

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 ФИО: Игнатенко Виталий Иванович высшего образования
 Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
 Дата подписания: 24.06.2025 20:26:59 «Заполярный 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_очн_ЭЭ-2025+.plx
 Направление подготовки: Электроэнергетика и электротехника
 Квалификация **бакалавр**
 Форма обучения **очная**
 Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 288
 в том числе:
 аудиторные занятия 102
 самостоятельная работа 123
 часов на контроль 63
 Виды контроля в семестрах:
 экзамены 4, 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		4 (2.2)		Итого	
Неделя	18		16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	16	16	34	34
Лабораторные	18	18	16	16	34	34
Практические	18	18	16	16	34	34
Итого ауд.	54	54	48	48	102	102
Контактная работа	54	54	48	48	102	102
Сам. работа	90	90	33	33	123	123
Часы на контроль	36	36	27	27	63	63
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 автоматики

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. _____ 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.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

доцент, к.т.н. Петров А.М. _____ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
Электроэнергетики и автоматики

Протокол от _____ 2029 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
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
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;	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
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-3.1: Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока****Знать:****Уметь:****Владеть:****ОПК-3.2: Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока****Знать:****Уметь:****Владеть:**

ОПК-3.3: Способен применять методы моделирование, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Знать:
Уметь:
Владеть:

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:

ОПК-2.3: Демонстрирует способность самостоятельно разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения
Знать:
Уметь:
Владеть:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
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;
3.2	Уметь:
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;
3.3	Владеть:
3.3.1	- по основным направлениям развития дисциплины ТОО 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 ракт.	Примечание
	Раздел 1. Основные понятия и законы теории цепей						
1.1	Физические явления и научные абстракции теории цепей. Классификация электрических цепей и их элементов. Задачи анализа и синтеза. /Лек/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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 (Тевеннена и Нортон). /Лек/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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 цепей постоянного тока методом контурных токов /Пр/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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 цепей постоянного тока методом узловых потенциалов /Пр/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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 цепей постоянного тока методом сечений и эквивалентного генератора /Пр/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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 экспериментальная оценка законов Кирхгофа и Ома /Лаб/	3	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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 (Тевеннена и Нортонa). /Ср/	3	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	8	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	8	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	Раздел 2. Линейные цепи синусоидального тока: свойства и методы анализа установившихся режимов						
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/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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» - $\square$ и «треугольник» - $\square$) и видах нагрузки (симметричная и несимметричная). Метод симметричных составляющих. Мощность трехфазной цепи. /Лек/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.7	Анализ трехфазной электрической цепи. Определение мощности. Построение векторных и топографических диаграмм /Пр/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.8	Определение мощности. Построение векторных и топографических диаграмм /Пр/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.9	Исследование свойств основных элементов линейной цепи переменного тока /Лаб/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.10	Исследование неразветвленной электрической цепи RLC /Лаб/	3	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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 «звездой» /Лаб/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.12	Исследование трехфазной цепи при соединении фаз приемника «треугольником» /Лаб/	3	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.13	Исследование индуктивно-связанных цепей /Лаб/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	

2.14	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/	3	7	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.15	Мощность и коэффициент мощности ($\cos \varphi$) однофазной цепи переменного (синусоидального) тока. Повышение $\cos \varphi$. /Ср/	3	8	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.16	Резонансные явления в электрических цепях. Комплексных метод расчета. Алгоритм машинного анализа цепей переменного тока. /Ср/	3	7	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.17	Особенности анализа цепей со взаимной индуктивностью. Идеальный, совершенный и реальный трансформатор как элемент электрической цепи. Топографические диаграммы. /Ср/	3	7	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
2.18	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/	3	7	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	Раздел 3. Раздел 3. Свойства и методы анализа линейных электрических цепей с несинусоидальными источниками э.д.с. и тока.						
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/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	8	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	8	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	Раздел 4. Анализ общих свойств многополюсников						
4.1	Классификация и основные уравнения. Четырехполюсники: коэффициенты и связь между ними, эквалентные схемы замещения. Экспериментальное определение параметров четырехполюсников. Передаточные функции. /Лек/	3	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	3	8	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	Раздел 5. 4 семестр Переходные процессы в линейных электрических цепях и методы их анализа.						
5.1	Общие понятия. Начальные условия. Законы коммутации. /Лек/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	Раздел 6. Нелинейные электрические и магнитные цепи.						

6.1	Общие понятия и определения. Классификация методов анализа. Статические и дифференциальные параметры. /Лек/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	
	Раздел 7. Цепи с распределенными параметрами						
7.1	Общие понятия и определения. Дифференциальные уравнения длинной линии. /Лек/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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/	4	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	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 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 (узловое, 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} с помощью вспомогательных полиномов.
14. Подготовка данных для проведения расчётов на ЭВМ. Взаимосвязь $\Delta t_{\min}$ и $\Delta t_{\max}$ 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 переодических 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 $z_{пр} = Z_0$)

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 $\vec{E}$ 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 Н-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

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.

5.4. Перечень видов оценочных средств

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

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
ЛП.1	Забусов В. В.	Основы теории электромагнитного поля: краткий лекционный курс	Норильск: НИИ, 2014	43
ЛП.2	Забусов В. В.	Основы теории линейных электрических цепей: краткий лекционный курс	Норильск: НИИ, 2015	49
ЛП.3	Шабад В.К.	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: допущено УМО в качестве учеб. пособия для студентов вузов	М.: Академия, 2013	20

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
ЛП.1	Коровкин Н. В., Селина Е. Е., Чечурин В. Л.	Теоретические основы электротехники. Сборник задач: учеб. пособие для вузов	СПб.: Питер, 2006	1
ЛП.2	Новгородцев А.Б.	Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: учеб. пособие для вузов	СПб.: Питер, 2006	2
ЛП.3	Башарин С. А., Федоров В. В.	Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля: учеб. пособие для вузов	М.: Академия, 2007	1
ЛП.4	Атабеков Г. И.	Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: учеб. пособие	СПб.: Лань, 2009	5

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
ЛП.1	Забусов В. В., Козлов П. М., Массов А. А.	Линейные электрические цепи, установившийся режим: лабораторный практикум	Норильск: НИИ, 2011	50
ЛП.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

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.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
ЛЗ.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
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.2	MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
6.3.2.1	Онлайн платформа ЗГУ (https://learn.norvuz.ru/)			
6.3.2.2	Электронная библиотека ЗГУ (http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp)			
6.3.2.3	Электронно-библиотечная система Лань (https://e.lanbook.com)			
6.3.2.4	Цифровая библиотека IPRsmart (https://www.iprbookshop.ru)			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Аудитория, в которой проводится занятия должна быть оснащена мультимедийным оборудованием (компьютер с
7.2	доступом в «Интернет», проектор, колонки).
7.3	В случае проведения процедуры сдачи зачетов с применением дистанционных образовательных технологий
7.4	должно быть дополнительно обеспечено оборудование (видеокамера, микрофоны и проч.) для фиксации хода
7.5	проведения аттестационного испытания.
7.6	Для подготовки обучающимся предоставляются помещения для самостоятельной работы, оснащенные
7.7	компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной
7.8	информационно-образовательной среде университета.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. 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 преподавателем. 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 выступлении и участии 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 поощряет 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.