности периодических процессов в цепях с безынерционными нелинейными элементами. Формы кривых тока, магнитного потока и ЭДС в катушке с ферромагнитным сердечником. Потери в сердечниках из ферромагнитного материала. Графический метод расчета с использованием характеристик по первым гармоникам. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 21 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ | Графический метод расчета, основанный на введении эквивалентных синусоид. Исполь-зование характеристик для действующих значений. Явление феррорезонанса, триггерный эффект и эффект опрокидывания фазы при последовательном и параллельном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и конденсатора. Ферромагнитные стабилизаторы напряжения. | 2 |
| 22 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ | Аналитические методы расчета. Метод аналитической аппроксимации (эмпи-рических формул) характеристик нелиней-ных элементов. Расчет процессов в цепи методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик нелинейных элементов. Кусочно-линейная аппроксимация ВАХ нелинейного резистора. Метод гармонического баланса (метод гар-монической линеаризации) для расчета периодических процессов в нелинейных цепях по первым гармоникам. Эквивалентные синусоиды и зависимость между потокосцеплением и током. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема катушки с ферромагнитным сердечником. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи. Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема трансформатора с ферромагнитным сердечником. Конденсаторы с нелинейными характеристиками в цепи переменного тока. Коэффициент мощности при питании нелинейной цепи от источника синусоидального напряжения. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 23 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ | Особенности колебательных процессов в нелинейных электрических цепях. Устойчи-вость режима в цепи с нелинейным элемен-том, питаемой от источника постоянного напряжения. Выбор эквивалентной схемы для рассмотрения вопроса об устойчивости. Общие соображения об устойчивости режима в сложных нелинейных электрических цепях, питаемых от источников постоянного напряжения. Методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях. Метод графического интегрирования для расчета переходного процесса в нелинейной цепи. Аналитический метод расчета переходных процессов, основанный на приближенном аналитическом выражении характеристики нелинейного элемента. Метод последова-тельных интервалов для расчета переходных процессов в нелинейной цепи. Метод расчета переходных процессов в нелинейной цепи, основанный на условной линеаризации уравнения цепи. Изображение переходных процессов на фазовой плоскости. Метод изоклин для построения фазовых траекторий и расчета переходных процессов. Метод медленно меняющихся амплитуд - метод Ван-дер-Поля. Значение нелинейных электрических цепей в современной технике. | 2 |
| 24 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ (ДЛИННЫЕ ЛИНИИ) | Понятие об однородной длинной линии. Первичные параметры длинной линии. Уравнения однородной длинной линии. Расчет однородной линии. Уравнения бегущей воны. Характеристики однородной длинной линии. Характеристики бегущей волны. Коэффициент отражения волны. Согласованная нагрузка линии (линия без отражения). Однородная длинная линия как четырехполюсник. Линии без искажений и без потерь. Стоячие волны. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **16** |
| | | | **Итого:** | **48** |

## 4.2 Содержание лабораторных занятий

| **№ занятия** | **Наименование раздела** | **Тема лабораторного занятия** | **Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | **Количество часов / часов в электронной форме** |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Теория линейных электрических цепей | Исследование типов соединения двухполюсников. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. | 2 |
| 2 | Теория линейных электрических цепей | Исследование типов соединения двухполюсников. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. | 2 |
| 3 | Теория линейных электрических цепей | Исследование режимов работы электрической цепи. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи | 2 |
| 4 | Теория линейных электрических цепей | Исследование режимов работы электрической цепи. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи | 2 |
| 5 | Теория линейных электрических цепей | Исследование метода эквивалентного гонератора. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. | 2 |
| 6 | Теория линейных электрических цепей | Исследование метода эквивалентного гонератора. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. | 2 |
| 7 | Теория линейных электрических цепей | Проверка законов Кирхгофа. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. Работа и мощность электрического тока. | 2 |
| 8 | Теория линейных электрических цепей | Проверка законов Кирхгофа. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. Работа и мощность электрического тока. | 2 |
| 9 | Теория линейных электрических цепей | Исследование сложной линейной электрической цепи постоянного тока. | Расчет электрических цепей методом законов Кирхгофа. Делители напряжения и тока. Расчет электрических цепей методом контурных токов. Расчет электрических цепей методом наложения | 2 |
| 10 | Теория линейных электрических цепей | Исследование сложной линейной электрической цепи постоянного тока. | Расчет электрических цепей методом законов Кирхгофа. Делители напряжения и тока. Расчет электрических цепей методом контурных токов. Расчет электрических цепей методом наложения | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | Теория линейных электрических цепей | Исследование резонанса напряжений | Явление резонанса. Условия резонанса RLC-двухполюсников. Способы настройки двухполюсника в резонансе. Понятие о добротности RLC-двухполюсника. Понятие о резонансных кривых. Резонанс в последовательном колебательном контуре. Частотные характеристики и резонансные кривые контура. Добротность, волновое сопротивление контура, векторные диаграммы. | 2 |
| 12 | Теория линейных электрических цепей | Исследование резонанса напряжений | Явление резонанса. Условия резонанса RLC-двухполюсников. Способы настройки двухполюсника в резонансе. Понятие о добротности RLC-двухполюсника. Понятие о резонансных кривых. Резонанс в последовательном колебательном контуре. Частотные характеристики и резонансные кривые контура. Добротность, волновое сопротивление контура, векторные диаграммы. | 2 |
| 13 | Теория линейных электрических цепей | Исследование резонанса токов. | Резонанс в параллельном колебательном контуре. Условие резонанса, частотные характеристики. Добротность, волновая проводимость, векторные диаграммы. | 2 |
| 14 | Теория линейных электрических цепей | Исследование резонанса токов. | Резонанс в параллельном колебательном контуре. Условие резонанса, частотные характеристики. Добротность, волновая проводимость, векторные диаграммы. | 2 |
| 15 | Теория линейных электрических цепей | Исследование четырехполюсников | Понятие о четырехполюснике. Формы записи основных уравнений. Характеристические параметры. Схемы замещения четырехполюсников. Схемные функции четырехполюсников и их определение через параметры различных форм уравнений. | 2 |
| 16 | Теория линейных электрических цепей | Исследование четырехполюсников | Понятие о четырехполюснике. Формы записи основных уравнений. Характеристические параметры. Схемы замещения четырехполюсников. Схемные функции четырехполюсников и их определение через параметры различных форм уравнений. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **32** |
| **4 семестр** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 17 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Соединение источников и приемников по схеме «звезда-звезда» и «звезда-звезда с нулевым проводом». | Схемы трехфазной цепи. Соединение звездой. Симметричная и несимметричная трехфазные цепи. Расчет трехфазных систем при симметричной и несимметричной нагрузках. Расчет четырехпроводной и трехпроводной систем по схеме соединения звездой. Роль нулевого провода. Напряжение смещения нейтрали. Применение векторных диаграмм для анализа несимметричных режимов. Измерение мощности в трехфазных цепях. | 2 |
| 18 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Соединение источников и приемников по схеме «звезда-звезда» и «звезда-звезда с нулевым проводом». | Схемы трехфазной цепи. Соединение звездой. Симметричная и несимметричная трехфазные цепи. Расчет трехфазных систем при симметричной и несимметричной нагрузках. Расчет четырехпроводной и трехпроводной систем по схеме соединения звездой. Роль нулевого провода. Напряжение смещения нейтрали. Применение векторных диаграмм для анализа несимметричных режимов. Измерение мощности в трехфазных цепях. | 2 |
| 19 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Соединение приемников электрической энергии по схеме «треугольник» | Соединение треугольником. Симметричная и несимметричная трехфазные цепи. Расчет трехфазных систем при симметричной и несимметричной нагрузках. Применение векторных диаграмм для анализа несиммет-ричных режимов. Измерение мощности в трехфазных цепях. | 2 |
| 20 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Соединение приемников электрической энергии по схеме «треугольник» | Соединение треугольником. Симметричная и несимметричная трехфазные цепи. Расчет трехфазных систем при симметричной и несимметричной нагрузках. Применение векторных диаграмм для анализа несиммет-ричных режимов. Измерение мощности в трехфазных цепях. | 2 |
| 21 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Исследование электрических цепей с взаимной индуктивностью. | Взаимная индукция. Напряжения самоиндукции и взаимной индукции. Одноименные зажимы. Определение взаимной индуктивности опытным путем. Коэффициент связи. Векторные диаграммы при согласном и встречном включении. Расчет цепей с индуктивными связями. Понятие о вносимом сопротивлении. Линейный (воздушный) трансформатор. Основные уравнения, схема замещения. Векторная диаграмма токов и напряжений. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 22 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Исследование электрических цепей с взаимной индуктивностью. | Взаимная индукция. Напряжения самоиндукции и взаимной индукции. Одноименные зажимы. Определение взаимной индуктивности опытным путем. Коэффициент связи. Векторные диаграммы при согласном и встречном включении. Расчет цепей с индуктивными связями. Понятие о вносимом сопротивлении. Линейный (воздушный) трансформатор. Основные уравнения, схема замещения. Векторная диаграмма токов и напряжений. | 2 |
| 23 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Исследование электрических фильтров | Характеристики электрических фильтров. Классификация по диапазону пропускаемых частот. Схемы фильтров. Связь коэффициентов четырехполюсника с параметрами элементов фильтров. Зависимости коэффициентов затухания, коэффициентов фазы и волнового сопротивления от частоты для фильтров низких и высоких частот, полосовых и ре-жекторных фильтров. | 2 |
| 24 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Исследование электрических фильтров | Характеристики электрических фильтров. Классификация по диапазону пропускаемых частот. Схемы фильтров. Связь коэффициентов четырехполюсника с параметрами элементов фильтров. Зависимости коэффициентов затухания, коэффициентов фазы и волнового сопротивления от частоты для фильтров низких и высоких частот, полосовых и ре-жекторных фильтров. | 2 |
| 25 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Высшие гармоники тока и напряжения в однофазных и трехфазных цепях. | Особенности протекания несинусоидальных токов через пассивные элементы цепи. Высшие гармоники в трехфазных цепях. | 2 |
| 26 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Высшие гармоники тока и напряжения в однофазных и трехфазных цепях. | Особенности протекания несинусоидальных токов через пассивные элементы цепи. Высшие гармоники в трехфазных цепях. | 2 |
| 27 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами. | Понятие о переходном процессе. Причины, вызывающие переходный процесс. Коммутация, законы коммутации. Классический и операторный методы расчета переходного процесса. Особенности анализа цепей первого порядка. Постоянная времени переходного процесса. Особенности переходных про-цессов в цепях второго порядка. Зависимость характера свободного процесса от вида корней характеристического уравнения. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 28 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами. | Понятие о переходном процессе. Причины, вызывающие переходный процесс. Коммутация, законы коммутации. Классический и операторный методы расчета переходного процесса. Особенности анализа цепей первого порядка. Постоянная времени переходного процесса. Особенности переходных про-цессов в цепях второго порядка. Зависимость характера свободного процесса от вида корней характеристического уравнения. | 2 |
| 29 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Исследование катушки со стальным сердечником. | Процессы в цепи с нелинейным индуктивным элементом. Формы кривых тока, магнитного потока и ЭДС в катушке с ферромагнитным сердечником. Потери в сердечниках из ферромагнитного материала. Графический метод расчета с использованием характеристик по первым гармоникам. | 2 |
| 30 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Исследование катушки со стальным сердечником. | Процессы в цепи с нелинейным индуктивным элементом. Формы кривых тока, магнитного потока и ЭДС в катушке с ферромагнитным сердечником. Потери в сердечниках из ферромагнитного материала. Графический метод расчета с использованием характеристик по первым гармоникам. | 2 |
| 31 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Феррорезонансные явления и стабилизация напряжения. | Явление феррорезонанса, триггерный эффект и эффект опрокидывания фазы при последовательном и параллельном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и конденсатора. Графический метод расчета, основанный на введении эквивалентных синусоид. Ферромагнитные стабилизаторы напряжения. | 2 |
| 32 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Феррорезонансные явления и стабилизация напряжения. | Явление феррорезонанса, триггерный эффект и эффект опрокидывания фазы при последовательном и параллельном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и конденсатора. Графический метод расчета, основанный на введении эквивалентных синусоид. Ферромагнитные стабилизаторы напряжения. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **32** |
| | | | **Итого:** | **64** |

## 4.3 Содержание практических занятий

| № занятия | Наименование раздела | Тема практического занятия | Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | Количество часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| 1 | Теория линейных электрических цепей | Элементы электрических цепей. Постоянный ток. | Элементы электрических цепей. Использование метода свёртки для расчета электрических цепей на постоянном токе. | 2 |
| 2 | Теория линейных электрических цепей | Элементы электрических цепей. Постоянный ток. | Использование метода наложения для расчета электрических цепей на постоянном токе. | 2 |
| 3 | Теория линейных электрических цепей | Элементы электрических цепей. Постоянный ток. | Использование законов Кирхгофа для расчета электрических цепей на постоянном токе. | 2 |
| 4 | Теория линейных электрических цепей | Переменный ток. Изображение синусоидальных переменных. | Элементы цепи синусоидального тока. Закон Ома для участка цепи с источником ЭДС. Элементарные векторные диаграммы и комплексные соотношения для них. Топографические диаграммы. | 2 |
| 5 | Теория линейных электрических цепей | Переменный ток. Изображение синусоидальных переменных. | Элементарные векторные диаграммы и комплексные соотношения для них. Топографические диаграммы. | 2 |
| 6 | Теория линейных электрических цепей | Преобразование энергии в электрической цепи. Частотные свойства цепей переменного тока. | Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности синусоидального тока. | 2 |
| 7 | Теория линейных электрических цепей | Преобразование энергии в электрической цепи. Частотные свойства цепей переменного тока. | Резонансы в цепях синусоидального тока. | 2 |
| 8 | Теория линейных электрических цепей | Методы расчета, основанные на свойствах линейных цепей. | Метод контурных токов. | 2 |
| 9 | Теория линейных электрических цепей | Методы расчета, основанные на свойствах линейных цепей. | Метод узловых напряжений | 2 |
| 10 | Теория линейных электрических цепей | Анализ цепей с индуктивно связанными элементами. | Анализ цепей с индуктивно связанными элементами. Особенности построения векторных, топографических диаграмм и решения уравнений. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | Теория линейных электрических цепей | Трехфазные электрические цепи и их расчет. Мощность в трехфазных цепях. | Схемы соединения трехфазных электрических цепей и их расчеты. | 2 |
| 12 | Теория линейных электрических цепей | Трехфазные электрические цепи и их расчет. Мощность в трехфазных цепях. | Векторные диаграммы симметричных и несимметричных режимов трехфазных цепей. | 2 |
| 13 | Теория линейных электрических цепей | Особенности расчета линейных цепей при периодических несинусоидальных токах. | Особенности расчета несинусоидальных токов через пассивные элементы цепи. Высшие гармоники в трехфазных цепях. | 2 |
| 14 | Теория линейных электрических цепей | Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами классическим методом. | Высшие гармоники в трехфазных цепях. | 2 |
| 15 | Теория линейных электрических цепей | Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами классическим методом. | Принужденная и свободная составляющие решения. Способы получения характеристического уравнения цепи после коммутации. Начальные условия и способы их определения. Определение постоянных интегрирования в цепях первого порядка. | 2 |
| 16 | Теория линейных электрических цепей | Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами классическим методом. | Определение постоянных интегрирования в цепях второго порядка. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **32** |
| **4 семестр** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 17 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами операторным методом. | Преобразование Лапласа. Операторные схемы замещения. Алгоритм расчета переходных процессов операторным методом. Теорема разложения. Формулы включения. | 2 |
| 18 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Расчет переходных процессов на основе интеграла Дюамеля. | Алгоритм расчета переходных процессов на основе интеграла Дюамеля. | 2 |
| 19 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Графические методы расчета нелинейных цепей постоянного тока. | Цепи с последовательным соединением нелинейных резистивных элементов. Цепи с параллельным соединением нелинейных резистивных элементов. | 2 |
| 20 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Графические методы расчета магнитных цепей. | Прямая задача для неразветвленной и разветвленной магнитной цепи. Обратная задача для неразветвленной и разветвленной магнитной цепи. | 2 |
| 21 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Расчет нелинейных цепей переменного тока. | Метод расчета с использованием характеристик для мгновенных значений. Метод расчета с использованием характеристик для основной гармоники. Метод эквивалентных синусоид. | 2 |
| 22 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Феррорезонанс в нелинейных цепях переменного тока. | Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. | 2 |
| 23 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Аналитические методы расчета нелинейных цепей переменного тока в стационарных режимах. | Метод аналитической аппроксимации. | 2 |
| 24 | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Аналитические методы расчета нелинейных цепей переменного тока в стационарных режимах. | Метод кусочно-линейной аппроксимации. Метод гармонического баланса. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **16** |
| | | | **Итого:** | **48** |

## 4.4. Содержание самостоятельной работы

| Наименование раздела | Вид самостоятельной работы | Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | Количество часов |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |
| Теория линейных электрических цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №1. Исследование типов соединения двухполюсников. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. | 1 |
| Теория линейных электрических цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №2. Исследование режимов работы электрической цепи | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. | 1 |
| Теория линейных электрических цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №3. Исследование метода эквивалентного гонератора. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. | 1 |
| Теория линейных электрических цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №4. Проверка законов Кирхгофа. | Элементы цепи постоянного тока. Источники постоянного напряжения и тока. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. Работа и мощность электрического тока. | 1 |
| Теория линейных электрических цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №5. Исследование сложной линейной электрической цепи постоянного тока. | Расчет электрических цепей методом законов Кирхгофа. Делители напряжения и тока. Расчет электрических цепей методом контурных токов. Расчет электрических цепей методом наложения | 1 |
| Теория линейных электрических цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №6. Исследование резонанса напряжений | Явление резонанса. Условия резонанса RLC-двухполюсников. Способы настройки двухполюсника в резонансе. Понятие о добротности RLC-двухполюсника. Понятие о резонансных кривых. Резонанс в последовательном колебательном контуре. Частотные характеристики и резонансные кривые контура. Добротность, волновое сопротивление контура, векторные диаграммы. | 1 |
| Теория линейных электрических цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №7. Исследование резонанса токов. | Резонанс в параллельном колебательном контуре. Условие резонанса, частотные характеристики. Добротность, волновая проводимость, векторные диаграммы. | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Теория линейных электрических цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №8. Исследование четырехполюсников | Понятие о четырехполюснике. Формы записи основных уравнений. Характеристические параметры. Схемы замещения четырехполюсников. Схемные функции четырехполюсников и их определение через параметры различных форм уравнений. | 1 |
| Теория линейных электрических цепей | Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу 1 Электрические цепи постоянного тока. | (Дидактические единицы раздела в таблице 5) | 20 |
| Теория линейных электрических цепей | Выполнение расчетно-графической работы №1 по теме 1 Электрические цепи переменного синусоидального тока | Расчет при последовательном, параллельном и смешанном соединении участков цепи. Эквивалентные преобразования в электрических цепях. Метод законов Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений. Метод эквивалентного генератора. Метод наложения. Применение программы MathCAD или R в расчетах электрических цепей. | 17 |
| Теория линейных электрических цепей | Подготовка к экзамену | (Дидактические единицы раздела 1 в таблице 5) | 10 |
| | | **Итого за семестр:** | **55** |
| **4 семестр** | | | |
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №9 Соединение источников и приемников по схеме «звезда-звезда» и «звезда-звезда с нулевым проводом». | Схемы трехфазной цепи. Соединение звездой. Симметричная и несимметричная трехфазные цепи. Расчет трехфазных систем при симметричной и несимметричной нагрузках. Расчет четырехпроводной и трехпроводной систем по схеме соединения звездой. Роль нулевого провода. Напряжение смещения нейтрали. Применение векторных диаграмм для анализа несимметричных режимов. Измерение мощности в трехфазных цепях. | 1 |
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №10. Соединение приемников электрической энергии по схеме «треугольник» | Соединение треугольником. Симметричная и несимметричная трехфазные цепи. Расчет трехфазных систем при симметричной и несимметричной нагрузках. Применение векторных диаграмм для анализа несимметричных режимов. Измерение мощности в трехфазных цепях. | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №11. Исследование электрических цепей с взаимной индуктивностью. | Взаимная индукция. Напряжения самоиндукции и взаимной индукции. Одноименные зажимы. Определение взаимной индуктивности опытным путем. Коэффициент связи. Векторные диаграммы при согласном и встречном включении. Расчет цепей с индуктивными связями. Понятие о вносимом сопротивлении. Линейный (воздушный) трансформатор. Основные уравнения, схема замещения. Векторная диаграмма токов и напряжений. | 1 |
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №12. Исследование электрических фильтров | Характеристики электрических фильтров. Классификация по диапазону пропускаемых частот. Схемы фильтров. Связь коэффициентов четырехполюсника с параметрами элементов фильтров. Зависимости коэффициентов затухания, коэффициентов фазы и волнового сопротивления от частоты для фильтров низких и высоких частот, полосовых и режекторных фильтров. | 1 |
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №13. Высшие гармоники тока и напряжения в однофазных и трехфазных цепях. | Особенности протекания несинусоидальных токов через пассивные элементы цепи. Высшие гармоники в трехфазных цепях. | 1 |
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №14. Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами. | Понятие о переходном процессе. Причины, вызывающие переходный процесс. Коммутация, законы коммутации. Классический и операторный методы расчета переходного процесса. Особенности анализа цепей первого порядка. Постоянная времени переходного процесса. Особенности переходных процессов в цепях второго порядка. Зависимость характера свободного процесса от вида корней характеристического уравнения. | 1 |
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №15. Исследование катушки со стальным сердечником. | Процессы в цепи с нелинейным индуктивным элементом. Формы кривых тока, магнитного потока и ЭДС в катушке с ферромагнитным сердечником. Потери в сердечниках из ферромагнитного материала. Графический метод расчета с использованием характеристик по первым гармоникам. | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №16. Феррорезонансные явления и стабилизация напряжения. | Явление феррорезонанса, триггерный эффект и эффект опрокидывания фазы при последовательном и параллельном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и конденсатора. Графический метод расчета, основанный на введении эквивалентных синусоид. Ферромагнитные стабилизаторы напряжения. | 1 |
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Выполнение расчетно-графической работы №2 по теме 2 Переходные процессы в электрических цепях переменного синусоидального тока | Расчет при последовательном, параллельном и смешанном соединении участков цепи. Эквивалентные преобразования в электрических цепях. Метод законов Кирхгофа. Классический метод расчёта переходных процессов. Метод наложения. Применение программы MathCAD и R в расчетах электрических цепей. | 14 |
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу 2 Теория нелинейных электрических и магнитных цепей. | (Дидактические единицы раздела 2 в таблице 5) | 10 |
| Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | Подготовка к экзамену | (Дидактические единицы раздела 2 в таблице 5) | 10 |
| | | **Итого за семестр:** | **42** |
| | | **Итого:** | **97** |

## 5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

| **№ п/п** | **Библиографическое описание** | **Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.) |
|---|---|---|
| Основная литература | | |
| 1 | Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учеб. / Л. А. Бессонов; Моск.гос.ин-т радиотехн., электрон. и автомат. (техн.ун-т) .- 12-е изд., испр. и доп..- М., Юрайт, 2016.- 701 с. | Книжный фонд |
| Дополнительная литература | | |
| 2 | Киреев, К.В. Теоретические основы электротехники : Учеб.пособие / К. В. Киреев, В. М. Мякишев.- Самара, 2008.- 200 с. | Книжный фонд |
| 3 | Коровкин, Н.В. Теоретические основы электротехники : Сб.задач:Учеб.пособие / Н.В.Коровкин,Е.Е.Селина,В.Л.Чечурин.- М., Питер, 2004.- 512 с. | Книжный фонд |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | Сборник задач и упражнений по теоретическим основам электротехники : Учеб.пособие / ред. А. А. Ионкин.- М., Энергоиздат, 1982.- 767 с. | Книжный фонд |
| 5 | Шебес, М.Р. Задачник по теории линейных электрических цепей : учеб. / М. Р. Шебес .- 3-е изд.,доп.и перераб..- М., Высш.шк., 1982.- 488 с. | Книжный фонд |

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

| № п/п | Наименование | Производитель | Способ распространения |
|---|---|---|---|
| 1 | MS Windows | Microsoft (Зарубежный) | Лицензионное |
| 2 | MS Office | Microsoft (Зарубежный) | Лицензионное |
| 3 | R | R Core Team (Зарубежный) | Свободно распространяемое |
| 4 | RStudio | RStudio, PBC (Зарубежный) | Свободно распространяемое |

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование | Краткое описание | Режим доступа |
|---|---|---|---|
| 1 | Образовательный портал университета | http://info.samgtu.ru/ | Ресурсы открытого доступа |
| 2 | электронные информационно-справочные ресурсы вычислительных залов кафедры ВТ (http://vt.samgtu.ru/). | http://vt.samgtu.ru/ | Ресурсы открытого доступа |

## 8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

**Лекционные занятия**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

**Практические занятия**

Для практических занятий используется аудитория №210а (1 корпус), оснащенная следующим оборудованием и программным обеспечением:  персональными компьютерами,

предназначенными для выполнения практических работ по электрическим цепям, электронике и теории электромагнитного поля.

**Лабораторные занятия**

Для лабораторных занятий используется аудитория №244 (1 корпус), оснащенная следующим оборудованием и программным обеспечением: специализированными учебными стендами и персональными компьютерами, предназначенными для выполнения лабораторных работ по электрическим цепям, электронике и теории электромагнитного поля.

**Самостоятельная работа**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки, ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10);
- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус № 8).

## 9. Методические материалы

### Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

### Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;

2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

## Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

## Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации

задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;

- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

## 10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.03.02.01 «Теоретические основы электротехники»

**Фонд оценочных средств**
**по дисциплине**
**Б1.О.03.02.01 «Теоретические основы электротехники»**

| | |
|---|---|
| **Код и направление подготовки (специальность)** | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |
| **Направленность (профиль)** | Электрические станции |
| **Квалификация** | Бакалавр |
| **Форма обучения** | Очная |
| **Год начала подготовки** | 2024 |
| **Институт / факультет** | Электротехнический факультет |
| **Выпускающая кафедра** | кафедра "Электрические станции" |
| **Кафедра-разработчик** | кафедра "Теоретическая и общая электротехника" |
| **Объем дисциплины, ч. / з.е.** | 324 / 9 |
| **Форма контроля (промежуточная аттестация)** | Экзамен |

## Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции) |
|---|---|---|---|
| Общепрофессиональные компетенции | | | |
| Теоретическая и практическая профессиональная подготовка | ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | ОПК-4.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. | Владеть Методами расчёта электрических цепей и их численной реализацией. |
| | | | Знать о физических и энергетических явлениях в различных режимах работы статических электрических, магнитных цепей и электротехнических устройств, различных способах их описания на основе математических моделей |
| | | ОПК-4.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. | Уметь составлять и решать уравнения элек-трических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах при питании от источников постоянного и переменного тока, исходя из основных законов и теорем электротехники |

## Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

| Код индикатора достижения компетенции | Результаты обучения | Оценочные средства | Текущий контроль успеваемости | Промежуточная аттестация |
|---|---|---|---|---|
| **Теория линейных электрических цепей** | | | | |
| ОПК-4.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. | **Знать** о физических и энергетических явлениях в различных режимах работы статических электрических, магнитных цепей и электротехнических устройств, различных способах их описания на основе математических моделей | Защита лабораторных работ, сдача экзамена, сдача РГР | Да | Да |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Владеть** Методами расчёта электрических цепей и их численной реализацией. | Защита лабораторных работ, сдача экзамена, сдача РГР | Да | Да |
| ОПК-4.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. | **Уметь** составлять и решать уравнения электрических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах при питании от источников постоянного и переменного тока, исходя из основных законов и теорем электротехники | Защита лабораторных работ, сдача экзамена, сдача РГР | Да | Да |
| **Теория нелинейных электрических и магнитных цепей** | | | | |
| ОПК-4.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. | **Владеть** Методами расчёта электрических цепей и их численной реализацией. | Защита лабораторных работ, сдача экзамена, сдача РГР | Да | Да |
| | **Знать** о физических и энергетических явлениях в различных режимах работы статических электрических, магнитных цепей и электротехнических устройств, различных способах их описания на основе математических моделей | Защита лабораторных работ, сдача экзамена, сдача РГР | Да | Да |
| ОПК-4.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. | **Уметь** составлять и решать уравнения электрических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах при питании от источников постоянного и переменного тока, исходя из основных законов и теорем электротехники | Защита лабораторных работ, сдача экзамена, сдача РГР | Да | Да |

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.**

**Формы текущего контроля успеваемости**

**Перечень вопросов для собеседования (отчета по лабораторным работам)**

**Лабораторная работа № 1. Исследование типов соединения двухполюсников.**

1. Дайте определение электрического потенциала.
2. Дайте определение электрического напряжения.
3. Дайте определение электрического тока.
4. Дайте определение электрического сопротивления.
5. Дайте определение электрической проводимости.
6. Чем характеризуется последовательное соединение двух-полюсников?
7. Чем характеризуется параллельное соединение двухполюсников?
8. Что представляет собой смешанное соединение двухполюсников?
9. Как выполняется поиск эквивалентного сопротивления пос-ледовательного соединения активных сопротивлений?
10. Как выполняется поиск эквивалентной проводимости парал-лельного соединения активных сопротивлений?
11. Как выполняется поиск эквивалентного сопротивления смешанного соединения активных сопротивлений?

**Лабораторная работа № 2. Исследование сложной линейной электрической цепи постоянного тока**

1. Сформулируйте закон Джоуля-Ленца.
2. Что подразумевается под полной мощностью, мощностью потерь и полезной мощностью?
3. Что представляет собой пассивный двухполюсник? Приведите пример.
4. Что представляет собой активный двухполюсник? Приведите пример.
5. Что представляет собой нагрузочная прямая? Укажите на нагрузочной прямой режимы короткого замыкания и холостого хода.
6. Как по нагрузочной прямой определить мощность источника, мощность потерь и полезную мощность, если указана рабочая точка?
7. Что подразумевается под согласованным режимом работы источника и нагрузки? Чем он характеризуется?

**Лабораторная работа № 3. Исследование метода эквивалентного генератора**

1. Сформулируйте теорему об эквивалентном генераторе.
2. Изобразите электрические схемы эквивалентного генератора на основе источника ЭДС и эквивалентного генератора на основе источника тока. Укажите параметры этих генераторов.
3. Как проводятся опыты холостого хода и короткого замыкания. Что они позволяют определить?
4. Как определяются параметры эквивалентного генератора опытным путём?
5. Как определяются параметры эквивалентного генератора расчётным путём?
6. В каких случаях целесообразно применять метод эквивалентного генератора?

**Лабораторная работа 4. Проверка законов Кирхгофа.**

1. Дайте определение электрической цепи, узла, ветви, контура.
2. Дайте определение электрического тока, потенциала, напряжения, ЭДС.

3. Какой электрический ток называется постоянным?
4. Какие источники электрической энергии относятся к источникам ЭДС, какие – к источникам тока?
5. Чем отличаются неидеальные источники электрической энергии от идеальных?
6. Какие элементы электрических цепей называются активными, какие – пассивными?
7. Назовите признаки последовательного и параллельного соединения элементов электрических цепей.
8. Сформулируйте закон Ома.
9. Сформулируйте первый закон Кирхгофа. Объясните его физический смысл.
10. Сформулируйте второй закон Кирхгофа. Объясните его физический смысл.
11. Какова последовательность расчета электрических цепей методом законов Кирхгофа?
12. Что характеризует резистор как элемент электрической цепи?
13. Сформулируйте закон Джоуля-Ленца.
14. Что называется балансом мощностей? Для чего составляется баланс мощностей?
15. Что называется потенциальной диаграммой, каков порядок ее построения?
16. Как по потенциальной диаграмме контура определить потенциалы точек, сопротивления участков, напряжения на участках, токи на участках этого контура?

**Лабораторная работа 5. Исследование сложной линейной электрической цепи постоянного тока.**

1. Какие электрические цепи относятся к сложным цепям?
2. При каких условиях электрическая цепь является линейной?
3. Какие существуют методы расчета сложных линейных электрических цепей?
4. Сформулируйте принцип наложения. Для каких цепей он справедлив?
5. Приведите последовательность расчета сложной электрической цепи методом наложения.
6. Сформулируйте теорему об эквивалентном генераторе.
7. Чем характеризуются режимы холостого хода и короткого замыкания?
8. Приведите последовательность расчета тока в заданной ветви методом эквивалентного генератора напряжения.
9. Приведите последовательность расчета тока в заданной ветви методом эквивалентного генератора тока.

**Лабораторная работа 6. Исследование резонанса напряжений**

1. Какой ток называется синусоидальным? Какими основными величинами он характеризуется?
2. Что называется активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями? Как они зависят от частоты?
3. Как соотносятся по фазе ток и напряжение на резистивном, индуктивном и емкостном элементах? Что такое векторная диаграмма?
4. Какие энергетические процессы протекают на резистивном, индуктивном и емкостном элементах?
5. Какой режим работы цепи называется резонансным?
6. В каких цепях и при каком условии может возникать резонанс напряжений?
7. Изменением каких параметров можно добиться резонанса напряжений?
8. Что называется добротностью резонансного контура? Что она характеризует?
9. Что называется характеристическим (волновым) сопротивлением контура? Что оно характеризует?
10. Что называется резонансными кривыми?
11. Почему ток и активная мощность при резонансе в последовательной цепи достигают

максимальных значений?

12. Какие энергетические процессы протекают в цепи при резонансе напряжений?
13. Каково практическое значение резонанса напряжений?

**Лабораторная работа 7. Исследование резонанса токов.**

1. Какой режим работы цепи называется резонансным?
2. В каких цепях и при каком условии возникает резонанс токов?
3. Изменением каких параметров можно добиться резонанса токов?
4. Что называется добротностью параллельного резонансного контура? Что она характеризует?
5. Почему при проведении эксперимента ток источника при резонансе достигал минимального значения, а активная мощность цепи не менялась?
6. Какие энергетические процессы протекают в цепи при резонансе токов? В чем их отличие от процессов при резонансе напряжений?
7. Каково практическое значение резонанса токов?
8. Что называется поперечной (параллельной) компенсацией сдвига фаз?

**Лабораторная работа 8. Исследование четырехполюсников**

1. Что называется четырехполюсником? Приведите примеры четырехполюсников. Какие четырехполюсники называются активными, какие пассивными?
2. Какие существуют формы записи уравнений четырехполюсника? Какая из них считается основной и почему?
3. Сколько независимых параметров характеризуют четырехполюсник?
4. Сколько и какие опыты нужно провести для определения параметров четырехполюсника в *A*-форме в общем случае?
5. Какой четырехполюсник называется симметричным?
6. Каково соотношение параметров в *A*-форме для симметричного четырехполюсника? Сколько и какие опыты нужно провести для определения параметров в *A*-форме для симметричного четырехполюсника?
7. Как опытным путем определить знак аргумента ф комплексного входного сопротивления четырехполюсника?
8. Что называется характеристическими сопротивлениями четырехполюсника? В каком случае говорят о повторном сопротивлении четырехполюсника?
9. При каких условиях соединение четырехполюсника является характеристически согласованным?
10. Что называется постоянной передачи четырехполюсника $\underline{\Gamma}$?
11. Что характеризует характеристическая постоянная ослабления $\alpha$?
12. Что характеризует характеристическая фазовая постоянная $\beta$?
13. Какие существуют схемы замещения четырехполюсника?

14. Какие существуют способы соединения двух и более четырехполюсников? Какие формы записи уравнений при каких способах соединения используются?

**Лабораторная работа 9. Соединение источников и приемников по схеме «звезда-звезда» и «звезда-звезда с нулевым проводом».**

1. Что понимается под трехфазной симметричной системой ЭДС? Каков принцип её получения?
2. Какими достоинствами объясняется широкое распространение трехфазных систем в энергетике?
3. Как связны между собой фазные и линейные напряжения и фазные и линейные токи при соединении звездой в любом режиме?

4. Каково соотношение между значениями фазных и линейных напряжений и значениями фазных и линейных токов при соединении звездой в симметричном режиме?
5. Какова роль нейтрального провода? В каких случаях находят применение трехпроводная и четырехпроводная системы?
6. Почему фазы генератора обычно соединяют звездой, а не треугольником?
7. Будет ли ток в нейтральном проводе при неоднородной, но равномерной нагрузке фаз в четырехпроводной цепи? Почему?
8. Что понимают под активной, реактивной и полной мощностями трехфазных цепей?
9. Как измеряется активная мощность трехфазной цепи? В каком случае применима схема с двумя ваттметрами?
10. Какие методы применяются для расчета и анализа процессов в трехфазных цепях?
11. Почему при симметричном режиме расчет трехфазной цепи можно вести на одну фазу?
12. При соединении нагрузки звездой без нейтрального провода в фазах *B* и *C* установлены активные сопротивления *r*, а в фазе *A* последовательно включены конденсатор и индуктивность с сопротивлениями, равными $x_L = x_C = r$. Какой вид будет иметь топографическая диаграмма напряжений и векторная диаграмма токов?

**Лабораторная работа 10. Соединение приемников электрической энергии по схеме «треугольник»**

1. Каков принцип получения трехфазной симметричной системы ЭДС?
2. Для чего необходимо знать порядок следования фаз трехфазной системы ЭДС генератора?
3. Какие напряжения и токи называются линейными?
4. Какие напряжения и токи называются фазными?
5. Как связны фазные и линейные напряжения и фазные и линейные токи при соединении нагрузки треугольником в любом режиме?
6. Какой режим работы трехфазной цепи называется симметричным?
7. Какие соотношения имеют место между фазными и линейными токами и фазными и линейными напряжениями при соединении приемника треугольником в симметричном режиме?
8. Почему обычно обмотки одной из сторон силового трансформатора соединяют в треугольник?
9. Как следует соединить фазы потребителя, рассчитанные на 220 В, при линейных напряжениях генератора 380 В? 220 В?
10. Во сколько раз изменяется линейный ток, если симметричную нагрузку, соединенную звездой без нулевого провода пересоединить в треугольник при неизменном линейном напряжении?
11. Во сколько раз изменится величина активной мощности, если симметричную нагрузку, соединенную звездой без нулевого провода пересоединить в треугольник при неизменном линейном напряжении?

**Лабораторная работа 11. Исследование электрических цепей с взаимной индуктивностью**

1. Что называется самоиндукцией?
2. В чем заключается явление взаимоиндукции?
3. В каком случае имеет место согласное включение катушек, а в каком встречное? Как по схеме определить способ включения?
4. От чего зависит значение взаимной индуктивности *M* катушек?
5. Приведите примеры применения трансформаторов. Что такое воздушный трансформатор? Каковы его свойства и принцип работы?
6. Что понимается под вносимым сопротивлением?
7. Какое влияние оказывает вторичная цепь трансформатора на его первичную цепь при

индуктивном (емкостном) характере вторичной цепи?

8. Что называется «развязкой» индуктивно связанных цепей?

**Лабораторная работа 12. Исследование электрических фильтров**

1. Каковы назначение и область применения фильтров симметричных составляющих?
2. Какие нежелательные явления возникают в электрических машинах при возникновении несимметричных напряжений в питающей сети?
3. Какие симметричные составляющие содержит несимметричная система линейных напряжений?
4. Как графически, аналитически и экспериментально разложить несимметричную систему напряжений на симметричные составляющие?
5. Каково условие реализации фильтров прямой и обратной последовательностей?

**Лабораторная работа 13. Высшие гармоники тока и напряжения в однофазных и трехфазных цепях.**

1. Как зависит сопротивление электрической цепи от порядка гармоники, если цепь состоит только из активного сопротивления? Как влияет активное сопротивление на гармонический состав кривой тока?
2. Как зависит сопротивление электрической цепи от порядка гармоники, если цепь состоит только из индуктивности? Как влияет индуктивность на гармонический состав кривой тока?
3. Как зависит сопротивление электрической цепи от частоты гармоники, если цепь состоит только из электрической емкости? Как влияет электрическая емкость на гармонический состав кривой тока?
4. Какие гармоники тока могут протекать по обмоткам трехфазных генераторов или трансформаторов, соединенным в треугольник? Объяснить, почему.
5. Почему в линейном напряжении при соединении обмоток трехфазного генератора (трансформатора) в треугольник гармоники, кратные трем, отсутствуют. Как определить действующее значение этого напряжения?
6. Какие гармоники содержатся в кривых линейных напряжений при соединении трехфазного генератора (трансформатора) по схеме «разомкнутый треугольник»? Каков гармонический состав напряжения на разрыве? Объяснить, почему.
7. Почему низкая обмотка повышающего трансформатора обычно соединяется по схеме «треугольник»?
8. Какие гармонические составляющие содержатся в кривых линейных напряжений при соединении фаз генератора в звезду в случае несинусоидальных фазных напряжений. Объяснить, почему при этом отношение $U_{л}/U_{ф} < \sqrt{3}$.
9. Каков гармонический состав тока в нулевом проводе при симметричной нагрузке и несинусоидальном фазном напряжении? Объяснить, почему.
10. Каков гармонический состав фазных токов при включенном и отключенном нулевом проводе? Объяснить, почему.
11. Объяснить гармонический состав фазных напряжений и токов нагрузки при замкнутом и разомкнутом нулевом проводе?
12. Объяснить наличие напряжения смещения нейтрали при симметричной нагрузке и несинусоидальном фазном напряжении.

**Лабораторная работа 14. Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами.**

1. Что называется переходным процессом?

2. Что такое коммутация?
3. Сформулируйте и докажите законы коммутации?
4. Какие вы знаете методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами? Каковы их основные отличительные особенности?
5. Какой характер носит переходный процесс при разряде конденсатора *C* на сопротивление *r*?
6. Что называется постоянной времени цепи? Что характеризует этот параметр?
7. Как находится постоянная времени цепи по кривой тока или напряжения переходного процесса?
8. Как влияют параметры цепи на быстроту протекания процессов в цепи *r*, *C*?
9. Какой энергетический процесс происходит в цепи при разряде конденсатора *C* на сопротивление *r*?
10. Какой характер может носить переходный процесс при разряде конденсатора *C* на цепь *r*, *L*?
11. Чем определяется характер переходного процесса в цепи *r*, *L*, *C*?
12. При каком соотношении параметров *r*, *L*, *C* в цепи будут иметь место апериодический, предельный апериодический, колебательный процессы?
13. Какие энергетические процессы происходят в цепи *r*, *L*, *C* при апериодическом и колебательном разрядах конденсатора?
14. Могут ли быть в цепи *r*, *L*, *C* незатухающие колебания?
15. Что называется декрементом колебаний Δ цепи *r*, *L*, *C* ? Что величина Δ характеризует?

**Лабораторная работа 15. Исследование катушки со стальным сердечником.**

1. Объясните, почему полное сопротивление катушки без сердечника на переменном токе отличается от омического сопротивления катушки постоянному току.
2. Дайте определение понятиям «магнитодвижущая сила», «магнитная цепь», «магнитопровод».
3. Сформулируйте законы Кирхгофа для магнитных цепей.
4. Чем различаются магнитомягкие и магнитотвердые ферромагнитные материалы? Где эти материалы находят применение?
5. Объясните связь между зависимостями *B*(*H*) и *U*(*I*) катушки со стальным сердечником? Почему зависимость *U*(*I*) нелинейная в отличие от катушки без сердечника.
6. Дайте определение понятию «эквивалентной синусоиды» тока в катушке с ферромагнитным сердечником.
7. Объясните, какие физические явления отражают элементы схем замещения катушки с ферромагнитным сердечником.
8. Какое физическое явление в катушке с ферромагнитным сердечником является наиболее существенным с точки зрения его вклада в полное сопротивление катушки? Какова может быть упрощенная схема замещения катушки со стальным сердечником?

**Лабораторная работа 16. Феррорезонансные явления и стабилизация напряжения.**

1. В чем заключается явление феррорезонанса при последовательном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и линейного конденсатора?
2. В чем заключается явление феррорезонанса при параллельном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и линейного конденсатора?
3. В чем отличие феррорезонансов от резонансов в линейных цепях?
4. К чему приводит наличие потерь в цепи и высших гармоник при феррорезонансах в последовательной и параллельной цепях?
5. Что такое триггерный эффект?
6. Каковы особенности режимов работы при феррорезонансе в последовательной цепи для случаев питания сети от источника напряжения и от источника тока?

7. Каковы особенности режимов работы при параллельном феррорезонансе для случаев питания сети от источника напряжения и от источника тока?
8. Каков принцип работы ферромагнитных стабилизаторов напряжения?
9. Как оценивается стабилизирующий эффект для стабилизаторов напряжения?
10. Какими средствами можно улучшить стабилизирующий эффект?
11. В чем заключается метод эквивалентных синусоид и как он применяется при анализе феррорезонансных цепей?

**Расчетно-графическая работа №1 по теме: Анализ электрической цепи синусоидального тока с взаимно индуктивными связями.**

**Задание для расчётно-графической работы:**

1. Составить схему электрической цепи синусоидального тока. Цепь должна содержать не менее 5 независимых контуров, не менее 3 источников синусоидальной ЭДС и не менее 1 источника синусоидального тока. Каждая ветвь должна содержать как минимум 1 активный и 1 реактивный элемент. Минимум одна ветвь должна содержать 1 активный и два разных реактивных элемента. У всех источников частота должна быть одинаковой, а остальные параметры разные.
2. Ввести две индуктивные связи с произвольными значениями коэффициентов связи.
3. Выбрать произвольные параметры *L* и *C* реактивных элементов (сопротивления их должны быть одного порядка с сопротивлениями резисторов) и рассчитать неизвестные токи методом контурных токов в комплексной форме. Допускается использовать матричную форму контурных уравнений на базе графа цепи.
4. Проверить правильность решения с помощью уравнения баланса мощностей в комплексной форме.
5. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений на всех элементах и отдельно векторные диаграммы токов для каждого узла без одного.
6. Сделать выводы, в которых необходимо отразить режимы работы источников, их коэффициенты мощности и дать оценку величинам токов в ветвях схемы.
7. Оформить отчёт о выполненной задаче по правилам оформления записки к курсовой работе или проекту. Листинги с компьютерными расчётами вынести в Приложение.

**Расчетно-графическая работа №2 по теме: Анализ переходного процесса в линейной электрической цепи классическим методом**

**Задание для расчётно- графической работы:**

1. Подготовить схему электрической цепи, состоящую после коммутации из трёх и более контуров, одного и более источников синусоидальной ЭДС и двух реактивных элементов. Ввести в схему ключ таким образом, чтобы независимое начальное значение при коммутации было не нулевое.
2. Задаться произвольными параметрами элементов и источников цепи. Сопротивление реактивного элемента на частоте источника должно быть одного порядка с сопротивлениями активных элементов.
3. Найти все неизвестные переходные токи и переходное напряжение на реактивном элементе классическим методом.
4. Построить графики токов и напряжений.
5. Сделать выводы.
6. Оформить отчёт о выполненной задаче по правилам оформления записки к курсовой работе или проекту. Листинги с компьютерными расчётами вынести в Приложение.

**Перечень вопросов для собеседования при сдаче РГР**

**РГР №1:**

1. Какие электрические цепи относятся к сложным цепям?
2. Чем отличаются неидеальные источники электрической энергии от идеальных?
3. Какие источники электрической энергии относятся к источникам ЭДС, какие – к источникам тока?
4. Назовите признаки последовательного и параллельного соединения элементов электрических цепей.
5. Сформулируйте первый закон Кирхгофа. Объясните его физический смысл.
6. Какие существуют методы расчета сложных линейных электрических цепей?
7. Приведите последовательность расчета сложной электрической цепи методом наложения.
8. Чем характеризуются режимы холостого хода и короткого замыкания?
9. Приведите последовательность расчета тока в заданной ветви методом эквивалентного генератора напряжения.
10. Приведите последовательность расчета тока в заданной ветви методом эквивалентного генератора тока.
11. Дайте определение электрической цепи, узла, ветви, контура.

**РГР №2:**

1. Как соотносятся по фазе ток и напряжение на резистивном, индуктивном и емкостном элементах?
2. Какие энергетические процессы протекают на резистивном, индуктивном и емкостном элементах?
3. В каких цепях и при каком условии может возникать резонанс напряжений?
4. Изменением каких параметров можно добиться резонанса токов?
5. Почему ток и активная мощность при резонансе в последовательной цепи достигают максимальных значений?
6. Что такое векторная диаграмма?
7. Что такое комплексный метод расчета электрических цепей?
8. Мощность в цепях переменного тока.
9. Что такое безразличный резонанс?
10. Как определить мощность по комплексам тока и напряжения?
11. Как построить график процесса по комплексу тока (напряжения)?

**2.2. Формы промежуточной аттестации** Экзамен проходит по вопросам в устной форме.

**Перечень вопросов к экзамену 3 семестр:**

1. Общая характеристика задач, относящихся к теории электрических цепей.
2. Основные интегральные величины, применяемые в теории электрических цепей: ток и его виды, потенциал, напряжение, электродвижущая сила. Положительные направления тока и напряжения.
3. Мгновенная мощность и энергия. Единицы измерения электрических величин.
4. Электрическая цепь и ее состав. Идеализированные элементы цепи - источники ЭДС и тока (независимые и зависимые), идеальный и реальный резистивный, индуктивный, емкостной элементы и управляемые источники напряжения и тока. Электрические схемы замещения.
5. Основные законы электрических цепей: закон Ома, законы Кирхгофа, Джоуля - Ленца.
6. Классификация типовых элементов электротехнических устройств (резистора, катушки индуктивности, конденсатора).

7. Использование законов Кирхгофа для расчета электрических цепей на постоянном токе.
8. Дифференциальные уравнения линейных цепей. Понятие о установившемся режиме. Понятие о периодических процессах. Период, частота.
9. Гармонические колебания. Мгновенное значение, текущая и начальная фаза, амплитуда, частота и угловая частота гармонического колебания. Среднее и среднеквадратическое (действующее) значение периодической функции.
10. Реакция линейных цепей на гармоническое воздействие. Обоснование целесообразности применения метода комплексных амплитуд и комплексов действующих значений.
11. Изображение гармонической функции на комплексной плоскости. Комплексная амплитуда, комплекс действующего значения.
12. Векторные диаграммы и комплексные соотношения для элементов цепей синусоидального тока.
13. Последовательное и параллельное соединение резистивных и реактивных элементов. Активные, реактивные, полные и комплексные сопротивления и проводимости. Треугольник напряжений и треугольник токов.
14. Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. Определение элементарной цепи. Схемные признаки последовательного и параллельного соединений элементов. Эквивалентные преобразования этих соединений.
15. Расчет простой цепи методом эквивалентных преобразований и методом пропорционального пересчета. Сущность методов, способы определения токов в ветвях по известному току на входе цепи.
16. Векторные диаграммы напряжений и токов элементарной цепи, методика их качественного построения. Топографические диаграммы.
17. Пример построения векторной диаграммы токов и топографической диаграммы потенциалов для разветвленной электрической цепи. Потенциальная диаграмма для цепей постоянного тока.
18. Энергетические соотношения в простейших цепях при гармоническом воздействии. Мгновенная, средняя (активная), реактивная, полная и комплексная мощности. Баланс мощностей. Коэффициент мощности. Технико-экономическое значение повышения коэффициента мощности.
19. Согласование источника энергии с нагрузкой по критериям максимума передаваемой средней мощности и максимума коэффициента полезного действия.
20. Явление резонанса. Условия резонанса, методика определения резонансных частот *RLC*-двухполюсников. Способы настройки двухполюсника в резонансе. Понятие о добротности *RLC*-двухполюсника. Понятие о резонансных кривых.
21. Резонанс в последовательном колебательном контуре. Частотные характеристики и резонансные кривые контура. Добротность, полоса пропускания, волновое сопротивление контура, его векторные диаграммы.
22. Резонанс в параллельном колебательном контуре. Условие резонанса, частотные характеристики. Добротность, волновая проводимость, полоса пропускания и векторные диаграммы контура.
23. Частотные характеристики сложных *LC* - цепей. Нули и полюсы входных сопротивлений и проводимостей..
24. Явление взаимной индукции. Взаимная индукция. Напряжения самоиндукции и взаимной индукции. Одноименные зажимы. Определение взаимной индуктивности опытным путем.
25. Расчет цепей с индуктивными связями методами уравнений Кирхгофа и контурных токов. Развязка индуктивных связей. Понятие о вносимом сопротивлении.
26. Линейный (воздушный) трансформатор. Основные уравнения, схема замещения.
27. Теорема о балансе активных и реактивных мощностей.
28. Закон Ома для участка цепи с источником ЭДС.
29. Определение сложной цепи. Типовые задачи расчета. Расчет сложной цепи методом уравнений Кирхгофа. Общее число независимых уравнений.

30. Основы символического метода расчета цепей синусоидального тока.
31. Метод контурных токов. Сущность метода. Общее число уравнений для схемы произвольной конфигурации. Методика вывода уравнений для контурных токов. Структура уравнений токов в ветвях и контурных токов. Особенности расчета схем, содержащих источники тока.
32. Метод узловых напряжений (потенциалов). Сущность метода. Общее число уравнений для схемы произвольной конфигурации. Методика получения уравнений узловых напряжений (потенциалов). Структура уравнений. Особенности расчета схем, в ветвях которых есть только идеальные источники напряжения
33. Преобразование линейных электрических схем. Эквивалентные преобразования сложных цепей. Условия эквивалентности. Перенос источников энергии. Преобразование параллельного соединения пассивных и активных двухполюсников. Взаимное преобразование соединения пассивных ветвей звездой и треугольником.
34. Особенности расчета цепей с управляемыми источниками.
35. Принцип наложения (суперпозиции).
36. Теорема о взаимности. Линейные соотношения в линейных электрических цепях.
37. Теорема о компенсации. Теоремы Гельмгольца-Тевенена и Нортона (об эквивалентном генераторе напряжения и тока). Способы определения параметров эквивалентного генератора.
38. Теорема о вариации параметров цепи.
39. Теорема о передаче максимальной активной мощности от активного двухполюсника к пассивному двухполюснику
40. Понятие о четырехполюснике. Формы записи основных уравнений. Характеристические параметры.
41. Схемы замещения четырехполюсников. Схемные функции четырехполюсников и их определение через параметры различных форм уравнений.
42. Характеристики электрических фильтров. Классификация по диапазону пропускаемых частот. Схемы фильтров. Связь коэффициентов четырехполюсника с параметрами элементов фильтров.
43. Зависимости коэффициентов затухания, коэффициентов фазы и волнового (характеристического) сопротивления от частоты для фильтров низких и высоких частот, полосовых и режекторных фильтров
44. Схемы трехфазной цепи. Соединение звездой и треугольником. Симметричная и несимметричная трехфазные цепи.
45. Расчет трехфазных систем при симметричной и несимметричной нагрузках.
46. Расчет четырехпроводной и трехпроводной систем по схеме соединения звездой.
47. Роль нулевого провода. Напряжение смещения нейтрали. Применение векторных диаграмм для анализа несимметричных режимов.
48. Мощность в многофазных цепях. Симметричная трехфазная цепь. Измерение мощности в трехфазных цепях.
49. Четырехпроводная система, симметричный и несимметричный режимы.
50. Метод симметричных составляющих.
51. Свойства симметричных составляющих и напряжений различных последовательностей.
52. Сопротивления симметричной трехфазной цепи для токов различных последовательностей.
53. Применение метода симметричных составляющих для расчета несимметричных режимов работы цепей
54. Негармонические периодические ЭДС, напряжения и токи. Разложение периодических негармонических кривых в ряды Фурье. Свойства периодических кривых обладающих симметрией.
55. Максимальные, действующие и средние значения негармонических, периодических ЭДС, напряжений и токов.
56. Коэффициенты, характеризующие форму негармонических периодических кривых. Действующие значения ЭДС, напряжений и токов с периодическими огибающими.

57. Мощность в цепях периодического несинусоидального тока.
58. Особенности расчета линейных цепей при периодических несинусоидальных токах.
59. Резонансные явления в цепях несинусоидального тока. Особенности протекания несинусоидальных токов через пассивные элементы цепи.
60. Высшие гармоники в трехфазных цепях

**Примерная структура билета**

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Теоретическая и общая электротехника»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

1. *Основные законы электрических цепей: закон Ома, законы Кирхгофа, закон Джоуля-Ленца.*
2. *Метод симметричных составляющих.*

Для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Семестр 3

Составитель:
_____доцент К.В. Киреев
«_____» _____20___года

Заведующий кафедрой
_____ В.Н. Козловский
«_____» _____20___года

**Перечень вопросов к экзамену 4 семестр:**

1. Понятие о переходном процессе. Причины, вызывающие переходный процесс. Коммутация, законы коммутации.
2. Классический метод расчета переходного процесса. Принужденная и свободная составляющие решения.
3. Способы получения характеристического уравнения цепи после коммутации. Зависимость характера свободного процесса от вида корней характеристического уравнения.
4. Начальные условия и способы их определения.
5. Нахождение постоянных интегрирования по начальным условиям. Особенности расчета цепей первого порядка.
6. Постоянная времени переходного процесса.
7. Особенности расчета цепей второго и более высокого порядка
8. Операторный метод. Сущность метода. Преобразование Лапласа.
9. Операторные схемы замещения. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.
10. Теорема разложения.
11. Алгоритм расчета переходных процессов операторным методом. Формулы включения.
12. Переходная и импульсная характеристики цепи. Связь между частотными и переходными характеристиками
13. Интеграл Дюамеля и интеграл свертки.
14. Алгоритм расчета переходных процессов на основе интеграла Дюамеля.

15. Расчет переходного процесса методом переменных состояния.
16. Численные методы решения уравнений состояния.
17. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Влияние постоянной времени цепи на точность дифференцирования и интегрирования
18. Параметры нелинейных резисторов.
19. Методы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока. Графические методы расчета.
20. Метод двух узлов.
21. Расчет нелинейных цепей методом эквивалентного генератора.
22. Аналитические методы расчета: метод аналитической аппроксимации, метод кусочно-линейной аппроксимации, метод линеаризации.
23. Итерационные методы расчета.
24. Характеристики ферромагнитных материалов, магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Статическая и дифференциальная магнитные проницаемости.
25. Основные понятия и законы магнитных цепей.
26. Аналогия величин и законов для электрических и магнитных цепей.
27. Статическая и дифференциальная индуктивности катушки с ферромагнитным сердечником.
28. Общая характеристика задач и методов расчета магнитных цепей.
29. Прямая задача для неразветвленной и неразветвленной цепи. Графические методы расчета.
30. Обратная задача для неразветвленной и неразветвленной цепи. Итерационные методы расчета.
31. Процессы в цепи с индуктивным инерционным электромеханическим элементом.
32. Особенности периодических процессов в цепях с безынерционными нелинейными элементами.
33. Формы кривых тока, магнитного потока и ЭДС в катушке с ферромагнитным сердечником.
34. Потери в сердечниках из ферромагнитного материала.
35. Графический метод расчета с использованием характеристик по первым гармоникам.
36. Графический метод расчета, основанный на введении эквивалентных синусоид. Использование характеристик для действующих значений.
37. Явление феррорезонанса, триггерный эффект и эффект опрокидывания фазы при последовательном и параллельном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и конденсатора.
38. Ферромагнитные стабилизаторы напряжения.
39. Управляемые индуктивные элементы нелинейной цени. Ферромагнитный усилитель мощности.
40. Аналитические методы расчета. Метод аналитической аппроксимации (эмпирических формул) характеристик нелинейных элементов.
41. Расчет процессов в цепи методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик нелинейных элементов. Кусочно-линейная аппроксимация ВАХ нелинейного резистора.
42. Метод гармонического баланса (метод гармонической линеаризации) для расчета периодических процессов в нелинейных цепях по первым гармоникам.
43. Эквивалентные синусоиды и зависимость между потокосцеплением и током.
44. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема катушки с ферромагнитным сердечником.
45. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи.
46. Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема трансформатора с ферромагнитным сердечником.
47. Конденсаторы с нелинейными характеристиками в цепи переменного тока.
48. Коэффициент мощности при питании нелинейной цепи от источника синусоидального

напряжения

49. Особенности колебательных процессов в нелинейных электрических цепях.
50. Устойчивость режима в цепи с нелинейным элементом, питаемой от источника постоянного напряжения. Выбор эквивалентной схемы для рассмотрения вопроса об устойчивости.
51. Общие соображения об устойчивости режима в сложных нелинейных электрических цепях, питаемых от источников постоянного напряжения.
52. Методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях. Метод графического интегрирования для расчета переходного процесса в нелинейной цепи.
53. Аналитический метод расчета переходных процессов, основанный на приближенном аналитическом выражении характеристики нелинейного элемента.
54. Метод последовательных интервалов для расчета переходных процессов в нелинейной цепи.
55. Метод расчета переходных процессов в нелинейной цепи, основанный на условной линеаризации уравнения цепи.
56. Изображение переходных процессов на фазовой плоскости.
57. Метод изоклин для построения фазовых траекторий и расчета переходных процессов.
58. Метод медленно меняющихся амплитуд - метод Ван-дер-Поля.
59. Значение нелинейных электрических цепей в современной технике.
60. Понятие об однородной длинной линии.
61. Первичные параметры длинной линии.
62. Уравнения однородной длинной линии.
63. Уравнения бегущей воны.
64. Характеристики однородной длинной линии.
65. Характеристики бегущей волны.
66. Коэффициент отражения волны. Согласованная нагрузка линии (линия без отражения).
67. Однородная длинная линия как четырехполюсник.
68. Линии без искажений и без потерь. Стоячие волны.

**Примерная структура билета**

САМАРСКИЙ ПОЛИТЕХ
Опорный университет

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Теоретическая и общая электротехника»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

*1. Понятие о переходном процессе. Причины, вызывающие переходный процесс. Коммутация, законы коммутации.*

*2. Основные понятия и законы магнитных цепей.*

Для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Семестр 4

Составитель:
_____доцент К.В. Киреев
«_____» _____20___года

Заведующий кафедрой
_____ В.Н. Козловский
«_____» _____20___года

**Тесты по компетенциям**
**по дисциплине Б1.О.03.02.01 «Теоретические основы электротехники»**
**(**шифр и наименование дисциплины**)**

| № задания | Содержание задания | Ключ к ответу | Наименование темы РПД | Семестр |
|---|---|---|---|---|
| ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | | | | |
| 1. | **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.**<br><br>Укажите признак последовательного соединения элементов электрической цепи:<br>а) во всех элементах протекает один и тот же ток;<br>б) напряжение на каждом элементе равно напряжению между зажимами всего соединения;<br>в) результирующее сопротивление соединения меньше сопротивления любого элемента;<br>г) ко всем элементам приложено одно и то же напряжение | а | Теория линейных электрических цепей | 3 |
| 2. | **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.**<br><br>Укажите признак параллельного соединения элементов электрической цепи:<br>а) результирующее сопротивление соединения больше сопротивления любого элемента;<br>б) ко всем элементам приложено одно и то же напряжение;<br>в) напряжение между зажимами соединения равно сумме напряжений на каждом элементе;<br>г) во всех элементах протекает один и тот же ток | б | Теория линейных электрических цепей | 3 |
| 3. | **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.**<br><br>Укажите формулу, которая выражает закон Ома для участка цепи:<br>а) U = R/I;<br>б) U = I/R;<br>в) I = U/R;<br>г) R = I/U | в | Теория линейных электрических цепей | 3 |
| 4. | **Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.**<br><br>Алгебраическая сумма токов в ____ электрической цепи равна нулю | узле | Теория линейных электрических цепей | 3 |
| 5. | **Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.**<br><br>Алгебраическая сумма падений напряжения в замкнутом _____ электрической цепи равна алгебраической сумме ЭДС в этом _____ | контуре | Теория линейных электрических цепей | 3 |
| 6. | **Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.**<br><br>Укажите, на какой угол напряжение сдвинуто по фазе относительно тока на индуктивном элементе:<br>а) 0º;<br>б) 90º;<br>в) 45º;<br>г) -90º | б | Теория линейных электрических цепей | 3 |
| 7. | **Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.**<br><br>Преобразование электрической энергии в тепловую происходит на _____ элементе | резистивном | Теория линейных электрических цепей | 3 |

| № задания | Содержание задания | Ключ к ответу | Наименование темы РПД | Семестр |
|---|---|---|---|---|
| 8. | **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.**<br><br>Укажите, что называется трехфазной симметричной системой ЭДС:<br>а) совокупность трех постоянных ЭДС одинаковой величины, сдвинутых по фазе относительно друг друга;<br>б) совокупность трех переменных ЭДС различных частот, сдвинутых по фазе относительно друг друга на одинаковый угол;<br>в) система трех синусоидальных ЭДС одной частоты и одинаковой амплитуды, сдвинутых по фазе относительно друг друга на угол 120º;<br>г) отдельная цепь, входящая в состав данной многофазной системы | в | Теория линейных электрических цепей | 3 |
| 9. | **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.**<br><br>Укажите, как следует соединить фазы трехфазного двигателя, рассчитанные на 220 В, при линейных напряжениях генератора 380 В:<br>а) звездой;<br>б) треугольником;<br>в) последовательно;<br>г) параллельно | а | Теория линейных электрических цепей | 3 |
| 10. | **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.**<br><br>Укажите, как зависит индуктивное сопротивление от порядка гармоники ряда Фурье при несинусоидальном токе:<br><br>а) не зависит от порядка гармоники;<br>б) прямо пропорционально порядку гармоники;<br>в) обратно пропорционально порядку гармоники;<br>г) прямо пропорционально квадрату порядка гармоники | б | Теория линейных электрических и магнитных цепей | 3 |
| 11. | **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.**<br><br>Укажите, систему какой последовательности образуют гармоники ряда Фурье, кратные трем:<br>а) нулевой;<br>б) прямой;<br>в) обратной;<br>г) не образуют симметричных систем | а | Теория линейных электрических и магнитных цепей | 3 |
| 12. | **Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.**<br><br>В момент коммутации ___ в катушке индуктивности не может измениться скачкообразно | ток | Теория линейных электрических и магнитных цепей | 4 |
| 13. | **Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.**<br><br>В момент коммутации ___ на емкости не может измениться скачкообразно | напряжение | Теория линейных электрических и магнитных цепей | 4 |

| № задания | Содержание задания | Ключ к ответу | Наименование темы РПД | Семестр |
|---|---|---|---|---|
| 14. | **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.**<br><br>Укажите, какой формулой выражается закон Ома для участка магнитной цепи:<br>а) $U_М = R_М/I_М$;<br>б) $U_М = I_М/R_М$;<br>в) $R_М=I_М/U_М$;<br>г) $Ф = U_М/R_М$ | г | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | 4 |
| 15. | **Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.**<br><br>Алгебраическая сумма магнитных _____ в любом узле магнитной цепи равна нулю | потоков | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | 4 |
| 16. | **Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.**<br><br>_____ сумма падений магнитного напряжения в замкнутом контуре магнитной цепи равна алгебраической сумме МДС, действующих в этом контуре | алгебраическая | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | 4 |
| 17. | **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.**<br><br>Укажите, какой режим работы цепи называют феррорезонансом напряжений:<br>а) режим работы цепи с последовательным соединением катушки со стальным сердечником и линейного конденсатора, при котором первая гармоника тока совпадает по фазе с синусоидальным напряжением источника ЭДС;<br>б) режим работы цепи с параллельным соединением катушки со стальным сердечником и линейного конденсатора, при котором первая гармоника тока в катушке совпадает по фазе с синусоидальным напряжением источника ЭДС;<br>в) режим работы цепи с последовательным соединением катушки со стальным сердечником и линейного конденсатора, при котором отсутствуют высшие гармоники тока и напряжения;<br>г) режим работы цепи с параллельным соединением катушки со стальным сердечником и линейного конденсатора, при котором отсутствуют высшие гармоники тока и напряжения | а | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | 4 |
| 18. | **Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.**<br><br>Триггерным эффектом в последовательной феррорезонансной цепи называется резкое изменение _____ в цепи при незначительном изменении напряжения на входе | тока | Теория нелинейных электрических и магнитных цепей | 4 |

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися.
Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП. Форма оценки знаний: пятибальная шкала.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 80% более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 40% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 40% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Процедура оценивания представлена в таблице 5.

*Таблица 5*

| № | Наименование оценочного средства | Периодичность и способ проведения процедуры оценивания | Методы оценивания | Виды выставляемых оценок | Способ учета индивидуальных достижений обучающихся |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Расчетно-графические работы (РГР) | По итогам выполнения работы / устно | экспертный | Зачет / незачет | Рабочая книжка преподавателя |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Промежуточная аттестация - экзамен | По окончании изучения материала, на этапе промежуточной аттестации / устно | экспертный | Оценка | Зачетная книжка, зачетная ведомость |

Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации, а также интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «зачет» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.