

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Документ подписан проставленным электронным подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Игнатенко Виталий Иванович  
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике  
Дата подписания: 02.07.2024 10:38:11  
Уникальный программный ключ:  
a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Заполярный государственный университет им.Н.М. Федоровского»  
(ЗГУ)

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине

### Теоретические основы электротехники

**Факультет:** Факультет электроэнергетики, экономики и управления

**Направление подготовки:** Электротехника и электротехника

**Направленность (профиль):**

**Уровень образования:** бакалавр

**Кафедра:** Электротехника и автоматики

Разработчик ФОС:

Канд.техн.наук Доцент

Петров Алексей Михайлович

\_\_\_\_\_  
(должность, степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № от г.  
Заведующий кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения и планируемые результаты обучения по дисциплине (Знать(З); Уметь(У); Владеть (В))
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b>	
	:
<b>ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</b>	
	:

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Форма оценивания
<b>Раздел 1. Основные понятия и законы теории цепей</b>			
Физические явления и научные абстракции теории цепей. Классификация электрических цепей и их элементов. Задачи анализа и синтеза. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Источники э.д.с. и тока. Законы Ома в интегро-дифференциальной форме. Основные топологические понятия и компонентные соотношения графовой концепции теории цепей. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Обоснование гибридного и однородного координатных базисов для анализа линейных электрических цепей. Формирование и решение уравнений математических моделей (УММ) линейной электрической цепи. Области использования контурного, узлового и базиса сечений. Учет дополнительной информации о цепи на базе расширенных топологических матриц графа цепи. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Основные теоремы электрической цепи: принцип суперпозиции, свойство взаимности, теорема о компенсации, об эквивалентном генераторе (Тевеннена и Нортона). /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Эквивалентные преобразования схем и области их применения. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Задание исходной топологической и компонентной информации. Алгоритмы анализа цепей постоянного тока. Потенциальные диаграммы. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Формирование и решение уравнений математических моделей электрических цепей постоянного тока методом контурных токов /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Формирование и решение уравнений математических моделей электрических цепей постоянного тока методом узловых потенциалов /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Формирование и решение уравнений математических моделей электрических цепей постоянного тока методом сечений и эквивалентного генератора /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Квазиконтурный метод /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Изучение и экспериментальная оценка законов Кирхгофа и Ома /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		
Исследование линейной электрической цепи постоянного тока /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		

Физические явления и научные абстракции теории цепей. Классификация электрических цепей и их элементов. Задачи анализа и синтеза. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Источники э.д.с. и тока. Законы Ома в интегро-дифференциальной форме. Основные топологические понятия и компонентные соотношения графовой концепции теории цепей. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Обоснование гибридного и однородного координатных базисов для анализа линейных электрических цепей. Формирование и решение уравнений математических моделей (УММ) линейной электрической цепи. Области использования кон-турного, узлового и базиса сечений. Учет дополнительной информации о цепи на базе расширенных топологических матриц графа цепи. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Основные теоремы электрической цепи: принцип суперпозиции, свойство взаимности, теорема о компенсации, об эквивалентном генераторе (Тевеннена и Нортонa). /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Эквивалентные преобразования схем и области их применения. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Задание исходной топологической и компонентной информации. Алгоритмы анализа цепей постоянного тока. Потенциальные диаграммы. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
<b>Раздел 2. Линейные цепи синусоидального тока: свойства и методы анализа установившихся режимов</b>			
Цепи с синусоидальными источниками э.д.с. и тока. Основные характеристики синусоидальных величин и их изображение. Понятие о векторных диаграммах. Установившийся режим в простейших электрических цепях (R, L, C). /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Мощность и коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) однофазной цепи переменного (синусоидального) тока. Повышение $\cos \varphi$ . /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Резонансные явления в электрических цепях. Комплексных метод расчета. Алгоритм машинного анализа цепей переменного тока. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Особенности анализа цепей со взаимной индуктивностью. Идеальный, совершенный и реальный трансформатор как элемент электрической цепи. Топографические диаграммы. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Трехфазные цепи: общие понятия и определения. Особенности анализа трехфазных цепей при различных соединениях («звезда» - $\square$ и «треугольник» - $\square$ ) и видах нагрузки (симметричная и несимметричная). Метод симметричных составляющих. Мощность трехфазной цепи. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Анализ однофазной электрической цепи переменного тока (комплексный метод расчета). Анализ трехфазной электрической цепи. Определение мощности. Построение векторных и топографических диаграмм /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Анализ трехфазной электрической цепи. Определение мощности. Построение векторных и топографических диаграмм /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Определение мощности. Построение векторных и топографических диаграмм /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Исследование свойств основных элементов линейной цепи переменного тока /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		
Исследование неразветвленной электрической цепи RLC /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		
Исследование трехфазной цепи при соединении фаз приемника «звездой» /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		
Исследование трехфазной цепи при соединении фаз приемника «треугольником» /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		

Исследование индуктивно-связанных цепей /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		
Цепи с синусоидальными источниками э.д.с. и тока. Основные характеристики синусоидальных величин и их изображение. Понятие о векторных диаграммах. Установившийся режим в простейших электрических цепях (R, L, C). /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Мощность и коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) однофазной цепи переменного (синусоидального) тока. Повышение $\cos \varphi$ . /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Резонансные явления в электрических цепях. Комплексных метод расчета. Алгоритм машинного анализа цепей переменного тока. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Особенности анализа цепей со взаимной индуктивностью. Идеальный, совершенный и реальный трансформатор как элемент электрической цепи. Топографические диаграммы. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Трёхфазные цепи: общие понятия и определения. Особенности анализа трёхфазных цепей при различных соединениях («звезда» - $\square$ и «треугольник» - $\square$ ) и видах нагрузки (симметричная и несимметричная). Метод симметричных составляющих. Мощность трёхфазной цепи. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
<b>Раздел 3. Раздел 3. Свойства и методы анализа линейных электрических цепей с несинусоидальными источниками э.д.с. и тока.</b>			
Представление несинусоидальных электрических величин в виде рядов Фурье. Расчет мгновенных значений токов и напряжений на основе метода суперпозиции. Зависимость формы кривой тока от характера цепи. Действующие значения несинусоидальных токов и напряжений, мощность и коэффициент мощности. Высшие гармоники в трёхфазных цепях. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Понятие о спектральном (частотном) анализе. Биения колебаний. Модулированные колебания. Элементы теории электрических фильтров. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Расчет мгновенных значений токов и напряжений на основе метода суперпозиции /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Представление несинусоидальных электрических величин в виде рядов Фурье. Расчет мгновенных значений токов и напряжений на основе метода суперпозиции. Зависимость формы кривой тока от характера цепи. Действующие значения несинусоидальных токов и напряжений, мощность и коэффициент мощности. Высшие гармоники в трёхфазных цепях. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Понятие о спектральном (частотном) анализе. Биения колебаний. Модулированные колебания. Элементы теории электрических фильтров. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
<b>Раздел 4. Анализ общих свойств многополюсников</b>			
Классификация и основные уравнения. Четырёхполюсники: коэффициенты и связь между ними, эквалентные схемы замещения. Экспериментальное определение параметров четырёхполюсников. Передаточные функции. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Эквивалентные схемы замещения четырёхполюсников, определение коэффициентов и передаточных функций /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Классификация и основные уравнения. Четырёхполюсники: коэффициенты и связь между ними, эквалентные схемы замещения. Экспериментальное определение параметров четырёхполюсников. Передаточные функции. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
<b>Раздел 5. 4 семестр Переходные процессы в линейных электрических цепях и методы их анализа.</b>			

Общие понятия. Начальные условия. Законы коммутации. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Классический метод анализа переходных процессов. Обобщенные законы коммутации. Операторный метод расчета: общие положения, формирование уравнений математической модели, операторные схемы замещения, переход к оригиналам. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Метод переменных состояний (ПС). Формирование УПС и пути решения. Машинное моделирование переходных процессов. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Анализ переходных процессов в одноконтурных цепях: типов R-L; R-C и R-L-C. Простейшие дифференцирующие и интегрирующие цепи. Переходные и им-пульсные характеристики цепей. Использование частотного метода анализа и его связь с преобразованием Лапласа. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Анализ переходных процессов в линейной электрической цепи второго класса классическим и операторным методами. /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Машинное моделирование переходных процессов /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		
Общие понятия. Начальные условия. Законы коммутации. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Классический метод анализа переходных процессов. Обобщенные законы коммутации. Операторный метод расчета: общие положения, формирование уравнений математической модели, операторные схемы замещения, переход к оригиналам. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Метод переменных состояний (ПС). Формирование УПС и пути решения. Машинное моделирование переходных процессов. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Анализ переходных процессов в одноконтурных цепях: типов R-L; R-C и R-L-C. Простейшие дифференцирующие и интегрирующие цепи. Переходные и им-пульсные характеристики цепей. Использование частотного метода анализа и его связь с преобразованием Лапласа. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Машинное моделирование переходных процессов /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
<b>Раздел 6. Нелинейные электрические и магнитные цепи.</b>			
Общие понятия и определения. Классификация методов анализа. Статические и дифференциальные параметры. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Графоаналитический анализ форм кривых тока и магнитного потока катушки с ферромагнитным сердечником. Управляемая нелинейная индуктивность. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Метод эквивалентных синусоид. Уравнения, векторная диаграмма и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Феррорезонансные явления в нелинейных цепях и их использование для стабилизации напряжения. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Метод гармонического баланса. Ферромагнитный усилитель мощности. Преобразование частоты в нелинейных цепях. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Нелинейные цепи с вентиляльными элементами и их анализ методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Автоколебания в цепях с источниками постоянных э.д.с. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Анализ нелинейных цепей методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Исследование явления феррорезонанса напряжений /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		

Определение потерь на гистерезис и вихревые токи, утроитель частоты /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		
Исследование магнитного усилителя /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		
Общие понятия и определения. Классификация методов анализа. Статические и дифференциальные параметры. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Графоаналитический анализ форм кривых тока и магнитного потока катушки с ферромагнитным сердечником. Управляемая нелинейная индуктивность. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Метод эквивалентных синусоид. Уравнения, векторная диаграмма и схема за-мещения катушки с ферромагнитным сердечником. Феррорезонансные явления в нелинейных цепях и их использование для стабилизации напряжения. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Метод гармонического баланса. Ферромагнитный усилитель мощности. Пре-образование частоты в нелинейных цепях. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Нелинейные цепи с вентильными элементами и их анализ методом сопряжения интервалов при кусочно- линейной аппроксимации характеристик. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Автоколебания в цепях с источниками постоянных э.д.с. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Анализ нелинейных цепей методом сопряжения интервалов при кусочно- линейной аппроксимации характеристик /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
<b>Раздел 7. Цепи с распределенными параметрами</b>			
Общие понятия и определения. Дифференциальные уравнения длинной линии. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Анализ установившихся режимов в однородной длинной линии. Бегущие волны, коэффициенты отражения. Неискажающая линия. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Режимы работы однородной линии без потерь. Стоячие волны. /Лек/	ОПК-2 ОПК-3		
Расчет однородной длинной линии без потерь /Пр/	ОПК-2 ОПК-3		
Исследование режимов длинной линии /Лаб/	ОПК-2 ОПК-3		
Общие понятия и определения. Дифференциальные уравнения длинной линии. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Анализ установившихся режимов в однородной длинной линии. Бегущие волны, коэффициенты отражения. Неискажающая линия. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Режимы работы однородной линии без потерь. Стоячие волны. /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		
Расчет однородной длинной линии без потерь /Ср/	ОПК-2 ОПК-3		

## 2. Перечень контрольно-оценочных средств (КОС)

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие контрольно-оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся:

Таблица 3. Перечень контрольно-оценочных средств

Контрольные вопросы и задачи, отчет по лабораторным работам, отчет по РГР, отчет по самостоятельной работе, текущая аттестация.	4, 3	Экзамен
---	------	---------

### 3. 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

#### 3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

##### ВОПРОСЫ

к экзамену по ТОЭ (ч. 1)

1. Основные характеристики электрических и магнитных цепей, научные абстракции теории цепей, классификация цепей и их элементов. Задачи анализа и синтеза.
2. Линейные и нелинейные электрические и магнитные цепи, их параметры и условные обозначения. Связи между напряжениями и токами на основных элементах цепи и дифференциальной форме.
3. Источники тока и источники ЭДС. Условия их эквивалентности.
4. Основные топологические понятия и соотношения для электрических цепей. Топологические матрицы графа.
5. Обобщенные компонентные соотношения (законы Кирхгофа и Ома в матричной форме).
6. Составление уравнений электрической цепи и матричной форме на основе законов Кирхгофа. Примеры для цепи постоянного тока.
7. Составление уравнений электрической цепи в матричной форме по методу узловых напряжений (узловых потенциалов). Примеры для цепи постоянного тока.
8. Составление уравнений электрической цепи в матричной форме по методу сечений (независимых напряжений ветвей). Примеры для цепи постоянного тока.
9. Составление уравнений в электрической цепи в матричной форме по методу контурных токов. Примеры для цепи постоянного тока.
10. Расширенные топологические матрицы электрической цепи (узловая, сечений, контуров). Метод квазиконтурных токов.
11. П. Метод наложения. Свойство взаимности. Теорема о компенсации. Примеры для цепей постоянного тока. Потенциальные диаграммы.
12. Метод эквивалентного генератора. Примеры для цепи постоянного тока.
13. Основные характеристики синусоидальных ЭДС, напряжений и токов. Изображение синусоидальных величин с помощью вращающихся векторов и векторных диаграмм.
14. Расчет установившегося синусоидального режима в цепи с последовательным соединением элементов  $R, L, C$ . Векторные диаграммы. Треугольник сопротивлений.
15. Расчет установившегося синусоидального режима в цепи с параллельным соединением элементов  $R, L, C$ . Векторные диаграммы. Треугольник проводимости.
16. Активная, реактивная и полная мощности. Треугольник мощностей. Измерение мощности в цепи переменного тока.
17. Коэффициент мощности. Физический смысл  $\cos \varphi$ . Способы повышения коэффициента мощности.
18. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепи синусоидального тока.
19. Эквивалентные параметры сложной цепи, рассматриваемой как двухполюсник.
20. Комплексный метод расчета цепей переменного тока. Комплексные величины, характеризующие установившиеся синусоидальные процессы. Расчет простейших цепей комплексным методом.
21. Векторные диаграммы, треугольники сопротивлений, проводимостей и мощностей на комплексной плоскости. Выражение мощности в комплексной форме. Расчет составляющих мощностей по комплексам тока и напряжения.
22. Формирование уравнений состояния (узлового, сечения, главных контуров) линейных электрических цепей переменного тока в комплексной форме. Особенности ввода в ЭВМ информации в виде комплексных чисел.
23. Резонанс напряжений в неразветвленной последовательной электрической цепи. Резонансные кривые. Частотные характеристики.
24. Резонанс токов. Резонансные кривые и частотные характеристики.
25. Особенности анализа установившегося режима при наличии взаимной индукции. Примеры.
26. Уравнения однофазного трансформатора. Понятие совершенного и идеального трансформатора.
27. Топографические диаграммы электрической цепи. Их назначение и способы построения. Примеры.
28. Эквивалентные преобразования  $D$  в  $Y$  и  $Y$  в  $D$ . Метод двух узлов.
29. Трехфазные цепи. Способы соединения фаз генератора и приемника. Связь между фазными и линейными величинами и мощность трехфазной симметричной цепи при различных схемах приемника ( $y$  и  $A$ ).
30. Анализ несимметричной цепи при соединении фаз приемника звездой при наличии нулевого провода и без него. Частные случаи анализа: обрыв фазы и КЗ.
31. Анализ несимметричной трехфазной цепи при соединении фаз приемника треугольником.
32. Метод симметричных составляющих. Применение его к расчету несимметричных режимов в трехфазных цепях.
33. Расчет линейных электрических цепей при несинусоидальных источниках ЭДС и токов.
34. Зависимость формы кривой тока от характера цепи.
35. Действующие значения несинусоидальных токов, напряжений и ЭДС. Активная и полная мощности цепи. Коэффициент мощности.
36. Классификация и основные уравнения четырехполюсников.

37. Эквивалентные схемы четырехполюсника. Экспериментальное определение параметров четырехполюсника.
38. Электрические фильтры. Основные понятия и определения.
39. Биения колебаний. Модулированные колебания.
40. Спектральный (частотный) анализ. Общие понятия.

## ВОПРОСЫ

к экзамену по теоретической электротехнике (ч. II)

1. Общая характеристика переходных процессов. Классификация методов анализа и способов решения сформированных УММ.
2. Независимые и зависимые начальные условия. Законы коммутации.
3. Общая характеристика классического метода анализа переходных процессов.
4. Формирование УММ и способы составления характеристического уравнения в классическом методе анализа. Примеры.
5. Определение постоянных интегрирования. Алгоритм расчёта переходных процессов классическим методом.
6. Обобщенные законы коммутации (на примере скачкообразного изменения  $L$ ).
7. Обобщенные законы коммутации (на примере скачкообразного изменения  $C$ ).
8. Общая характеристика операторного метода. Изображения простейших функций, их производной и интеграла.
9. Формирование УММ эл. цепи в операторной форме. Операторные схемы замещения. Отыскание решения в области изображений.
10. Переход от изображений к оригиналам. Теорема разложения.
- П. Общая характеристика метода переменных состояний /ПС/. Способы формирования систем УПС. Примеры.
12. Способы решения УПС Матричное интегрирование. Частная форма решения при постоянных источниках ЭДС и тока.
13. Способы определения экспоненциальной функции матрицы  $A$ . Определение  $e^{At}$  в  $s$  помощью вспомогательных полиномов.
14. Подготовка данных для проведения расчётов на ЭВМ. Взаимосвязь  $\square_{\min}$  и  $\square_{\max}$  с выбором шага  $h$  и временем счёта.
15. Включение цепи  $R, L$  на постоянное напряжение и короткое замыкание этой цепи.
16. Включение цепи  $R, L$  на напряжение синусоидальной формы.
17. Включение цепи  $R, C$  на постоянное напряжение и короткое замыкание этой цепи.
18. Включение цепи  $R, C$  на синусоидальное напряжение.
19. Разряд конденсатора на цепь  $R, L$  (корни комплексные, сопряженные).
20. Разряд конденсатора на цепь  $R, L$  (корни вещественные, различные).
21. Включение цепи  $R, L, C$  на постоянное напряжение (корни вещественные, различные).
22. Включение цепи  $R, L, C$  на постоянное напряжение (корни комплексные, сопряженные).
23. Включение цепи  $R, L, C$  на синусоидальное напряжение (корни вещественные, различные).
24. Включение цепи  $R, L, C$  на синусоидальное напряжение (корни комплексные, сопряженные).
25. Простейшие дифференцирующие и интегрирующие цепи типа  $R, L$  и  $R, C$ .
26. Переходные и импульсные характеристики электрических цепей.
27. Сопоставление различных методов анализа переходных процессов; их недостатки и достоинства.
28. Нелинейные электрические и магнитные цепи. Классификация цепей и методов анализа. Статистические и дифференциальные параметры.
29. Графический и графоаналитический методы анализа нелинейных цепей постоянного тока.
30. Графоаналитический анализ форм кривых тока, напряжения и потока в катушке с ферромагнитным сердечником (цепь с источником ЭДС).
31. Графоаналитический анализ форм кривых тока, напряжения и потока в катушке с ферромагнитным сердечником (цепь с источником тока).
32. Включение катушки с насыщенным ферромагнитным магнитопроводом на синусоидальное напряжение.
33. Потери на гистерезис и вихревые токи в сердечниках из ферромагнитного материала. Разделение потерь.
34. Метод эквивалентных синусоид.
35. Метод гармонического баланса
36. Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.
37. Феррорезонансные явления при последовательном и параллельном соединении катушки  $L$  и конденсатора. Стабилизация напряжения.
38. Управляемые индуктивные элементы. Ферромагнитный усилитель мощности.
39. Преобразование частоты в нелинейных цепях. Ферромагнитные умножители частоты.
40. Расчёт периодических режимов методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик нелинейных элементов (на примере цепи с вентилем).
41. Понятия о цепях с распределёнными параметрами. Основные уравнения.
42. Решение уравнений однородной линии с распределёнными параметрами при установившемся синусоидальном режиме.
43. Бегущие волны в линии. Коэффициент отражения.
44. Однородная линия при различных режимах работы ( $z_{пр} = \square$ ;  $z_{пр} = 0$  и  $z_{пр} = z_{в}$ )

## В О П Р О С Ы

к экзамену по ТОЭ (ч.3)

1. Электростатическая теорема Гаусса. Токи проводимости, смещения и переноса.
2. Постулат Максвелла в интегральной форме. Принципы непрерывности электрического тока и магнитного потока.

3. Первое и второе уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
4. Теорема Гаусса и постулат Максвелла в дифференциальной форме.
5. Принципы непрерывности магнитного потока и электрического тока в дифференциальной форме. Теоремы Остроградского и Стокса.
6. Полная система уравнений электромагнитного поля и ее частные случаи.
7. Безвихревой характер электростатического поля. Градиент электрического потенциала.
8. Определение потенциала по заданному распределению зарядов. Уравнения Пуассона и Лапласа.
9. Граничные условия на поверхности проводников и на поверхности раздела двух диэлектриков.
10. Поле заряженной оси и двух параллельных заряженных осей.
11. Поле двухпроводной линии и коаксиального кабеля.
12. Метод зеркальных изображений в электростатике.
13. Потенциальные емкостные коэффициенты. Частичные емкости.
14. Емкость двухпроводной линии с учетом влияния земли.
15. Емкость трехфазной ЛЭП. Транспозиция проводов.
16. Плоскопараллельное и плоскомеридианное поле. Решение уравнения Лапласа в декартовых, цилиндрических и сферических координатах (одномерные задачи электростатики).
17. Метод разделения переменных (на примере решения уравнения Лапласа).
18. Шар во внешнем электростатическом поле.
19. Цилиндр во внешнем электростатическом поле. Электростатическое экранирование.
20. Поле стационарных токов. Законы Ома и Кирхгофа в дифференциальной форме.
21. Аналогия стационарного поля в проводящей среде с электростатическим полем.
22. Сопротивления заземления и изоляции кабеля.
23. Скалярный магнитный потенциал. Уравнение Лапласа.
24. Векторный потенциал магнитного поля. Уравнение Пуассона.
25. Определение магнитного потока и энергии магнитного поля через векторный потенциал.
26. Общая характеристика методов исследования стационарных полей. Метод зеркальных изображений.
27. Векторный потенциал одиночного провода круглого сечения.
28. Магнитное поле и индуктивность двухпроводной цепи.
29. Индуктивность трехфазной линии. Взаимная индуктивность двух линий.
30. Магнитное поле и индуктивность коаксиального кабеля.
31. Шар и эллипсоид во внешнем однородном магнитном поле. Магнитное экранирование.
32. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Комплексные  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$ .
33. Теорема Умова-Пойтинга для мгновенных значений.
34. Теорема Умова-Пойтинга в комплексной форме.
35. Электродинамические векторные и скалярные потенциалы. Уравнения Даламбера.
36. Уравнения плоской электромагнитной волны в диэлектрике.
37. Распространение электромагнитной волны в однородном диэлектрике. Волновое сопротивление среды и скорость волны.
38. Распространение электромагнитной волны в однородном проводнике.
39. Электрический поверхностный эффект в плоской шине. Эффект близости.
40. Электромагнитное поле элементарного электрического излучателя.
41. Волновая и квазистационарная зоны элементарного электрического излучателя. Мощность и сопротивление излучений.
42. Электромагнитное поле прямоугольного волновода. Классификация волн.
43. Распространение Н-волны в прямоугольном волноводе. Фазовая и групповая скорости.
44. Общие положения теории волноводов. Картина поля простейших типов волн.

## **3.2 Задания для промежуточной аттестации**

### **3.2.1. Контрольные вопросы к экзамену(зачету)**

#### **3.2.2. Типовые экзаменационные задачи**

Рабочим учебным планом специальности предусматривается выполнение студентами в рамках самостоятельной работы шести расчетно-графических работ (очная и форма обучения) и контрольных работ (заочная форма обучения): по две работы в каждом семестре.

РГР № 1(контрольная работа № 1)

«Анализ линейной электрической цепи постоянного тока»

Работа включает следующее:

- преобразование схемы;
- построение направленного графа;
- составление топологических матриц;
- составление матричных компонентных уравнений;

- формирование УММ исследуемой электрической цепи различными методами (гибридный и однородный координатные базисы, контурный, узловый и базис сечений, квазиконтурный метод и метод эквивалентного генератора);
- решение сформированных уравнений аналитическим путем и с помощью ЭВМ (машинное моделирование в рамках задачи «SAPR-TUC»);
- построение потенциальной диаграммы.

РГР № 2 (контрольная работа № 2)

«Анализ линейных электрических цепей переменного (синусоидального) тока»

Состоит из двух задач.

Задача «Однофазные электрические цепи» включает:

- формирование и решение УММ (комплексный метод расчета) исследуемой цепи (аналитическим путем и с помощью ЭВМ);
- определение мощности (активной, реактивной и полной) в цепи;
- построение векторной и топографической диаграмм;
- перевод комплексных значений тока (или напряжения) в область оригиналов;
- составление УММ исследуемой цепи с учетом взаимной индукции двух индуктивно-связанных катушек индуктивности;

Задача «Трехфазные электрические цепи» включает:

- расчет трехфазной цепи при симметричной нагрузке;
- расчет трехфазной цепи в случае несимметричной нагрузки (обрыв или короткое замыкание);
- построение векторных и топографических диаграмм по результатам расчета цепи;
- определение мощности трехфазной цепи.

РГР № 3 (контрольная работа № 3)

«Анализ переходных процессов в линейных электрических цепях»

Содержание работы:

- анализ переходного процесса в цепи постоянного тока классическим методом;
- формирование УММ линейной цепи постоянного тока в области изображений и аналитическое решение операторным методом;
- формирование уравнений переменных состояния линейной электрической цепи, выбор режима моделирования и машинный анализ переходных процессов в цепях постоянного и переменного (синусоидального) тока;
- сопоставление выполненных методов анализа переходных процессов.

РГР № 4 (контрольная работа № 4)

«Анализ нелинейной электрической цепи»

Цель работы: анализ нелинейной электрической цепи методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик ее элементов.

Контрольная работа № 4 также содержит задачу «Цепи с распределенными параметрами», целью которой является расчет однородной длинной линии при заданных параметрах.

РГР № 5 (контрольная работа №5)

Работа состоит из двух задач «Расчет электростатического поля» и «Анализ стационарного электрического (или магнитного) поля»

РГР № 6 (контрольная работа № 6)

«Расчет переменного электромагнитного поля в проводящей среде»

Работа основывается на использовании уравнений плоской электромагнитной волны и включает следующее:

- определение распределения действующих значений напряженности электрического и магнитного полей, а так же плотности тока по сечению проводника;
- построение графиков определенных характеристик поля;
- определение потерь мощности на единицу длины проводника;
- расчет полного сопротивления, активного сопротивления на переменном и постоянном токе;
- построение частотных характеристик активного и индуктивного сопротивления проводника.

Кроме предусмотренных учебным планом РГР (контрольных работ) студенту могут быть рекомендованы такие виды занятий: подготовка рефератов или докладов, исследовательская учебная работа.