

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Документ подписан проставив печать  
Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
ФИО: Игнатенко Виталий Иванович высшего образования  
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике  
Дата подписания: 03.07.2024 06:31:10 «Заочный государственный университет им. Н.М. Федоровского»  
Уникальный программный ключ: (ЗГУ)  
a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по ОД и МП  
\_\_\_\_\_ Игнатенко В.И.

## Теоретические основы электротехники

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетики и автоматики**  
Учебный план 13.03.02\_бак\_оч-заоч\_ЭЭ-2024.plx  
Направление подготовки: Электроэнергетика и электротехника  
Квалификация **бакалавр**  
Форма обучения **очно-заочная**  
Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 288  
в том числе: Виды контроля в семестрах:  
экзамены 5, 6  
аудиторные занятия 42  
самостоятельная работа 228  
часов на контроль 18

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Неделя	18		16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	8	8	6	6	14	14
Лабораторные	8	8	6	6	14	14
Практические	8	8	6	6	14	14
Итого ауд.	24	24	18	18	42	42
Контактная работа	24	24	18	18	42	42
Сам. работа	147	147	81	81	228	228
Часы на контроль	9	9	9	9	18	18
Итого	180	180	108	108	288	288

Программу составил(и):

*Канд.техн.наук Доцент Петров Алексей Михайлович* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Теоретические основы электротехники**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электроэнергетики и автоматике**

Протокол от г. №

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

доцент, к.т.н. Петров А.М. \_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры **Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

доцент, к.т.н. Петров А.М. \_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры **Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

доцент, к.т.н. Петров А.М. \_\_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры **Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

доцент, к.т.н. Петров А.М. \_\_\_\_\_ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры **Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Целью изучения курса «Теоретические основы электротехники» является формирование понятий и приобретение навыков студентами в области анализа и моделирования электрических цепей и электромагнитных явлений, а также умения применять формальные методы расчета к исследованию физических явлений в электротехнических устройствах и электроэнергетических системах. Изучение данной дисциплины призвано дать студентам изучение электромагнитных явлений и их прикладного применения для со- здания, передачи и распределения электроэнергии, для решения проблем со- временной электротехники, электромеханики, электротехнологии, электро- ники, автоматики, телемеханики, информационно-измерительной и вычисли- тельной техники. освоение принципов построения моделей электромагнитных явлений и процессов, методов формализации и алгоритмизации; приобретение навыков в решении задач в области электротехники.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Физика;
2.1.2	Электротехническое и конструкционное материаловедение;
2.1.3	Математический анализ;
2.1.4	Ряды и дифференциальные уравнения;
2.1.5	Инженерная графика;
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
2.2.2	Общая энергетика и электроснабжение;
2.2.3	Оптимизация режимов электропотребления;
2.2.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;
2.2.5	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков;
2.2.6	Электрические машины;
2.2.7	Электроэнергетические системы и сети;
2.2.8	Переходные процессы в электроэнергетических системах;
2.2.9	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
2.2.10	Электрические станции и подстанции;
2.2.11	Электрический привод;
2.2.12	Заземляющие устройства в электрических сетях промышленных предприятий;
2.2.13	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий;
2.2.14	Экономика энергетики;
2.2.15	Электробезопасность электроустановок в районах Крайнего Севера;
2.2.16	Электрооборудование и электротехнология;
2.2.17	Электротехнологические установки промышленных предприятий;
2.2.18	Безопасность жизнедеятельности;
2.2.19	Преддипломная практика;
2.2.20	Эксплуатация систем электроснабжения;

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****ОПК-2.1: Демонстрирует умение разрабатывать алгоритмы, пригодные для практического применения****Знать:****Уметь:****Владеть:****ОПК-2.2: Демонстрирует способность разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения****Знать:****Уметь:****Владеть:**

<b>ОПК-2.3: Демонстрирует способность самостоятельно разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения</b>
<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>
<b>ОПК-3.1: Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока</b>
<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>
<b>ОПК-3.2: Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока</b>
<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>
<b>ОПК-3.3: Способен применять методы моделирование, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</b>
<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>
3.1.1 - основные свойства и физическую сущность процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях;
3.1.2 - основные понятия, свойства и законы электростатических, стационарных электрических и магнитных, а также переменных электромагнитных полей;
3.1.3 - основные методы и алгоритмы исследования электрических и магнитных цепей, и электромагнитных полей;
<b>3.2 Уметь:</b>
3.2.1 - выполнять анализ электрических и магнитных цепей и определять расчетным путем основные характеристики электромагнитного поля;
3.2.2 - проводить физические (лабораторные) и математические (моделирование) исследования электромагнитных процессов;
3.2.3 - осуществлять контроль и оценку промежуточных и конечных результатов проводимых исследований и математических расчетов;
3.2.4 - использовать современную вычислительную технику;
<b>3.3 Владеть:</b>
3.3.1 - по основным направлениям развития дисциплины ТОЭ в свете инженерных задач специальности и проблемами, стоящими перед электротехникой, как современной наукой;
3.3.2 - рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте факт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Основные понятия и законы теории цепей</b>						
1.1	Физические явления и научные абстракции теории цепей. Классификация электрических цепей и их элементов. Задачи анализа и синтеза. /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.2	Источники э.д.с. и тока. Законы Ома в интегро-дифференциальной форме. Основные топологические понятия и компонентные соотношения графовой концепции теории цепей. /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

1.3	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. /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.4	Основные теоремы электрической цепи: принцип суперпозиции, свойство взаимности, теорема о компенсации, об эквивалентном генераторе (Тевенена и Нортона). /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.5	Эквивалентные преобразования схем и области их применения. /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.6	Задание исходной топологической и компонентной информации. Алгоритмы анализа цепей постоянного тока. Потенциальные диаграммы. /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.7	Формирование и решение уравнений математических моделей электрических це-пей постоянного тока методом контурных токов /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.8	Формирование и решение уравнений математических моделей электрических це-пей постоянного тока методом узловых потенциалов /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.9	Формирование и решение уравнений математических моделей электрических це-пей постоянного тока методом сечений и эквивалентного генератора /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.10	Квазиконтурный метод /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.11	Изучение и экспери-ментальная оценка законов Кирхгофа и Ома /Лаб/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.12	Исследование линейной электрической цепи постоянного тока /Лаб/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

1.13	Физические явления и научные абстракции теории цепей. Классификация электрических цепей и их элементов. Задачи анализа и синтеза. /Ср/	5	14		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.14	Источники э.д.с. и тока. Законы Ома в интегро-дифференциальной форме. Основные топологические понятия и компонентные соотношения графовой концепции теории цепей. /Ср/	5	12		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.15	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/	5	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.16	Основные теоремы электрической цепи: принцип суперпозиции, свойство взаимности, теорема о компенсации, об эквивалентном генераторе (Гевеннена и Нортона). /Ср/	5	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.17	Эквивалентные преобразования схем и области их применения. /Ср/	5	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
1.18	Задание исходной топологической и компонентной информации. Алгоритмы анализа цепей постоянного тока. Потенциальные диаграммы. /Ср/	5	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
<b>Раздел 2. Линейные цепи синусоидального тока: свойства и методы анализа установившихся режимов</b>							
2.1	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/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.2	Мощность и коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) однофазной цепи переменного (синусоидального) тока. Повышение $\cos \varphi$ . /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.3	Резонансные явления в электрических цепях. Комплексных метод расчета. Алгоритм машинного анализа цепей переменного тока. /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

2.4	Особенности анализа цепей со взаимной индуктивностью. Идеальный, совершенный и реальный трансформатор как элемент электрической цепи. Топографические диаграммы. /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.5	Трехфазные цепи: общие понятия и определения. Особенности анализа трехфазных цепей при различных соединениях («звезда» - □ и «треугольник» - □) и видах нагрузки (симметричная и несимметричная). Метод симметричных составляющих. Мощность трехфазной цепи. /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.6	Анализ однофазной электрической цепи переменного тока (комплексный метод расчета). Анализ трехфазной электрической цепи. Определение мощности. Построение векторных и топографических диаграмм /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.7	Определение мощности. Построение векторных и топографических диаграмм /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.8	Исследование свойств основных элементов линейной цепи переменного тока /Лаб/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.9	Исследование неразветвленной электрической цепи RLC /Лаб/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.10	Исследование трехфазной цепи при соединении фаз приемника «звездой» /Лаб/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.11	Исследование трехфазной цепи при соединении фаз приемника «треугольником» /Лаб/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.12	Исследование индуктивно-связанных цепей /Лаб/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.13	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/	5	12		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	



2.14	Мощность и коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) однофазной цепи переменного (синусоидального) тока. Повышение $\cos \varphi$ . /Ср/	5	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.15	Резонансные явления в электрических цепях. Комплексных метод расчета. Алгоритм машинного анализа цепей переменного тока. /Ср/	5	12		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.16	Особенности анализа цепей со взаимной индуктивностью. Идеальный, совершенный и реальный трансформатор как элемент электрической цепи. Топографические диаграммы. /Ср/	5	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.17	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. /Ср/	5	12		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Свойства и методы анализа линейных электрических цепей с несинусоидальными источниками э.д.с. и тока.</b>						
3.1	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 трехфазных цепях. /Лек/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
3.2	Понятие о спектральном (частотном) анализе. Биения колебаний. Модулированные колебания. Элементы теории электрических фильтров. /Лек/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
3.3	Расчет мгновенных значений токов и напряжений на основе метода суперпозиции /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
3.4	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 трехфазных цепях. /Ср/	5	12		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

3.5	Понятие о спектральном (частотном) анализе. Биения колебаний. Модулированные колебания. Элементы теории электрических фильтров. /Ср/	5	12		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	<b>Раздел 4. Анализ общих свойств многополюсников</b>						
4.1	Классификация и основные уравнения. Четырехполюсники: коэффициенты и связь между ними, эквалентные схемы замещения. Экспериментальное определение параметров четырехполюсников. Передаточные функции. /Лек/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
4.2	Эквивалентные схемы замещения четырехполюсников, определение коэффициентов и передаточных функций /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
4.3	Классификация и основные уравнения. Четырехполюсники: коэффициенты и связь между ними, эквалентные схемы замещения. Экспериментальное определение параметров четырехполюсников. Передаточные функции. /Ср/	5	11		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	<b>Раздел 5. 4 семестр Переходные процессы в линейных электрических цепях и методы их анализа.</b>						
5.1	Общие понятия. Начальные условия. Законы коммутации. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.2	Классический метод анализа переходных процессов. Обобщенные законы коммутации. Операторный метод расчета: общие положения, формирование уравнений математической модели, операторные схемы замещения, переход к оригиналам. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.3	Метод переменных состояний (ПС). Формирование УПС и пути решения. Машинное моделирование переходных процессов. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.4	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/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.5	Анализ переходных процессов в линейной электрической цепи второго класса классическим и операторным методами. /Пр/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

5.6	Машинное моделирование переходных процессов /Пр/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.7	Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях /Лаб/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.8	Общие понятия. Начальные условия. Законы коммутации. /Ср/	6	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.9	Классический метод анализа переходных процессов. Обобщенные законы коммутации. Операторный метод расчета: общие положения, формирование уравнений математической модели, операторные схемы замещения, переход к оригиналам. /Ср/	6	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.10	Метод переменных состояний (ПС). Формирование УПС и пути решения. Машинное моделирование переходных процессов. /Ср/	6	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.11	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/	6	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
5.12	Машинное моделирование переходных процессов /Ср/	6	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	<b>Раздел 6. Нелинейные электрические и магнитные цепи.</b>						
6.1	Общие понятия и определения. Классификация методов анализа. Статические и дифференциальные параметры. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.2	Графоаналитический анализ форм кривых тока и магнитного потока катушки с ферромагнитным сердечником. Управляемая нелинейная индуктивность. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

6.3	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. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.4	Метод гармонического баланса. Ферромагнитный усилитель мощности. Преобразование частоты в нелинейных цепях. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.5	Нелинейные цепи с вентильными элементами и их анализ методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.6	Автоколебания в цепях с источниками постоянных э.д.с. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.7	Анализ нелинейных цепей методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.8	Исследование явления феррорезонанса напряжений /Лаб/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.9	Определение потерь на гистерезис и вихревые токи, утроитель частоты /Лаб/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.10	Исследование магнитного усилителя /Лаб/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.11	Общие понятия и определения. Классификация методов анализа. Статические и дифференциальные параметры. /Ср/	6	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.12	Графоаналитический анализ форм кривых тока и магнитного потока катушки с ферромагнитным сердечником. Управляемая нелинейная индуктивность. /Ср/	6	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

6.13	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/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.14	Метод гармонического баланса. Ферромагнитный усилитель мощности. Пре-образование частоты в нелинейных цепях. /Ср/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.15	Нелинейные цепи с вентильными элементами и их анализ методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик. /Ср/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.16	Автоколебания в цепях с источниками постоянных э.д.с. /Ср/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
6.17	Анализ нелинейных цепей методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик /Ср/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	<b>Раздел 7. Цепи с распределенными параметрами</b>						
7.1	Общие понятия и определения. Дифференциальные уравнения длинной линии. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
7.2	Анализ установившихся режимов в однородной длинной линии. Бегущие волны, коэффициенты отражения. Неискажающая линия. /Лек/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
7.3	Режимы работы однородной линии без потерь. Стоячие волны. /Лек/	6	0		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
7.4	Расчет однородной длинной линии без потерь /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
7.5	Исследование режимов длинной линии /Лаб/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

7.6	Общие понятия и определения. Дифференциальные уравнения длинной линии. /Ср/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
7.7	Анализ установившихся режимов в однородной длинной линии. Бегущие волны, коэффициенты отражения. Неискажающая линия. /Ср/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
7.8	Режимы работы однородной линии без потерь. Стоячие волны. /Ср/	6	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
7.9	Расчет однородной длинной линии без потерь /Ср/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

#### ВОПРОСЫ

к экзамену по ТОО (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 Д в Y и Y в Д. 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 переходических 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 ТОО (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 квазистационарные зоны элементарного электрического излучателя. Мощность и сопротивление излучений.
42. Электромагнитное поле прямоугольного волновода. Классификация волн.
43. Распространение H-волны в прямоугольном волноводе. Фазовая и групповая скорости.
44. Общие положения теории волноводов. Картина поля простейших типов волн.



### 5.2. Темы письменных работ

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.

### 5.3. Фонд оценочных средств

S: Education/кафедра ЭиА/Теоретические основы электротехники

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Контрольные вопросы и задачи, отчет по лабораторным работам, отчет по РГР, отчет по самостоятельной работе, текущая аттестация.

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Забусов В. В.	Основы теории электромагнитного поля: краткий лекционный курс	Норильск: НИИ, 2014	43
Л1.2	Забусов В. В.	Основы теории линейных электрических цепей: краткий лекционный курс	Норильск: НИИ, 2015	49
Л1.3	Шабад В.К.	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: допущено УМО в качестве учеб. пособия для студентов вузов	М.: Академия, 2013	20
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Коровкин Н. В., Селина Е. Е., Чечурин В. Л.	Теоретические основы электротехники. Сборник задач: учеб. пособие для вузов	СПб.: Питер, 2006	1
Л2.2	Новгородцев А.Б.	Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: учеб. пособие для вузов	СПб.: Питер, 2006	2
Л2.3	Башарин С. А., Федоров В. В.	Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля: учеб. пособие для вузов	М.: Академия, 2007	1
Л2.4	Атабеков Г. И.	Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: учеб. пособие	СПб.: Лань, 2009	5
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Забусов В. В., Козлов П. М., Массов А. А.	Линейные электрические цепи, установившийся режим: лабораторный практикум	Норильск: НИИ, 2011	50
Л3.2	Норильский индустр. ин-т; сост. В. В. Забусов	Теория электромагнитного поля: метод. указания к практическим занятиям для студентов направлений подготовки 140200 "Электроэнергетика". 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и 220300 "Автоматизированные технологии и производства" всех форм обучения	Норильск: НИИ, 2013	28
Л3.3	Норильский индустр. ин-т; сост. В. В. Забусов, П. М. Козлов	Трехфазные электрические цепи: теоретические основы и расчет: метод. указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника", квалификация выпускника-бакалавр	Норильск: НИИ, 2013	58
Л3.4	Норильский индустр. ин-т; сост. В. В. Забусов, П. М. Козлов	Линейные электрические цепи синусоидального тока: анализ однофазной электрической цепи: метод. указания к самостоятельной работе для студентов спец. 140200, 140600 и 220300	Норильск: НИИ, 2012	59
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
7.1	432 ауд. - учебная аудитория для проведения лекционных, практических, семинарских, лабораторных, интерактивных занятий; мультимедийный класс.			
7.2	436 ауд. - учебная аудитория для проведения лекционных, практических, семинарских, лабораторных занятий, самостоятельной работы, интерактивных занятий; мультимедийный класс; компьютерный класс.			
<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<p>Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины</p> <p>Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса.</p>				

Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к лабораторным работам, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и лабораторных), работа над которыми обладает определенной спецификой.

#### Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно записывать на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п.

Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

#### Подготовка к лабораторным работам

Подготовку к каждому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступления и участия в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении лабораторных работ и самостоятельных работ.

В процессе подготовки к занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому 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, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме

#### Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

#### Методические указания для преподавателей

Рекомендуемые средства, методы обучения, способы учебной деятельности, применение которых для освоения конкретных модулей рабочей учебной программы наиболее эффективно:

– обучение теоретическому материалу рекомендуется основывать на основной и дополнительной литературе, изданных типографским или электронным способом конспектах лекций; рекомендуется в начале семестра ознакомить студентов с программой дисциплины, перечнем теоретических вопросов для текущего промежуточного и итогового контроля знаний, что ориентирует и поощрит студентов к активной самостоятельной работе;

- рекомендуется проводить лекционные занятия с использованием мультимедийной техники (проектора). На первом занятии до студентов должны быть доведены требования к освоению разделов дисциплины, правила выполнения и сдачи лабораторной работы, индивидуального задания (проверочной работы) (ИЗ/ПР), перечень рекомендуемой литературы. Желательно провести обзор тем, которые будут изучены в течение семестра с тем, чтобы студенты более осознанно подходили к выполнению самостоятельной работы и выполнения ИЗ/ПР. Также часть занятий проводятся в активной и

интерактивной форме.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации и т.д.

Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине  
Теоретические основы электротехники**

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра «Электроэнергетики и автоматики»

Разработчик ФОС:

Канд.техн.наук, Доцент, Петров Алексей Михайлович \_\_\_\_\_  
Петров Алексей Михайлович

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании  
кафедры, протокол № от г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент А.М. Петров

Фонд оценочных средств по дисциплине Теоретические основы электротехники для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности / направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника на основе Рабочей программы дисциплины Теоретические основы электротехники, утвержденной решением ученого совета от г., Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

**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
ОПК-2 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-2.1 Демонстрирует умение разрабатывать алгоритмы, пригодные для практического применения
	ОПК-2.2 Демонстрирует способность разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения
	ОПК-2.3 Демонстрирует способность самостоятельно разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
	ОПК-3.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока

ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.3 Способен применять методы моделирование, экспериментального исследования при решении профессиональных задач теоретического и
---	--

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код результата обучения по дисциплине/ модулю	Оценочные средства текущей аттестации		Оценочные средства промежуточной аттестации	
			Наименование	Форма	Наименование	Форма
<b>5 семестр</b>						
<b>6 семестр</b>						

**2. 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.**

### **2.1. 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  $\Delta$  в  $Y$  и  $Y$  в  $\Delta$ . 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  $e^{At}$  с 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 (корки

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 ( $Z_{пр} = \infty$ ;  $Z_{пр} = 0$  и  $Z_{пр} = Z_в$ )

## ВОПРОСЫ

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 и .
  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 квазистационарные 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.

## 2.2. Задания для промежуточной аттестации

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

Контрольные вопросы и задачи, отчет по лабораторным работам, отчет по РГР, отчет по самостоятельной работе, текущая аттестация.

### **2.2.2. Типовые экзаменационные задачи**

#### **2.2.3. Темы/задания курсовых проектов/курсовых работ**

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.