



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**


«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
(подпись) О.М.Холянова  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
« 07 » марта 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Электроэнергетики и электротехники  
(название кафедры)

  
(подпись) Н.В. Силин  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
« 07 » марта 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретические основы электротехники

Направление подготовки – 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль «Электроснабжение»

Форма подготовки (очная/заочная)

курс 2/2 семестр 3-4  
лекции 72/14 час.  
практические занятия 108/20 час.  
лабораторные работы 36/8 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 24/4 /пр. 34/8 /лаб 16 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 216/42 час.  
в том числе с использованием МАО 74/12 час.  
самостоятельная работа 180/309 час.  
контрольные работы (количество)  
курсовая работа/курсовой проект 4/3 семестр/курс  
зачет \_\_\_\_\_ семестр/курс  
экзамен 3-4/2 семестр/курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, принятого решением Ученого совета ДВФУ, протокол № 06-15 от 04.06.2015, и утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электроэнергетики и электротехники, протокол № 7 от «07» марта 2017 г.

Заведующая (ий) кафедрой Н.В. Силин  
Составитель (ли): к.т.н., доцент Л.В. Глушак

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 2 из 116

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 3 из 116

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» очной и заочной формы и входит в базовую часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана (Б1.Б.17).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 360 часов (10 зачетных единиц). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (72/14 часа), лабораторные работы (36/8 часов), практические занятия (108/20 часов) и самостоятельная работа студента (180/309 часов, в том числе 54/9 часа на экзамен). Дисциплина реализуется на 2 курсе. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Векторный анализ», «Физика», «Математический анализ», «Информатика в электроэнергетике», «Прикладная математика», «Теоретическая механика», «Математические задачи энергетики», «Прикладное программирование». В свою очередь она является «фундаментом» для изучения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети», «Математические задачи энергетики», «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах» и других. Дисциплина изучает основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей, методы анализа цепей постоянного и переменного тока.

### **Цели дисциплины:**

ознакомление бакалавров:

с электромагнитными явлениями и их применением для решения проблем энергетики, электроники, автоматики и вычислительной техники при разработке современных электротехнических устройств;

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 4 из 116

с границами применимости теории электрических цепей, их основных законов, степени адекватности идеализированных элементов и реальных устройств;

с концепцией деления цепей на линейные и нелинейные, с сосредоточенными и распределенными параметрами, деления режимов работы цепей на установившиеся (постоянного, синусоидального тока, периодическими токами и напряжениями) и переходные процессы; с понятиями сложной цепи в форме двух-, четырех- и многополюсников;

со свойствами функций цепей, с точки зрения возможности их реализации, и методами анализа нелинейных цепей.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомить с одной из форм материи – электромагнитного поля и его проявлением в различных электротехнических устройствах;
- научить студентов современным методам математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях;
- научить основным методам анализа электрических цепей;
- показать, как грамотно поставить, провести и проанализировать эксперимент в электрической цепи: снять вольтамперные, частотные и другие характеристики.

Для успешного изучения дисциплины «Теоретические основы электротехники» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию;
- способность использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 5 из 116

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 - способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знает	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия электротехнических устройств и электрических цепей;
	Умеет	применять математические методы, физические и химические законы для решения задач анализа и синтеза электрических цепей;
	Владеет	методами построения математических моделей установившихся и переходных процессов в электрических цепях и содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов;
ОПК-3 - способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Знает	основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного тока;
	Умеет	различать типы задач, решаемые при анализе и синтезе устройств, для преобразования электроэнергии при проектировании и в условиях эксплуатации;
	Владеет	методами расчёта линейных и нелинейных электрических цепей в установившихся и переходных режимах;

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теоретические основы электротехники» применяются следующие методы активного обучения: «круглого стола», «коллективные решения творческих задач», «моделирование производственных процессов и ситуаций».

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 6 из 116

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (72/14 ЧАСОВ)**

### **РАЗДЕЛ I. ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ (36/11 ЧАС.)**

#### **Тема 1. Основные законы, элементы и параметры электрических цепей (4/1 час.).**

Основные интегральные величины и понятия электромагнитного поля, применяемые в теории электрических цепей: напряжение и, электродвижущая сила  $e$ , ток  $i$ , заряд  $Q$ , магнитный поток  $\Phi$ . Определение смысла условно–положительных направлений тока и напряжения. Пассивные идеализированные элементы электрических схем: сопротивление, индуктивность, емкость. Связи токов и напряжений на элементах. Определение электрической цепи и электрической схемы. Определение свойств цепи "пассивная" или " активная". Представление реальных генераторов источниками тока и напряжения и их взаимные преобразования.

#### **Тема 2. Электрическая цепь однофазного синусоидального электрического тока (4/2 час.).**

Законы Кирхгофа, система интегро–дифференциальных уравнений, описывающих электрическую цепь. Выбор условно–положительных направлений токов в узлах или сечениях и условно–положительных направлений напряжений и источников ЭДС в контурах при формулировке первого и второго законов Кирхгофа. Формирование системы уравнений относительно токов с использованием связи между токами и напряжениями на элементах  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Расчет числа независимых уравнений по количеству

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 7 из 116

ветвей и узлов цепи. Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности в цепях синусоидального тока. Баланс мощностей в электрической цепи.

### **Тема 3. Применение комплексных чисел и векторных диаграмм к расчету электрических цепей (4/1 час.).**

Изображение синусоидальных величин комплексными числами. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной (символической) форме. Правила символического представления синусоидальных функций токов, напряжений и источников с помощью комплексных чисел и их представления на комплексной плоскости в виде векторов. Основные свойства символических изображений: свойства линейности, особенности символических изображений производной и интеграла от синусоидальной функции. Связь между комплексными сопротивлениями  $\underline{Z} = \underline{R} + j\underline{X}$  и проводимостями  $\underline{Y} = \underline{G} - j\underline{B}$  двухполюсников, а также связь между их активными и реактивными составляющими.

### **Тема 4. Преобразование схем электрических цепей (4/1 час.).**

Определение последовательного, параллельного и смешанного соединений участков цепи. Анализ линейных электрических цепей с помощью преобразований (последовательное, параллельное и смешанное соединения. "треугольник – звезда"). Выражения эквивалентных комплексных сопротивлений и проводимостей для последовательного и параллельного соединений. Расчет схемы смешанного соединения.

### **Тема 5. Методы расчета сложных электрических цепей (4/1 час.).**

Метод контурных токов для анализа линейных электрических цепей. Понятие контурного тока. Порядок вычисления токов ветвей через контурные токи. Метод узловых напряжений (потенциалов) для анализа линейных электрических цепей. Понятие узлового напряжения (потенциала).

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 8 из 116

Теорема об эквивалентном генераторе. Определение параметров эквивалентного генератора  $E_g$ ,  $Z_g$ . Входные, взаимные сопротивления, проводимости в электрической цепи, другие функции цепи. Принцип наложения, свойства взаимности в линейных электрических цепях, теорема о компенсации. Комплексная мощность. Баланс мощностей в сложных электрических цепях.

### **Тема 6. Резонанс в электрических цепях и частотные характеристики (4/2 час.).**

Резонансные явления и частотные характеристики в цепи, составленной из последовательно соединенного резистора, емкости и индуктивности. Аналитические зависимости для частотных характеристик сопротивлений  $X(\omega)$ ,  $Z(\omega)$  тока  $I(\omega)$ , напряжений  $U_L(\omega)$ ,  $U_C(\omega)$ , угла сдвига фаз  $\varphi(\omega)$  и построение графиков этих зависимостей. Резонансные явления и частотные характеристики в цепи, составленной из параллельно соединенных резистора, индуктивности и емкости. Аналитические зависимости частотных характеристик проводимостей  $B(\omega)$ ,  $Y(\omega)$ , токов  $I_G(\omega)$ ,  $I_C(\omega)$ ,  $I_L(\omega)$ , угла сдвига фаз  $\varphi(\omega)$  и построение графиков этих зависимостей. Резонансные явления и частотные характеристики реактивных двухполюсников. Особенности резонансных явлений и частотных характеристик линейных двухполюсников при наличии потерь.

### **Тема 7. Индуктивно связанные электрические цепи (4/1 час.).**

Анализ электрической цепи при наличии взаимно – индуктивных связей между ее ветвями. Определение параметра взаимной индуктивности  $M$ , согласного и встречного включений. Уравнения для мгновенных и комплексных выражений последовательно соединенных индуктивно – связанных катушек, векторные диаграммы. Воздушный (линейный) трансформатор, его свойства и схемы замещения.



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 9 из 116

### **Тема 8. Цепи периодического несинусоидального тока (4/1 час.).**

Порядок расчета линейных электрических цепей с несинусоидальными периодическими токами и напряжениями. Представление о разложении периодических несинусоидальных величин (токов и напряжений) в ряд Фурье. Пример сведения расчета цепи с несинусоидальными токами к расчету нескольких синусоидальных режимов. Действующие значения несинусоидальных периодических токов и напряжений. Мощность в цепи с несинусоидальными периодическими токами и напряжениями.

### **Тема 9. Цепи трехфазного тока (4/2 час.).**

Цепи трехфазного тока, способы соединений, линейные и фазные токи и напряжения. Мощность трехфазной цепи. Мгновенные выражения трехфазной системы ЭДС, векторная диаграмма. Способы соединений "звезда" и "треугольник" для трехфазных источников и нагрузок. Симметричные трехфазные цепи и их расчет, случай соединения "звезда". Симметричные трехфазные цепи и их расчет, случай соединения "треугольник". Расчет несимметричных режимов трехфазных электрических цепей. Метод симметричных составляющих при расчете несимметричных режимов в трехфазных цепях.

## **РАЗДЕЛ II. ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ И ЦЕПИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ (36/9 ЧАС.)**

**Тема 10. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Классический метод расчета (4/1час.).**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 10 из 116

Переходные процессы в электрических цепях. Общие вопросы, правила коммутации. Классический метод (переходные процессы в цепях первого, второго порядка, общий случай). Правила коммутации. Независимые и зависимые начальные условия. Схемы замещения на момент коммутации при нулевых и ненулевых начальных условиях. Постоянная времени.

**Тема 11. Операторный метод расчета переходных процессов. Метод переменных состояния (4/ час.).**

Операторный метод (законы Ома и Кирхгофа в операторной форме, учет ненулевых начальных условий). Переход от изображений к оригиналу, теорема разложения. Формирование уравнений состояния. Современные методы их решения.

**Тема 12. Четырехполюсники. Электрические фильтры (4/1 час.).**

Четырехполюсник, его А–параметры и схемы замещения. Определение четырехполюсника, активного и пассивного, симметричного и несимметричного. Способы определения параметров четырехполюсника. Основные схемы замещения пассивного четырехполюсника. Теория реактивных (идеальных) фильтров (алгоритм определения зоны прозрачности и оценки других качеств реактивных фильтров. Г–образные звенья фильтров нижних частот типа k и типа m; метод преобразования частот; построение схем реактивных фильтров верхних частот, полосовых, заграждающих фильтров типа k и типа m.

**Тема 13. Цепи с распределенными параметрами (4/2 час.).**

Уравнения длинных линий и их решения в случае установившегося синусоидального режима. Выражения бегущих волн, характеристика прямых и обратных волн, графические зависимости их мгновенных величин,

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 11 из 116

определение коэффициентов отражения тока и напряжения от конца линии. Параметры: волновое сопротивление линии  $Z_c$ , коэффициент распространения  $\gamma = \alpha + j\beta$ , коэффициент затухания  $\alpha$ , фазовая скорость  $V$ , длина волны  $\lambda$ . Понятие неискажающей линии и характеристика параметров в условиях неискажающей линии. Длинная линия без потерь как неискажающая линия. Распределение напряжения и тока вдоль линии. Входное сопротивление линии. Особенности коэффициента распространения длинной линии без потерь и общий вид ее уравнений. Распределение напряжения и тока вдоль линии в следующих режимах: режим согласованной нагрузки; режим холостого хода и короткого замыкания (стоячие волны); режим нагрузки с произвольной величиной активного сопротивления.

#### **Тема 14. Нелинейные резистивные цепи. Методы анализа нелинейных резистивных цепей (4/1 час.).**

Нелинейные резистивные цепи (графический метод расчета токов и напряжений при последовательном, параллельном, смешанном соединениях нелинейных двухполюсников). Семейства вольтамперных характеристик электронного триода, биполярного транзистора. Рабочая точка, дифференциальные параметры электронных приборов. Схемы замещения приборов, зависимые источники.

#### **Тема 15. Магнитные цепи (4/1 час.).**

Магнитные цепи постоянного тока. Законы Кирхгофа для магнитных цепей. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей (прямая и обратная задача).

#### **Тема 16. Нелинейные цепи переменного тока. Переходные процессы в нелинейных электрических цепях (4/1 час.).**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 12 из 116

Основные методы расчета нелинейных электрических цепей переменного тока. Метод, основанный на использовании характеристик для мгновенных значений. Расчет нелинейных цепей переменного тока с использованием вольтамперных характеристик по первым гармоникам, для действующих значений. Метод эквивалентных синусоид. Метод гармонического баланса. Общая характеристика переходных процессов в нелинейных цепях. Метод условной линеаризации. Метод аналитической аппроксимации нелинейной характеристики. Метод кусочно-линейной аппроксимации нелинейной характеристики. Метод последовательных интервалов. Метод графического интегрирования.

**Тема 17. Уравнения электромагнитного поля. Электростатическое поле. Электрическое поле постоянных токов. Магнитное поле постоянных токов. Расчет параметров (4/1 час.).**

Система уравнений электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной формах. Электростатическое поле и поле постоянных токов как частные случаи электромагнитного поля. Градиент электрического потенциала. Уравнения Пуассона и Лапласа. Граничные условия. Методы расчета электрической емкости. Емкость двухпроводной линии с учетом влияния земли. Емкость трехфазной линии передач. Электрическое поле и поле вектора плотности тока в проводящей среде. Аналогия с электростатическим полем. Сопротивление заземления. Магнитное поле постоянных токов. Скалярный и векторный магнитные потенциалы. Метод зеркальных изображений. Взаимная индуктивность между двумя двухпроводными линиями. Индуктивность двухпроводной линии. Индуктивность трехфазной линии.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 13 из 116

**Тема 18. Уравнения электромагнитного поля. Электростатическое поле. Электрическое поле постоянных токов. Магнитное поле постоянных токов. Расчет параметров (2 час.).**

Плоская электромагнитная волна в диэлектрике. Скорость распространения электромагнитной волны. Вектор Пойнтинга. Поток электромагнитной энергии. Передача электромагнитной энергии вдоль проводов линии.

**Тема 19. Поверхностный эффект. Расчет параметров ЛЭП с учетом поверхностного эффекта (2/1 час.).**

Плоская электромагнитная волна в проводящей среде. Длина волны и затухание волны. Явление поверхностного эффекта. Активное и внутреннее индуктивное сопротивление проводов. Сопротивление проводов при резком поверхностном эффекте. Эффект близости. Магнитный поверхностный эффект.

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ  
ДИСЦИПЛИНЫ (144/28 ЧАСА)**

**Практические работы (108/20 час.)**

**Занятие 1. Эквивалентные преобразования (2/1 часа).**

1. Эквивалентные преобразования при последовательном соединении элементов.

2. Эквивалентные преобразования при параллельном соединении элементов.

3. Эквивалентные преобразования при смешанном соединении элементов.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 14 из 116

## **Занятие 2. Связь токов и напряжений на элементах цепи (2 час.).**

1. Связь тока и напряжения на резистивном элементе.
2. Связь тока и напряжения на индуктивном элементе.
3. Связь тока и напряжения на емкостном элементе.

## **Занятие 3. Цепи синусоидального тока (2/1 час.).**

1. Аналитическая запись синусоидальной функции.
2. Определение основных параметров синусоидальной функции.
3. Графическое изображение синусоидальных величин токов и напряжений. Выбор масштабов.

## **Занятие 4. Комплексный метод расчета линейных электрических цепей (2/1 час.).**

1. Изображение синусоидальной функции на комплексной плоскости.
2. Алгебра комплексных чисел.
3. Правила перевода комплексных чисел из алгебраической формы в показательную и обратно.
4. Обучение в использовании калькуляторов при переводе комплексных чисел.

## **Занятие 5. Расчет цепей при последовательном соединении элементов (2 час.).**

1. Комплексный метод расчета при последовательном соединении резистивного и емкостного элементов.
2. Комплексный метод расчета при последовательном соединении резистивного и индуктивного элементов.
3. Комплексный метод расчета при последовательном соединении трех пассивных элементов цепи.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 15 из 116

### **Занятие 6. Расчет цепей при параллельном соединении элементов (2 час.).**

1. Комплексный метод расчета при параллельном соединении резистивного и емкостного элементов.
2. Комплексный метод расчета при параллельном соединении резистивного и индуктивного элементов.
3. Комплексный метод расчета при параллельном соединении трех пассивных элементов цепи.

### **Занятие 7. Смешанное соединение элементов (2/1 час.).**

1. Комплексный метод расчета при смешанном соединении резистивного и емкостного элементов.
2. Алгоритм расчета смешанного соединения элементов.
3. Расчет цепей смешанного соединения при нетрадиционной постановке задачи.

### **Занятие 8. Мощность в цепи синусоидального тока (2 час.).**

1. Мгновенная мощность.
2. Расчет активной мощности цепи.
3. Способы расчета реактивной мощности цепи.
4. Полная и комплексная мощность.

### **Занятие 9. Резонанс (2/1 час.).**

1. Условие резонанса в цепи с последовательным соединением элементов.
2. Расчет добротности, волнового сопротивления, затухания.
3. Резонанс при параллельном соединении.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 16 из 116

### **Занятие 10. Резонанс в цепях с потерями (2 час.).**

1. Условие резонанса в цепи с потерями.
2. Дуальные схемы цепей с потерями.
3. Расчет резонансной частоты в цепи с двумя пассивными реальными элементами, включенными параллельно.

### **Занятие 11. Частотные характеристики (2 час.).**

1. Построение частотных характеристик  $Z(\omega)$ ,  $X_L(\omega)$ ,  $X_C(\omega)$ ,  $X(\omega)$ .
2. Правила Фостера при построении частотных характеристик реактивных двухполюсников.

### **Занятие 12. Уравнения по законам Кирхгофа в сложных цепях (2/1 час.).**

1. Основные матрицы, при расчете сложных электрических цепей.
2. Построение графа электрической цепи.
3. Расчет количества уравнений, необходимых и достаточных для описания схемы по законам Кирхгофа.
4. Описание схем по законам Кирхгофа.

### **Занятие 13. Метод контурных токов (2/1 час.).**

1. Выбор основных контуров.
2. Построение графа с заданными ветвями дерева.
3. Матрица основных контуров  $C$ .
4. Описание схемы по методу контурных токов.

### **Занятие 14. Метод узловых напряжений (2/1 час.).**

1. Выбор базисного узла схемы.
2. Количество уравнений, необходимых для описания схемы по методу узловых потенциалов.



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 17 из 116

3. Матрица соединений А.

4. Описание схемы по методу узловых потенциалов. Расчет всех токов ветвей.

### **Занятие 15. Метод наложения (2 час.).**

1. Принцип суперпозиций.

2. Разбиение схемы на несколько подсхем, содержащих один единственный источник.

### **Занятие 16. Метод эквивалентного генератора (2 час.).**

1. Теорема об эквивалентном генераторе.

2. Расчет напряжения холостого хода с целью определения эдс эквивалентного генератора.

3. Формирование пассивной электрической цепи. Расчет сопротивления эквивалентного генератора.

### **Занятие 17. Принцип взаимности, метод переноса источников, преобразование звезды в треугольник и наоборот (2 час.).**

1. Понятие входных и взаимных сопротивлений и проводимостей.

2. Эквивалентные преобразования в цепи, содержащей параллельно включенные участки с источниками эдс.

3. Формулы преобразования соединения звездой в соединение треугольником.

4. Формулы преобразования соединения треугольником в соединение звездой.

### **Занятие 18. Заключительное занятие по методам расчета сложных электрических цепей (2 час.).**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 18 из 116

Контрольная работа.

**Занятие 19. Разложение в ряд Фурье несинусоидальных периодических функций (2 час.).**

1. Ряды Фурье при различных типах симметрии.
2. Алгоритм расчета цепей при периодических несинусоидальных возмущениях.

**Занятие 20. Расчет цепей при периодических несинусоидальных напряжениях (2 час.).**

1. Расчет цепей при последовательном соединении элементов при периодических несинусоидальных напряжениях.
2. Параллельное соединение элементов при периодических несинусоидальных напряжениях.
3. Смешанное соединение элементов при периодических несинусоидальных напряжениях.

**Занятие 21. Индуктивно связанные цепи, основные понятия (2/1 час.).**

1. Эдс самоиндукции, эдс взаимной индукции.
2. Согласное включение индуктивно связанных элементов.
3. Встречное включение индуктивно связанных элементов.
4. Параллельное включение индуктивно связанных элементов. Развязка индуктивных связей.

**Занятие 22. Составление уравнений различными методами в индуктивно связанных цепях (2 час.).**

1. Описание схемы с индуктивными связями по законам Кирхгофа.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 19 из 116

2. Описание схемы с индуктивными связями по методу контурных токов.

3. Уравнения линейного трансформатора.

### **Занятие 23. Частотные характеристики индуктивно связанных цепей (2 час.).**

1. Условие резонанса в индуктивно связанных цепях. Расчет резонансной частоты.

2. Построение частотных характеристик индуктивно связанных цепях при различных значениях добротности.

### **Занятие 24. Расчет трехфазной симметричной цепи (2/1 час.).**

1. Расчет трехфазной симметричной цепи при соединении нагрузки звездой. Связь между фазными и линейными величинами токов и напряжений.

2. Расчет трехфазной симметричной цепи при соединении нагрузки треугольником. Связь между фазными и линейными величинами токов и напряжений.

3. Анализ трехфазной симметричной цепи по схеме, составленной на одну фазу.

### **Занятие 25. Вычисление мощности в симметричной трехфазной цепи (2/1 час.).**

1. Мгновенная мощность трехфазной цепи. Уравновешенные и неуравновешенные цепи.

2. Активная, реактивная и полная мощность трехфазной симметричной цепи.

3. Комплексная мощность трехфазной симметричной цепи.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 20 из 116

4. Активная, реактивная и полная мощность трехфазной несимметричной цепи.

5. Комплексная мощность трехфазной несимметричной цепи.

6. Способы измерения активной мощности.

### **Занятие 26. Расчет несимметричной трехфазной цепи (2/1 час.).**

1. Расчет трехфазной цепи при несимметричной нагрузке (неоднородной  $\underline{Z}_A \neq \underline{Z}_B \neq \underline{Z}_C$ ).

2. Расчет трехфазной цепи при обрыве одной фазы.

3. Расчет трехфазной цепи при коротком замыкании в одной из фаз.

4. Анализ несимметричных режимов в трехфазной цепи с использованием векторных диаграмм.

### **Занятие 27. Применение метода симметричных составляющих к анализу несимметричных трехфазных цепей (2/1 час.).**

1. Симметричные составляющие прямого, обратного и нулевого чередования фаз.

2. Аналитическое разложение несимметричных систем напряжений и токов на симметричные составляющие.

3. Графическое разложение несимметричных систем напряжений и токов на симметричные составляющие.

### **Занятие 28. Метод симметричных составляющих при поперечной и продольной несимметрии (2/1 час.).**

1. Расчет трехфазной цепи методом симметричных составляющих при несимметричном источнике.

2. Анализ трехфазной цепи методом симметричных составляющих при поперечной несимметричной нагрузке.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 21 из 116

3. Анализ трехфазной цепи методом симметричных составляющих при продольной несимметрии.

### **Занятие 29. Высшие гармоники в трехфазных цепях (2/1 час.).**

1. Поведение высших гармоник в трехфазных цепях.
2. Отличие схем замещения трехфазных электрических цепей для различных номеров гармоник, входящих в разложение несинусоидальных напряжений источника.

### **Занятие 30. Начальные условия (2/1 час.).**

1. Правила коммутации при расчете переходных процессов.
2. Расчет независимых начальных условий в цепях первого порядка.
3. Расчет зависимых начальных условий в цепях первого порядка.

### **Занятие 31. Расчет начальных условий при анализе переходных процессов в разветвленных цепях (2 час.).**

1. Расчет независимых начальных условий в цепях второго порядка.
2. Расчет зависимых начальных условий в цепях второго порядка.

### **Занятие 32. Определение корней характеристического уравнения (2 час.).**

1. Способы определения корней характеристического уравнения.
2. Получение характеристического уравнения путем приравнивания к нулю главного определителя системы, составленной по методу контурных токов  $\Delta(p) = 0$ .
3. Получение характеристического уравнения путем приравнивания к нулю входного сопротивления цепи  $Z(p) = 0$ .

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 22 из 116

**Занятие 33. Расчет переходных процессов классическим методом в цепях первого порядка (2/1 час.).**

1. Алгоритм расчета переходных процессов классическим методом.
2. Анализ переходных процессов классическим методом в цепях первого порядка.

**Занятие 34. Расчет переходных процессов классическим методом в цепях второго порядка (2 час.).**

1. Отличие алгоритма расчета переходных процессов классическим методом в цепях второго порядка.
2. Анализ переходных процессов классическим методом в цепях второго порядка.

**Занятие 35. Расчет переходных процессов классическим методом в разветвленных цепях (2/1 час.).**

1. Последовательность расчета переходных процессов классическим методом в разветвленных цепях.
2. Применение методов расчета сложных электрических цепей для расчета начальных условий и принужденных составляющих в разветвленных цепях.

**Занятие 36. Итоговое занятие по расчету переходных процессов в электрических цепях классическим методом (2 час.).**

Контрольная работа.

**Занятие 37. Расчет переходных процессов операторным методом(2 час).**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 23 из 116

1. Последовательность расчета переходных процессов операторным методом.

2. Преобразование Лапласа. Основные понятия операторных изображений функций.

3. Теорема разложения, и ее применение при переходе от изображения функции к ее оригиналу.

### **Занятие 38. Составление операторных схем и уравнений (2 час.).**

1. Операторные схемы замещения основных элементов электрической цепи.

2. Закон Ома и законы Кирхгофа в операторной форме записи.

3. Применение методов расчета сложных электрических цепей для получения операторных изображений величин.

### **Занятие 39. Интеграл Дюамеля (2 час.).**

1. Понятие единичной ступенчатой и импульсной функции.

2. Расчет переходных и импульсных характеристик.

3. Формула свертки.

4. Интеграл Дюамеля при воздействии на входе цепи сигнала произвольной формы.

### **Занятие 40. Метод переменных состояния (2 час.).**

1. Описание схем с помощью метода переменных состояния на основе законов Кирхгофа.

2. Правила построения нормального дерева схемы.

3. Формирование уравнений состояния с помощью эквивалентных источников.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 24 из 116

### **Занятие 41. Машинные методы решения задач по расчету переходных процессов (2 час.).**

1. Решение уравнений состояния численными методами.
2. Применение вычислительной системы MathCad при расчете переходных процессов методом переменных состояния.

### **Занятие 42. Определение А - параметров четырехполюсника (2/1 час.).**

1. Определение А – параметров Т- образной схемы замещения
2. Определение А – параметров П - образной схемы замещения четырехполюсника.
3. Экспериментальное определение А - параметров четырехполюсника.

### **Занятие 43. Определение Н- ,Y- , Z - и других параметров четырехполюсника (2 час.).**

1. Расчет Н- ,Y- , Z – параметров четырехполюсника на основе уравнений, составленных по законам Кирхгофа.
2. Экспериментальное определение Н- ,Y- , Z - параметров четырехполюсника.
3. Переход от одной формы системы уравнений четырехполюсника к другой форме. Связь между А- параметрами и Z- параметрами четырехполюсника.

### **Занятие 44. Расчет схем с различным включением четырехполюсников (2 час.).**

1. Описание четырехполюсников при каскадном соединении. А- параметры эквивалентного четырехполюсника.



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 25 из 116

2. Описание четырехполюсников при последовательном соединении. Z-параметры эквивалентного четырехполюсника.

3. Описание четырехполюсников при параллельном соединении. Y-параметры эквивалентного четырехполюсника.

4. Описание четырехполюсников при последовательно-параллельном соединении. H- параметры эквивалентного четырехполюсника.

5. Описание четырехполюсников при параллельно-последовательном соединении. G- параметры эквивалентного четырехполюсника.

#### **Занятие 45. Характеристические параметры четырехполюсника (2 час.).**

1. Условия согласования в цепных схемах.

2. Расчет входного характеристического сопротивления четырехполюсника.

3. Расчет выходного характеристического сопротивления четырехполюсника.

4. Определение меры передачи через первичные параметры четырехполюсника.

#### **Занятие 46. Электрические фильтры (2/1 час.).**

1. Определение типа фильтров по полосе пропускания с помощью построения частотных характеристик.

2. Частотные свойства LC- фильтров нижних частот.

3. Частотные свойства LC- фильтров верхних частот.

4. Расчет диапазона частот реактивных фильтров, для которого коэффициент затухания  $\alpha = 0$ .

#### **Занятие 47. Активные четырехполюсники (2 час.).**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 26 из 116

1. Каскадная реализация активных РС - фильтров.
2. Анализ активного звена фильтра нижних частот второго порядка.

#### **Занятие 48. Линии с распределенными параметрами (2 час.).**

1. Уравнения линии с распределенными параметрами, их решение в синусоидальном режиме.
2. Моделирование линии цепной схемой.
3. Основные параметры линии в согласованном режиме. Прямая и обратная волны.

#### **Занятие 49. Различные режимы работы линий с распределенными параметрами (2 час.).**

1. Неискажающая линия. Линия без потерь.
2. Различные режимы линии без потерь.
3. Режим согласования нагрузки.
4. Режим холостого хода.
5. Режим короткого замыкания.
6. Включение линии на емкость, индуктивность, активное сопротивление.

#### **Занятие 50. Нелинейные цепи постоянного тока (2 час.).**

1. Построение вольтамперных характеристик нелинейных элементов.
2. Графический метод расчета цепи с последовательным соединением нелинейных элементов.
3. Графический метод расчета цепи при параллельном соединении нелинейных элементов.
4. Графический метод расчета цепи при смешанном соединении нелинейных элементов.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 27 из 116

5. Применение метода эквивалентного генератора к расчету цепей, содержащих ограниченное количество нелинейных элементов.

### **Занятие 51. Нелинейные цепи переменного тока (2 час.).**

1. Расчет нелинейных цепей переменного тока с использованием вольтамперных характеристик по первым гармоникам, для действующих значений.

2. Метод эквивалентных синусоид.
3. Метод гармонического баланса.

### **Занятие 52. Расчет нелинейных цепей по мгновенным токам (2 час.).**

1. Метод, основанный на использовании характеристик для мгновенных значений.

### **Занятие 53. Магнитные цепи постоянного тока(2 час.).**

1. Законы Кирхгофа при описании магнитных цепей.
2. Эквивалентные аналогии в магнитных и электрических цепях.
3. Решение прямой задачи разветвленной магнитной цепи.
4. Решение обратной задачи разветвленной магнитной цепи.

### **Занятие 54. Заключительное занятие. Подведение итогов (2 час.).**

Контрольная работа.

### **Лабораторные работы (36/8 час.)**

**Лабораторная работа №1 (2/1 часа).** Экспериментальное определение параметров пассивных элементов электрической цепи, с использованием активного метода обучения – «круглого стола».

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 28 из 116

**Лабораторная работа №2 (2/1 часа).** Последовательное и параллельное соединение элементов электрической цепи, **с использованием активного метода обучения – «круглого стола».**

**Лабораторная работа №3 (2/1 часа).** Исследование свойств электрических цепей синусоидального тока **(с использованием активных методов обучения – коллективные решения творческих задач, моделирование производственных процессов и ситуаций).**

**Лабораторная работа №4 (2/1 часа).** Сложные цепи **(с использованием активного метода обучения – «круглого стола»).**

**Лабораторная работа №5 (2/1 часа).** Резонансные явления и частотные характеристики электрической цепи с последовательным соединением элементов, **(с использованием активного метода обучения – метод «Моделирования производственных процессов и ситуаций»).**

**Лабораторная работа №6 (2/1 часа).** Резонансные явления и частотные характеристики электрической цепи с параллельным соединением элементов, **(с использованием активного метода обучения – «круглого стола»).**

**Лабораторная работа №7 (2/1 часа).** Электрическая цепь со взаимной индукцией. Резонанс и частотные характеристики в цепях со взаимной индукцией, **(с использованием активного метода обучения – «круглого стола»).**

**Лабораторная работа №8 (2/1 часа).** Исследование трехфазной электрической цепи при соединении приемника звездой.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 29 из 116

**Лабораторная работа №9 (2/1 часа).** Исследование трехфазной электрической цепи при соединении приемника треугольником, (с использованием активного метода обучения – «круглого стола»).

**Лабораторная работа №10 (2/1 часа).** Исследование переходных процессов в электрических цепях, (с использованием активного метода обучения – метода «Моделирования производственных процессов и ситуаций»).

**Лабораторная работа №11 (2/1 часа).** Экспериментальное определение А-параметров четырехполюсника, (с использованием активного метода обучения – метода «Моделирования производственных процессов и ситуаций»).

**Лабораторная работа №12 (2/1 часа).** Экспериментальное определение Z- и Y-параметров четырехполюсника, (с использованием активного метода обучения – «круглого стола»).

**Лабораторная работа №13 (2 часа).** Входные и передаточные характеристики нелинейных резистивных цепей, (с использованием активного метода обучения – «круглого стола»).

**Лабораторная работа №14 (2 часа).** Экспериментальное исследование явлений феррорезонанса, (с использованием активного метода обучения – «круглого стола»).

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 30 из 116

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теоретические основы электротехники» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Линейные электрические цепи в установившемся режиме	ОПК-2	Знает соответствующий физико-математический аппарат. Знает методы анализа и моделирования электрических и магнитных цепей, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	3,5,7,9 недели (первого семестра обучения) – блиц-опрос на лекции (УО),	Экзамен. Вопросы 1-28 перечня типовых экзаменационных вопросов (ТОЭ, ч.1), Вопросы 1-10 перечня типовых экзаменационных вопросов (ТОЭ, ч.2),
			Умеет различать физико-	10 неделя (первого	

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 31 из 116
--	--	---	----------------

			<p>математический аппарат. Умеет различать методы анализа и моделирования электрических и магнитных цепей, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>	<p>семестра обучения) – тестирование <b>(ПР-1)</b>. Тесты (Приложение 1)</p>	
			<p>Владеет физико-математическим аппаратом.. Владеет методами анализа и моделирования электрических и магнитных цепей в установившихся режимах, теоретического и экспериментального исследования при решении</p>	<p>3,5,7,11,13 недели (первого семестра обучения) – защита индивидуальных домашних заданий <b>(УО-1)</b></p>	
2	Переходные процессы в электрических цепях и цепи с распределенными параметрами	ОПК-2	<p>Умеет составлять планы проведения активных и пассивных экспериментов на физических, математических и реальных объектах</p>	<p>9 неделя (второго семестра обучения) – тестирование <b>(ПР-1)</b>. Тесты (Приложение 1)</p>	<p>Экзамен. Вопросы 10-63 перечня типовых экзаменационных вопросов (ТОЭ, ч.2),</p>
			<p>Владеет навыками выполнения типовых экспериментальных исследований электрических цепей постоянного и переменного</p>	<p>2,4,6,8,10,12, 14 недели (второго семестра обучения) – защита лабораторных работ <b>(ПР-6)</b></p>	

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 32 из 116

			тока		
		ОПК-3	Знает основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей; методы анализа переходных процессов и цепей с распределенным и параметрами	3,5,7,9,11 недели (второго семестра обучения) – блиц-опрос на лекции (УО),	
			Владеет методами расчёта линейных электрических цепей в установившихся и переходных режимах	14 неделя (второго семестра обучения) – защита курсовой работы (ПР-5)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература** (электронные и печатные издания)

1. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учебное пособие / Г. И. Атабеков; Санкт-Петербург: Изд-во Лань, 2009. – 592 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382456&theme=FEFU>



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 33 из 116

2. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учебное пособие / Г. И. Атабеков, С. Д. Купалян, А. Б. Тимофеев [и др.] ; под ред. Г. И. Атабекова; ; Санкт-Петербург: Изд-во Лань, 2009. – 432 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382453&theme=FEFU>

3. Теоретические основы электротехники : Теория электрических цепей и электромагнитного поля : учебное пособие / С. А. Башарин, В. В. Федоров; Москва: Изд-во Академия, 2007. – 304 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:385620&theme=FEFU>

4. Анализ линейных активных цепей : учебно-методический комплекс / Г. Н. Герасимова, Л. В. Глушак, М. А. Кац ; Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета, 2008. – 227 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384644&theme=FEFU>

5. Анализ линейных активных цепей в установившемся и переходном режимах : методические указания / Дальневосточный государственный технический университет ; [сост. Г. Н. Герасимова, Л. В. Глушак, М. А. Кац]. Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета, 2009. – 62 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382841&theme=FEFU>

6. Электротехника и электроника : учебное пособие / М. А. Жаворонков, А. В. Кузин. Москва: Академия, 2008. – 394 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382023&theme=FEFU>

**Дополнительная литература**  
(электронные и печатные издания)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 34 из 116

1. Бычков Ю.А., В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышёв-Основы теории электрических цепей-СПб:Лань,2002-464с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:1699&theme=FEFU>
2. Основы теории электрических цепей (справочное пособие) : учебное пособие / Т. А. Татур. Москва: Высшая школа, 1980. – 271 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663354&theme=FEFU>
3. Сборник задач и практикум по основам теории электрических цепей -Под редакцией Ю.А.Бычкова, В.М. Золотницкого, Э.П.Чернышёва-СПб:Питер,2007-300с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:250014&theme=FEFU>
4. Попов В.П. Основы теории цепей. – М.: Высш. шк., 2000.–575 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:412763&theme=FEFU>
5. Новгородцев А.Б. 30 лекций по теории электрических цепей: – СПб.: Питер,2006.–519 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:373257&theme=FEFU>
6. Теоретические основы электротехники : учебник / Ф. Е. Евдокимов. Москва: Высшая школа, 2001. – 495 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:411157&theme=FEFU>
7. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. 10–е изд. – М.: Высш. шк. 2002.–638 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:400457&theme=FEFU>
8. Сборник задач по теоретическим основам электротехники : учебное пособие для вузов . ч. 1 / Г. Н. Герасимова, Л. В. Глушак, М. А. Кац [и др.] ; Изд-во: Дальневосточный государственный технический университет., 2004. – 111 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:395395&theme=FEFU>
9. Сборник задач по теоретическим основам электротехники : учебное пособие для вузов . ч. 2 / Г. Н. Герасимова, Л. В. Глушак, М. А. Кац [и др.] ;

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 35 из 116

Изд-во: Дальневосточный государственный технический университет., 2007.

– 124 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:392338&theme=FEFU>

10. Кузовкин В.А. Теоретическая электротехника: – М.: Логос, 2006.– 480 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:343066&theme=FEFU>

11. Электрические машины систем автоматики : методические указания к лабораторным работам / Дальневосточный государственный технический университет ; [сост. В. Д. Сергеев, С. М. Проскуренко]. Изд-во: Дальневосточный государственный технический университет, 2005. – 61 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:395646&theme=FEFU>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://window.edu.ru/resource/533/40533> Евсеев М.Е. Теоретические основы электротехники. Анализ линейных электрических цепей при установившихся режимах работы: Учебное пособие для вузов.- Изд-во СЗТУ, 2006.- 244 с.

2. <http://window.edu.ru/resource/219/64219> Киншт Н.В., Кац М.А., Герасимова Г.Н., Глушак Л.В., Силин Н.В., Цовбун Л.С. Теоретические основы электротехники: Сборник лабораторных работ. Ч.1. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003.- 66 с.

3. <http://window.edu.ru/resource/111/45111> Герасимова Г.Н., Глушак Л.В., Кац М.А., Киншт Н.В., Цовбун Л.С., Шеин А.Н., Яблокова В.С. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. Часть 1. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2004.- 112 с.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 36 из 116

4. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=90](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=90) Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи / Атабеков Г.И.. Изд-во: Лань, 2009. – 592 с.

5. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=644](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=644) Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле / Атабеков Г.И., Купалян С.Д., Тимофеев А.Б., Хухриков С.С.. Изд-во: Лань, 2010. – 432 с.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Научная электронная библиотека
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
3. Электронная библиотека «Консультант студента».
4. Электронно-библиотечная система
5. Информационная система «ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам».
6. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ, доступ к нормативным документам ДВФУ, расписанию, рассылке писем.
7. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint и т.д.)
8. Microsoft Visual Studio.
9. Microsoft Office Visio .
10. Microsoft Office Word
11. Графический редактор

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 37 из 116

12. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

Лекции проводятся с использованием проектора и мультимедийного комплекса для проведения лекций снутренней системы портала ДВФУ.

Лабораторные занятия проводятся в специализированном компьютерном классе.

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Теоретические основы электротехники» отводится 216/46 часов аудиторных занятий и 180/350 часов самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалога с аудиторией, устных блиц-опросов ,проводимых в начале лекции и ориентированных на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

- **практические занятия** проводятся с использованием учебных пособий, разработанных коллективом авторов на кафедре электроэнергетики и электротехники:

1. Герасимова Г.Н., Глушак Л.В., Кац М.А., Киншт Н.В., Цовбун Л.С., Шеин А.Н., Яблокова В.С. Сборник задач по теоретическим основам

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 38 из 116

электротехники. Часть 1: Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ 2005.–106 с.

2. Герасимова Г.Н., Глушак Л.В., Кац М.А., Киншт Н.В., Цовбун Л.С., Шеин А.Н., Яблокова В.С. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. Часть 2: Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ 2007.–125 с.

В начале каждого практического занятия преподаватель проводит устный опрос по теме занятия (разминку), затем показывает пример решения задач, либо их решают вызванные к доске студенты. Затем студенты решают задачи самостоятельно. Варианты схем, числовых значений заданных величин строго индивидуализированы. Заключительная стадия такого обучения выполняется самостоятельно в виде домашнего задания. Здесь студенту предлагается при необходимости завершить решение классных задач и дополнительно решить одну – две задачи по материалу последнего занятия.

- **лабораторные работы** проводятся малыми группами. Рабочие бригады содержат в своем составе по 3 человека.

При выполнении лабораторных работ студенты используют методические указания, которые доступны в фондах НБ ДВФУ в соответствующем разделе:

1. Сборник лабораторных работ по курсу «Теоретические основы электротехники» – Ч.1/сост. Г.Н. Герасимова, Л.В. Глушак, Н.В. Силин, А.Н. Шеин; Дальневост. федерал. ун-т. – Владивосток: Издат. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2011. – 68 с.

2. Экспериментальное исследование электрических цепей: метод. указания к лаб. работам. – Ч.2/сост. Г.Н. Герасимова, Л.В. Глушак, Н.В. Силин, А.Н. Шеин; Дальневост. федерал. ун-т. – Владивосток: Издат. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012. – 56 с.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 39 из 116

Выполнение каждой лабораторной работы предполагает проведение трех обязательных шагов:

1) Выполнение предварительного расчета (элемент самостоятельной работы студентов). Варианты по номеру стенда и по подгруппе озвучиваются преподавателем заранее.

2) Проведение эксперимента (либо на стендовом оборудовании, либо с помощью компьютерных технологий). Применяются различные методы активного обучения: разминка, коллективные решения творческих задач, моделирование производственных процессов и ситуаций и т.д.

3) Защита лабораторной работы. Проводится защита методами активного обучения: «круглого стола», методом работы в малых группах.

Круглый стол, но малыми группами, удобен при проведении защит лабораторных работ. Характерной чертой «круглого стола» является сочетание тематической дискуссии с групповой консультацией. Принципы проведения остаются теми же самыми, но заранее готовятся карточки с вопросами. Ответ на каждый вопрос, предварительно выданный преподавателем, обсуждается бригадой, в которую входит по 3-4 студента. Затем озвучивается ответ одним из студентов, остальные его ответ дополняют.

**-самостоятельная работа** в виде подготовки к рубежному тестированию и выполнению индивидуальных заданий направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и практических занятий. К самостоятельной работе относится выполнение курсовой работы.

В 4 семестре выполняется курсовая работа. Курсовая работа состоит из двух частей: 1. «Анализ линейной электрической цепи в установившемся режиме при синусоидальном воздействии» и 2. «Анализ трехфазной электрической цепи».

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 40 из 116

В ходе выполнения курсовой работы закрепляются знания по анализу и расчету простейших и сложных электрических цепей на переменном токе, трехфазных электрических цепей в симметричном и несимметричном режимах.

Последующая защита курсовой работы развивает навыки работы в коллективе, умение доказательно обосновывать свою речь, развивает коммуникативные и творческие навыки, позволяет расширить знания по изучаемой дисциплине.

По данной дисциплине разработаны учебные пособия, которые доступны в фондах НБ ДВФУ в соответствующем разделе:

1. Глушак Л.В., Шеин А.Н. Анализ линейных электрических цепей в установившемся и переходном режимах: практикум по курсу «Теоретические основы электротехники» [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. – [287 с.] - 1CD. – Систем. требования: процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память 256 МБ, Windows (XP; Vista; 7 и т.п); Acrobat Reader, Fox-it Reader либо любой другой их аналог. ISBN 978-5-7444-3418-2.

2. Киншт Н.В., Кац М.А., Герасимова Г.Н., Глушак Л.В., Силин Н.В., Цовбун Л.С. Сборник лабораторных работ по курсу «Теоретические основы электротехники». Методические указания для студентов электротехнических и радиотехнических специальностей (очной и заочной форм обучения). – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003 – 62 с.

Сами пособия приложены к РПУД в электронном виде в приложении к РПУД (Приложение 3).

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 41 из 116

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Теоретические основы электротехники» проходят в аудиториях, оборудованных компьютерами типа Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами MicrosoftOffice 2010 и аудио-визуальными средствами проектор Panasonic DLPProjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716ССВАМ4716СJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Теоретические основы электротехники»**

**Направление подготовки – 13.03.02 Электроэнергетика**

**и электротехника**

**профиль «Электроснабжение»**

**Форма подготовки (очная/ заочная)**

**Владивосток**

**2017**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п, тема работы</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид СРС</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1. Расчет простейшей электрической цепи однофазного электрического тока.	1.09.18- 20.09.18	ИДЗ	1 неделя	УО
2. Применение комплексных чисел и векторных диаграмм к расчету электрических цепей при последовательном и параллельном соединении элементов.	22.09.18- 27.09.18	ИДЗ	1 неделя	УО
3. Преобразование схем электрических цепей.	27.09.18- 05.10.18	ИДЗ	1 неделя	УО
4. Методы расчета сложных электрических цепей.	07.10.18- 22.10.18	ИДЗ, контрольная работа	2 недели	УО, ПР-2
5. Резонанс в электрических цепях. Построение частотных характеристик.	24.10.18- 08.11.18	ИДЗ	2 недели	УО
6. Расчет индуктивно связанные электрические цепи	9.11.18- 26.11.18	ИДЗ	2 недели	УО
7. Цепи периодического несинусоидального тока	28.11.18- 02.12.18	ИДЗ	2 недели	УО
8. Цепи трехфазного тока при симметричном режиме.	04.12.18- 11.12.18	ИДЗ, контрольная работа	2 недели	УО, ПР-2
9. Расчет	12.12.18-	ИДЗ	2 недели	УО

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 44 из 116
--	--	---	----------------

несимметричных режимов в трехфазных цепях.	23.12.18			
10. Весь раздел «Линейные электрические цепи в установившемся режиме».	25.12.18-	Тест	1 час	ПР-1
11. Защита лабораторных работ первой части курса «Теоретические основы электротехники»	В течение семестра	Тесты	18 часов	ПР-6
12. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Классический метод расчета	08.02.19- 14.02.19	ИДЗ	2 недели	УО
13. Расчет переходных процессов с применением преобразования Лапласа к расчету переходных процессов. Интеграл Дюамеля.	16.02.19- 02.03.19	ИДЗ	2 недели	УО
14. Расчет первичных параметров четырехполюсников. Построение схем замещения электрических фильтров.	11.03.19- 25.03.19	ИДЗ	2 недели	УО
14. Расчет вторичных параметров цепи. Цепи с распределенными параметрами.	05.04.19- 19.04.19	ИДЗ	2 недели	УО
15. Нелинейные резистивные цепи. Методы анализа нелинейных резистивных	21.04.19- 11.05.19	ИДЗ	2 недели	УО

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 45 из 116

цепей				
16. Весь раздел «Переходные процессы в электрических цепях и цепи с распределенными параметрами».	22.05.19	Тест	1 час	ПР-1
17. Защита лабораторных работ второй части курса «Теоретические основы электротехники».	В течение семестра	Тесты	18 часов	ПР-6
18. Выполнение курсовой работы.	В течение семестра	ИДЗ	В течение семестра	ПР-5

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде индивидуальных заданий, тестов, контрольных работ по каждому разделу РПУД, полного комплекта заданий по курсовой работе и хранятся на кафедре электроэнергетики и электротехники.

Для расчётов и оформления курсовой работы и ИДЗ используются программы: Mathcad, Matlab, World, Excel, Vizio.

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению**

В качестве заданий для самостоятельной работы студентов в курсе «Теоретические основы электротехники» рассматриваются индивидуальные задания, выполняемые во время или после практического занятия; контрольные работы; тесты; предварительные расчеты и защиты лабораторных работ; курсовая работа.

Индивидуальные задания (ИДЗ) студенты выполняют в соответствии с номером варианта, выдаваемого преподавателем в начале семестра. Содержательная часть ИДЗ представлена в учебном пособии в

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 46 из 116

соответствующих разделах, посвященных практическим и лабораторным занятиям.

При подготовке к очередному **практическому занятию** студент должен по конспекту своих лекционных записей, а также с помощью учебной литературы изучить соответствующий теоретический материал, ответить на вопросы и решить несколько задач, носящих, как правило, иллюстрационный характер. Сноски на соответствующие разделы учебников, вопросы и предназначенные для такой подготовительной работы задачи приведены в учебных пособиях, доступных для студентов как на кафедре электроэнергетики и электротехники, в библиотеке, так и на электронных носителях.

Далее на начальной стадии каждого занятия несколько задач в качестве образцов решаются преподавателем или преподавателем и вызванными к доске студентами.

Затем студенты решают задачи самостоятельно. Тексты каждой из таких задач общие, а варианты схем, числовых значений заданных величин строго индивидуализированы.

Наконец, заключительная стадия такого обучения выполняется самостоятельно в виде домашнего задания. Здесь студенту предлагается при необходимости завершить решение классных задач и дополнительно решить одну – две задачи по материалу последнего занятия.

Учет выполнения студентами требований, предусмотренных данной методикой, позволяет преподавателю объективно оценивать их при каждой аттестации.

Каждое предварительное и аудиторное задания, выполненные студентами, оцениваются. Эти оценки определяют оценку по текущей аттестации и наряду с результатами выполнения курсовых заданий учитываются при получении экзамена. Выполненные индивидуальные

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 47 из 116

задания оформляются в письменном виде. Требования по оформлению: аккуратность, правильность записи расчетных данных, изображение электрических цепей с использованием электротехнических ГОСТов и стандартов.

Задания для самостоятельной работы представлены в сборниках задач по ТОЭ, ч.1 и ч.2, разработанных преподавателями кафедры. Также указания для выполнения курсовой работы находятся в методических указаниях по выполнению курсовых работ. После самостоятельного решения студенты могут сравнить полученные результаты с компьютерным решением, находящимся у преподавателя.

При выполнении **лабораторных работ** студент выполняет индивидуальный предварительный расчет, строит необходимые графики, векторные диаграммы после проработки теоретического материала и в лаборатории проверяет полученные результаты на опыте, объясняя совпадение или расхождение опытных данных и расчетов.

В процессе изучения курса «Теоретические основы электротехники» студенты дневной формы обучения выполняют **курсовую работу** по теории электрических цепей с целью более глубокого изучения двух важнейших разделов дисциплины.

**Типовой перечень тем курсовых работ и заданий по их выполнению:**

1. Анализ линейной электрической цепи в установившемся режиме при синусоидальном воздействии.

1.1. Анализ простейшей электрической цепи синусоидального тока.

Построить схему простейшей электрической цепи, используя кодировку ветвей в соответствии с вариантом. Определить комплексные действующие значения токов по заданным действующим значениям ЭДС источников и параметрам элементов  $R, L, C$ .

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 48 из 116

## 1.2. Анализ сложных (разветвлённых) электрических цепей.

По заданному графу и в соответствии с номером варианта работы построить схему цепи с числом узлов  $q=4$  и числом ветвей  $p=6$ . На изображении графа заданной схемы выделить его дуги, назначенные ветвями дерева на схеме цепи, обозначить базисный узел. Сформировать основные топологические матрицы исследуемой электрической цепи. Составить с их помощью систему контурных уравнений.

## 2. Анализ трехфазной электрической цепи.

### 2.1. Анализ симметричных трёхфазных электрических цепей

В симметричной трёхфазной цепи определить мгновенные токи  $i_{ЛА}$ ,  $i_{ЛВ}$ ,  $i_{ЛС}$ ,  $i_A$ ,  $i_B$ ,  $i_C$ ,  $i_{A'}$ ,  $i_{B'}$ ,  $i_{C'}$ ,  $i_{lk}$ ,  $i_{kn}$ ,  $i_{nl}$  при воздействии на цепь синусоидальной ЭДС. Построить векторно-топографическую диаграмму. Определить показания ваттметров.

2.2. Анализ симметричной трехфазной цепи при воздействии несинусоидальной ЭДС.

Определить мгновенные токи  $i_{ЛА}$ ,  $i_{ЛВ}$ ,  $i_{ЛС}$ ,  $i_A$ ,  $i_B$ ,  $i_C$ ,  $i_{A'}$ ,  $i_{B'}$ ,  $i_{C'}$ .

Для выполнения задач ИДЗ, лабораторных работ и курсовой работы издан практикум по курсу «Теоретические основы электротехники» «Анализ линейных электрических цепей в установившемся и переходном режимах» авторов Глушак Л.В., Шеина А.Н. Электронный версия данного издания содержит краткий лекционный курс, сборники заданий по первой и второй части курса, описание лабораторных работ и задания по курсовой работе. В пособии приведены методики всех необходимых расчётов и исходные данные, предусматривающие многовариантное выполнение задания.

## Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 49 из 116

Результаты индивидуальных заданий студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку. Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами.

К представленным на проверку заданиям курсовой работы предъявляются следующие требования:

1. Основные положения решения должны быть достаточно подробно пояснены.
2. Схемы, векторные диаграммы, рисунки, в том числе и заданные условием задачи, должны быть выполнены аккуратно и в удобочитаемом масштабе.
3. Вычисления должны быть выполнены с точностью до третьей значащей цифры.

Работа над курсовой работой помогает студентам проверить степень усвоения ими курса, вырабатывает у них навык кратко и четко излагать свои мысли. Содержание курсовой работы излагается в пояснительной записке.

Материал в представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Векторные диаграммы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 50 из 116

аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 20 - 30 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и векторно-топографических диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Курсовая работа является одной из составляющих итоговой аттестации по дисциплине «Теоретические основы электротехники».

График выполнения курсовой работы доводится до студентов преподавателем.

Защита курсовой работы происходит перед комиссией и предусматривает короткое (5-7 мин) сообщение студента о сути работы методах и результатах расчетов. В ответах на вопросы членов комиссии

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 51 из 116

студент должен показать знание основных положений разделов курса, перечисленных выше, а также приемов расчета электрической цепи.

Оценка по курсовой работе вносится в зачетную книжку студента.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты курсовой работы. Правильно, без ошибок проведены расчеты ИДЗ, присутствуют ответы на все пункты задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при расчете курсовой работы, ИДЗ или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 балл – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов - работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Теоретические основы электротехники»  
Направление подготовки – 13.03.02 Электроэнергетика  
и электротехника  
профиль «Электроснабжение»  
Форма подготовки (очная/ заочная)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 53 из 116

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знает	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия электротехнических устройств и электрических цепей;
	Умеет	применять математические методы, физические и химические законы для решения задач анализа и синтеза электрических цепей;
	Владеет	методами построения математических моделей установившихся и переходных процессов в электрических цепях и содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов;
ОПК-3 способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Знает	основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного тока;
	Умеет	различать типы задач, решаемые при анализе и синтезе устройств, для преобразования электроэнергии при проектировании и в условиях эксплуатации;
	Владеет	методами расчёта линейных и нелинейных электрических цепей в установившихся и переходных режимах;

## Перечень используемых оценочных средств (ОС)

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Линейные электрические цепи в установившемся режиме	ОПК-2	Знает соответствующий физико-математический аппарат.	3,5,7,9 недели (первого семестра обучения) –	Экзамен. Вопросы 1-28 перечня типовых экзаменацион

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 54 из 116
--	---	---	----------------

			Знает методы анализа и моделирования электрических и магнитных цепей, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	блиц-опрос на лекции <b>(УО)</b> ,	ных вопросов (ТОЭ, ч.1), Вопросы 1-10 перечня типовых экзаменационных вопросов (ТОЭ, ч.2),
			Умеет различать физико-математический аппарат. Умеет различать методы анализа и моделирования электрических и магнитных цепей, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	10 неделя (первого семестра обучения) – тестирование <b>(ПР-1)</b> . Тесты (Приложение 1)	
			Владеет физико-математическим аппаратом.. Владеет методами анализа и моделирования электрических и магнитных цепей в установившихся режимах, теоретического и экспериментального исследования при решении	3,5,7,11,13 недели (первого семестра обучения) – защита индивидуальных домашних заданий <b>(УО-1)</b>	
2	Переходные процессы в электрических цепях и цепи с распределенными параметрами	ОПК-2	Умеет составлять планы проведения активных и пассивных экспериментов на физических, математических	9 неделя (второго семестра обучения) – тестирование <b>(ПР-1)</b> . Тесты (Приложение 1)	Экзамен. Вопросы 10-63 перечня типовых экзаменационных вопросов (ТОЭ, ч.2),

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 55 из 116
--	---	---	----------------

			и реальных объектах		
			Владеет навыками выполнения типовых экспериментальных исследований электрических цепей постоянного и переменного тока	2,4,6,8,10,12, 14 недели (второго семестра обучения) – защита лабораторных работ <b>(ПР-6)</b>	
		ОПК-3	Знает основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей; методы анализа переходных процессов и цепей с распределенным и параметрами	3,5,7,9,11 недели (второго семестра обучения) – бриц-опрос на лекции <b>(УО),</b>	
			Владеет методами расчёта линейных электрических цепей в установившихся и переходных режимах	14 неделя (второго семестра обучения) – защита курсовой работы <b>(ПР-5)</b>	

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 56 из 116
--	--	---	----------------

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОПК-2 - способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	знает (пороговый уровень)	Основные понятия теории электрических и магнитных цепей, методы анализа линейных цепей гармонического воздействия. Основные понятия теории линейных четырехполюсников и цепей с распределёнными параметрами.	Знание основных физических законов, явлений и процессов, на которых основаны принципы действия электротехнических устройств и электрических цепей. Знание методов анализа и моделирования электрических и магнитных цепей, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.	- способность применять соответствующий физико-математический аппарат к анализу линейных электрических цепей постоянного и переменного синусоидального и несинусоидального тока; - способность отличить модель и реальное электротехническое устройство; - способность построить схему замещения, используя идеализованные элементы электрических цепей.
	умеет (продвинутой)	Применить закон Ома и законы Кирхгофа при теоретическом исследовании простейших электрических цепей переменного тока. Применить методы	Умение составить системы уравнений для решения профессиональных задач анализа и моделирования электрических и магнитных цепей, для теоретического и экспериментального исследования.	- способность применить символический комплексный метод изображения гармонического синусоидального сигнала; - способность построить схемы замещения



Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 57 из 116
--	--	---	----------------

		матричного исчисления при решении задачи анализа сложных электрических цепей.		цепей переменного и постоянного тока; - способность различать линейную модель от нелинейной; - способность описать модель электротехнического устройства с помощью законов Ома и Кирхгофа.
	владеет (высокий)	Навыками использования методов анализа и моделирования электрических и магнитных цепей в установившихся режимах, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.	Владение современными методами математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях; методами решения линейных и нелинейных уравнений, описывающих электротехнические устройства постоянного и переменного тока в установившемся и переходном процессах. Навыками построения направленных графов электрических цепей с целью их описания различными методами анализа сложных электротехнических устройств и объектов; владение техникой составления дифференциального уравнения реальных	- способность грамотно обосновывать выбор методов построения математических моделей электротехнических устройств в установившихся и переходных процессах и применить их; - способность грамотно выполнять построение направленного графа электрической цепи и аргументировать выбор ветвей дерева и хорд при его построении; - способность аргументировать выводы и результаты исследования; - способность грамотно составлять комплексное изображение

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 58 из 116
--	--	---	----------------

			<p>процессов. Техникой сборки электротехнических схем с целью экспериментального исследования параметров элементов модели электрической цепи и построения характеристик.</p>	<p>входного гармонического синусоидального сигнала и применить его при расчете электрической цепи (последовательного, параллельного и смешанного соединений); - способность вычислять выходные числовые характеристики и (реакцию цепи на входные сигналы произвольной формы) и проанализировать их - способность выполнять преобразования в электротехнических устройствах, представляемых в виде простейших электрических цепей; - способность грамотно обосновать выбор модели (схемы замещения) при решении типовых задач; - способность грамотно обрабатывать и оформлять данные эксперимента, используя методы математической статистики для</p>
--	--	--	--	--

				обработки результатов опытов, пакетами прикладных.
ОПК-3 - способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	знает (пороговый уровень)	<p>Основные определения и классификацию электрических цепей и режимов их работы.</p> <p>Основные понятия теории линейных электрических цепей при произвольных периодических воздействиях, понятия трехфазной и многофазной цепи.</p> <p>Основные определения и понятия сложных электрических цепей.</p> <p>Основные определения, понятия и методы расчета переходных процессов в электрических цепях.</p> <p>Основные энергетические понятия.</p>	<p>Знание классификации цепей по принципу различия формы воздействия сигнала на входных зажимах электрической цепи.</p> <p>Знание классификации электрической цепи в зависимости от режима работы цепи (установившийся, переходный, резонансный).</p> <p>Знание основных понятий и законов теории электрических цепей.</p> <p>Знание основных отличий сложных цепей от простейших.</p> <p>Знание основных методов анализа цепей синусоидального тока.</p> <p>Знание способов соединения в трёхфазных электрических цепях.</p> <p>Знание основных формул расчета мгновенной, активной, реактивной и полной мощностей.</p>	<p>- способность дать определение и классифицировать электрические цепи;</p> <p>- способность отличать режимы работы электрических цепей и пояснить эти различия на примере формы воздействия входного сигнала;</p> <p>- способность сформулировать и записать основные законы теории электрических цепей;</p> <p>- способность составить схему и граф сложной электрической цепи;</p> <p>- способность графически изобразить синусоидальные функции с различными значениями начальных фаз;</p> <p>- способность отличить трехфазную цепь от однофазной цепи;</p> <p>- способность сформулировать и записать основные</p>

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 60 из 116
--	--	---	----------------

				<p>формулы описания энергетических процессов в простейших и сложных электрических цепях;</p> <p>- способность описать из каких основных элементов состоит схема электрической цепи.</p>
	умеет (продвинутой)	<p>Определять степень применимости различных методов анализа к расчету сложных электрических цепей.</p> <p>Построить и проанализировать векторные и топографические диаграммы применительно к анализу простейших, сложных и трехфазных цепей.</p> <p>Выполнять первичную обработку данных, полученных в результате теоретического и практического экспериментов.</p> <p>Находить оптимальный метод расчета переходных процессов в цепях первого и второго</p>	<p>Умение применять законы Кирхгофа к анализу всех видов электрических цепей; умение подбирать метод расчета трехфазной электрической цепи.</p> <p>Умение выбирать масштаб и строить векторно-топографические диаграммы на комплексной плоскости.</p> <p>Умение производить предварительный расчет электрической цепи и подтвердить правильность вычислений на экспериментальном стенде;</p> <p>умение вычислять параметры электрической цепи по измеренным токам и напряжениям.</p> <p>Умение различать классический и операторный методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.</p>	<p>- способность рассчитать систему уравнений, составленную по законам Кирхгофа;</p> <p>- способность составить основные матрицы схемы электрической цепи (матрицы основных контуров, матрицы основных разрезов, матрицы соединений) и применить их в описании цепи;</p> <p>- способность выбрать в электрической цепи узел с наименьшим потенциалом и аккуратно построить векторно-топографическую диаграмму;</p> <p>- способность определить по</p>

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 61 из 116
--	--	---	----------------

		<p>порядка. Выполнять описание и составить основные соотношения для колебательных резонансных контуров. Применить символический метод при расчете индуктивно-связанных цепей.</p>	<p>Умение выполнять действия по обработке частотных характеристиками колебательных резонансных контуров.</p>	<p>векторно-топографической диаграмме искомые величины напряжений; - способность собрать электрическую цепь, используя ее графическое изображение, то есть схему замещения и провести эксперимент на стенде; - способность выполнить расчет неизвестных параметров электрической цепи после эксперимента; - способность применить различные способы решения дифференциальных уравнений, описывающих переходные процессы в электрических цепях, такие как классический и операторный. - способность построить частотные характеристики и резонансные кривые реактивных двухполюсников и сделать вывод о количестве резонансов в цепи.</p>
	владеет	Методами анализа	Владение навыками	- способность

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 62 из 116
--	--	---	----------------

	(высокий)	<p>линейных и нелинейных электрических цепей в установившемся и переходных режимах.</p> <p>Навыками описания в матричной форме записи системы уравнений, описывающих сложную электрическую цепь.</p> <p>Техникой получения спектра периодических несинусоидальных сигналов и обработки отклика на произвольное по форме воздействие; методами анализа содержательной интерпретации полученных результатов.</p> <p>Методами содержательного и формального анализа энергетических процессов и соотношений во всех видах электрических цепей.</p> <p>Навыками моделирования физических процессов в электротехнических устройствах и электроэнергетических системах.</p> <p>Методами построения математических и физических моделей типовых электротехнических устройств.</p>	<p>решения задач теории электрических цепей на базе применения методов анализа электротехнических устройств в установившихся и переходных процессах.</p> <p>Владение техникой составления матричных форм записи систем уравнений, составленных для описания сложных электрических цепей, вычисления искомых величин токов и напряжений, и проведения их анализа.</p> <p>Владение навыками обработки теоретических и экспериментальных данных; грамотный анализ полученных результатов и их интерпретация с поставленной задачей.</p> <p>Владение техникой разложения периодической несинусоидальной функции в ряд Фурье и применения принципа суперпозиции при решении профессиональных задач анализа электрических цепей.</p> <p>Владение навыками преобразования различных способов соединения в электрических цепях, формирования алгоритмов расчета цепей.</p> <p>Владение навыками решения профессиональных</p>	<p>грамотно обосновывать выбор методов анализа линейных и нелинейных электрических цепей в установившихся и переходных процессах и правильно применить их;</p> <p>- способность грамотно формировать основные матрицы (контуров, разрезов и соединений, сопротивлений ветвей, источников напряжений и токов) электрической цепи;</p> <p>- способность грамотно выбрать метод расчета сложной электрической цепи (метод контурных токов, метод узловых напряжений, метод эквивалентного генератора) и аргументировать выбор;</p> <p>- способность грамотно поставить, провести и проанализировать экспериментальное исследование в электрической цепи: снять вольтамперные, частотные и другие</p>
--	-----------	---	--	---

Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 63 из 116
--	--	---	----------------

			задач с применением методов анализа и синтеза электрических цепей.	<p>характеристики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способность аргументировать выводы и результаты исследования;</li> <li>- способность грамотно составить и рассчитать баланс мощностей с целью проведения анализа энергетических процессов и соотношений во всех видах электрических цепей;</li> <li>- способность грамотно вычислить величины токов и напряжений в цепях с индуктивными связями, описать трансформатор с линейными характеристиками ;</li> <li>- способность грамотно составить схему замещения и построить векторную диаграмму линейного трансформатора;</li> <li>- способность грамотно обосновать выбор критерия физической осуществимости двухполюсника с заданной входной функцией, временной и частотной</li> </ul>
--	--	--	--	---

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 64 из 116

				характеристикам и; -способность грамотно провести теоретический расчет и физический эксперимент и применить пакет программ для корректной обработки результатов исследования.
--	--	--	--	--

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Оценка уровня освоения дисциплины «Теоретические основы электротехники» осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости студентов университета.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и активность на занятиях);
- степень усвоения теоретических знаний (блиц-опросы, тестирование по разделам теоретического материала);
- результаты самостоятельной работы (защита индивидуальных домашних заданий и курсовой работы, подготовка к лабораторным работам и их выполнение, выступление с докладом).

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине)



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 65 из 116

на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

В случае, если студент не набирает баллов на положительную оценку, то он может участвовать в **экзамене** по этой дисциплине.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу, вопросы подбираются из различных разделов и тем, изучаемых в семестре. Время подготовки к ответу на экзамене составляет 30-40 минут. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить эти знания на практике.

Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным. Ответ на экзамене оценивается максимально в 20 баллов, которые суммируются с накопленными баллами в течение семестра.

Суммарные баллы переводятся в традиционные «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Теоретические основы электротехники» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Теоретические основы электротехники» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты курсовой работы и индивидуального домашнего задания, тестирования, контрольных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 66 из 116

аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теоретические основы электротехники» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретические основы электротехники» предусмотрены экзамены в третьем и четвертом семестрах, которые проводятся в устной форме.

В экзаменационном билете два теоретических вопроса и одна задача по дисциплине.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Перечень типовых экзаменационных вопросов**

#### **ТОЭ, ч.1**

1. Связи между напряжениями и токами в основных элементах электрической цепи.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 67 из 116

2. Источник ЭДС и источники тока. Внешние характеристики, взаимная эквивалентная замена.
3. Топологические понятия схемы электрической цепи. Граф схемы. Основные топологические матрицы.
4. Действующие и средние значения периодических ЭДС, напряжений и токов.
5. Установившийся синусоидальный режим при последовательном соединении элементов R,L,C.Комплексный метод расчёта.
6. Установившийся синусоидальный режим при параллельном соединении элементов R,L,C.Комплексный метод расчёта.
7. Активная, реактивная и полная мощности Комплексная мощность.
8. Мгновенная мощность в элементах R,L,C электрической цепи.
9. Схемы замещения двухполюсника при заданной частоте.
10. Комплексные сопротивления и проводимость.
11. Расчёт при последовательном, параллельном и смешанном соединении участков цепи.
12. Расчёт цепи, основанный на преобразовании соединения треугольником в эквивалентное соединение звездой.
- 13.Эквивалентная замена нескольких параллельных ветвей, содержащих источники ЭДС, одной ветвью.
14. Метод контурных токов.
15. Метод узловых напряжений.
16. Принцип наложения и основанный на нём метод расчёта цепи.
17. Принцип взаимности и основанный на нём метод расчёта цепи.
18. Метод эквивалентного генератора.
19. Расчёт цепей при наличии взаимной индукции.
20. Трансформаторы с линейными характеристиками. Идеальные трансформаторы.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 68 из 116

21. Теорема Теледжена. Баланс мощности в сложной цепи.
22. Резонанс при последовательном соединении элементов R,L,C.
23. Резонанс при параллельном соединении элементов R,L,C.
24. Частотные характеристики цепей, содержащих только реактивные элементы.
25. Метод расчёта мгновенных установившихся напряжений и токов в линейных цепях при действии периодических несинусоидальных ЭДС.
26. Зависимость формы кривой тока от характера цепи при несинусоидальном напряжении.
27. Действующие значения периодических несинусоидальных токов, напряжений, ЭДС.
28. Активная мощность при периодических несинусоидальных токах и напряжениях.

### ТОЭ, ч 2.

1. Симметричная трёхфазная электрическая синусоидальная цепь при соединении звездой. Связь между фазными и линейными величинами.
2. Симметричная трёхфазная электрическая цепь при соединении треугольником. Связь между фазными и линейными величинами.
3. Симметричная трёхфазная электрическая цепь при соединении звездой при периодических несинусоидальных источниках. Связь между фазными и линейными величинами.
4. Симметричная трёхфазная электрическая цепь при соединении треугольником при периодических несинусоидальных источниках. Связь между фазными и линейными величинами.
5. Расчёт трёхфазной цепи в общем случае несимметрии ЭДС и несимметрии цепи.
6. Разложение несимметричных трёхфазных систем на симметричные составляющие.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 69 из 116

7. Получение вращающегося магнитного поля.
8. Применение метода симметричных составляющих в случае продольной несимметрии и наличии в цепи динамической нагрузки.
9. Применение метода симметричных составляющих в случае поперечной несимметрии и наличии в цепи динамической нагрузки.
10. Общий путь расчёта переходных процессов в линейных электрических цепях.
11. Определение постоянных интегрирования из начальных условий.
12. Переходные процессы в цепи с последовательно соединёнными участками R,L.
13. Переходные процессы в цепи с последовательно соединёнными участками R,C.
14. Переходные процессы в цепи с последовательно соединёнными участками R, L, C.
15. Расчёт переходных процессов методом переменных состояния.
16. Операторное изображение функций, их производных и интегралов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.
17. Расчёт переходных процессов в электрических цепях операторным методом.
18. Переход от изображения к оригиналу. Теорема разложения. Свойства корней характеристического уравнения..
19. Эквивалентные схемы четырёхполюсников. Связь между их параметрами и параметрами четырёхполюсников.
20. Электрические фильтры нижних частот.
21. Электрические цепи с распределёнными параметрами. Решение уравнений однородной линии при установившемся синусоидальном режиме.
22. Бегущие волны.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 70 из 116

23. Характеристики однородной линии. Условия для неискажающей передачи.
24. Однородная линия при различных режимах работы.
25. Линии без потерь.
26. Переходные процессы в цепях с распределёнными параметрами. О происхождении и характере волн в линиях.
27. Преломление и отражение волн в месте сопряжения двух однородных линий.
28. Процесс включения однородной линии.
29. Расчёт нелинейной электрической цепи при смешанном соединении элементов.
30. Уравнения, векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником..
31. Уравнения, векторная диаграмма и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.
32. Метод эквивалентных синусоид. Феррорезонанс.
33. Электромагнитное поле и его уравнения в интегральной форме.
34. Электромагнитное поле и его уравнения в дифференциальной форме.
35. Применение теоремы Гаусса в интегральной форме к расчёту электростатических полей.
36. Применение закона полного тока в интегральной форме к расчёту магнитных полей постоянных токов.
37. Электростатическое поле как частный случай электромагнитного поля. Граничные условия.
38. Электрическое поле постоянных токов как частный случай электромагнитного поля. Граничные условия.
39. Магнитное поле постоянных токов как частный случай электромагнитного поля. Граничные условия.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 71 из 116

40. Определение потенциала по заданному распределению зарядов  
Уравнение Пуассона. и Лапласа.
41. Метод электростатических аналогий. Моделирование статических и стационарных полей.
42. Метод сеток для интегрирования уравнений Лапласа. Метод электрических сеток.
43. Метод зеркальных изображений при расчёте электростатических полей.
44. Метод зеркальных изображений при расчёте электрических полей постоянных токов в проводящей среде.
45. Метод зеркальных изображений при расчёте магнитных полей постоянных токов.
46. Скалярный магнитный потенциал .Связь с напряжённостью магнитного поля.
47. Векторный потенциал магнитного поля токов.
48. Ёмкость двухпроводной линии передач.
49. Потенциальные коэффициенты, коэффициенты электростатической индукции и частичные
50. Ёмкости в системе тел.
51. Ёмкость двухпроводной линии с учётом влияния земли.
52. Ёмкость трёхфазной линии передачи.
53. Индуктивности контуров, катушек и токопроводов.
54. Индуктивность двухпроводной линии.
55. Плоская электромагнитная волна в диэлектрике. Скорость распространения электромагнитной волны.
56. Вектор Пойнтинга. Поток электромагнитной энергии.
57. Передача электромагнитной энергии вдоль проводов линии.
58. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде. Длина волны.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 72 из 116

59. Явление поверхностного эффекта. Условная глубина проникновения волны.

60. Расчёт активного и внутреннего индуктивного сопротивления провода прямоугольного сечения с учётом поверхностного сечения.

61. Расчёт активного и индуктивного сопротивлений с учётом эффекта близости.

62. Магнитный поверхностный эффект.

63. Графический метод расчёта полей. Расчёт параметров по картине поля.



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 73 из 116

## Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Теоретические основы электротехники»:

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
<b>100 - 86</b>	<b>«отлично»</b>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного тока; владеет методами расчёта линейных электрических цепей в установившихся и переходном режимах; знает основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия электротехнических устройств и электрических цепей.
<b>85 - 76</b>	<b>«хорошо»</b>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо усвоил требования, предъявляемые к методам расчета и анализа электрических цепей и систем, умеет различать типы задач, решаемые при анализе и синтезе устройств, для преобразования электроэнергии, способен рассчитать режимы работы электротехнического оборудования, правильно применяет теоретические положения при выборе элементов электрической цепи.
<b>75 - 61</b>	<b>«удовлетворительно»</b>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания только основного материала, но не освоил методы построения математических моделей установившихся и переходных процессов в электрических цепях, допускает неточности, испытывает затруднения при расчете баланса мощности электрических цепей.
<b>60 и менее</b>	<b>«неудовлетворительно»</b>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, не владеет навыками выполнения типовых экспериментальных исследований электрических цепей постоянного и переменного тока; с большими затруднениями выполняет расчёт режимов электрических цепей. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 74 из 116

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### Типовые задания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

Варианты типовых заданий для выполнения курсовой работы по дисциплине «Теоретические основы электротехники». Весь комплект заданий хранится на кафедре Электроэнергетики и электротехники.

1. Анализ линейной электрической цепи в установившемся режиме при синусоидальном воздействии.

1.1. Анализ простейшей электрической цепи синусоидального тока.

Построить схему простейшей электрической цепи, используя кодировку ветвей в соответствии с вариантом.

Определить комплексные действующие значения токов по заданным действующим значениям ЭДС источников и параметрам элементов  $R, L, C$ .

Записать выражения мгновенных значений токов  $i_1(t), i_2(t), i_3(t)$  и построить их графики.

Проверить баланс активных и реактивных мощностей.

Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений в одной координатной системе.

Определить по векторно-топографической диаграмме действующее значение напряжения  $\dot{U}_{nf}$  и сдвиг фаз между напряжениями  $\dot{U}_{df}$  и  $\dot{U}_{nc}$ .

Для исходной схемы найти мгновенное значение напряжения  $u_{df}$ , если ЭДС источника не задана, но известен ток  $i_2(t) = 0.5 \sin \omega t$ .

1.2. Анализ сложных (разветвлённых) электрических цепей.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 75 из 116

По заданному графу и в соответствии с номером варианта работы построить схему цепи с числом узлов  $q=4$  и числом ветвей  $p=6$ .

На изображении графа заданной схемы выделить его дуги, назначенные ветвями дерева на схеме цепи, обозначить базисный узел.

Сформировать основные топологические матрицы исследуемой электрической цепи. Составить с их помощью систему контурных уравнений.

Решить полученную систему контурных уравнений и с помощью найденных контурных токов вычислить токи всех ветвей.

Составить систему узловых уравнений. Решить ее и на основе найденных узловых напряжений вычислить токи ветвей. Полученные результаты сравнить с токами, найденными по методу контурных токов.

В соответствии с индивидуальным заданием, для одной из ветвей найти ток по теореме об эквивалентном источнике напряжения (или эквивалентном источнике тока).

На основании законов Кирхгофа составить систему независимых алгебраических уравнений относительно комплексов токов или напряжений ветвей.

Проверить правильность решения задачи анализа цепи по выполнению баланса активных и реактивных мощностей.

Построить векторную диаграмму токов ветвей и векторно-топографическую диаграмму напряжений. В последней показать узловые напряжения и напряжения всех ветвей схемы.

## 2. Анализ трехфазной электрической цепи.

### 2.1. Анализ симметричных трёхфазных электрических цепей

В симметричной трёхфазной цепи определить мгновенные токи  $i_{LA}$ ,  $i_{LB}$ ,  $i_{LC}$ ,  $i_A$ ,  $i_B$ ,  $i_C$ ,  $i_{A'}$ ,  $i_{B'}$ ,  $i_{C'}$ ,  $i_{lk}$ ,  $i_{kn}$ ,  $i_{nl}$  при воздействии на цепь синусоидальной ЭДС.

Построить векторно-топографическую диаграмму.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 76 из 116

Определить показания ваттметров.

Проверить баланс активной мощности.

2.2. Анализ симметричной трехфазной цепи при воздействии несинусоидальной ЭДС.

Определить мгновенные токи  $i_{LA}, i_{LB}, i_{LC}, i_A, i_B, i_C, i_{A'}, i_{B'}, i_{C'}$ .

Определить мгновенное и действующее значения напряжения между двумя заданными точками электрической цепи. Точки задаются преподавателем.

Построить график несинусоидальной ЭДС фазы А.

Построить дискретные амплитудно-частотные и фазо-частотные спектры ЭДС фазы А.

2.3. Анализ цепи переменного тока методом симметричных составляющих

Для трехфазной электрической цепи, на входе которой действует симметричная система ЭДС прямой последовательности  $e_{A1} = E_1 \sqrt{2} \sin(\omega t + F1)$ ,  $e_{A2} = 0$ ,  $e_{A0} = 0$ , определить мгновенные токи  $i_{LA}, i_{LB}, i_{LC}, i_A, i_B, i_C, i_{A'}, i_{B'}, i_{C'}$  для заданного варианта продольной или поперечной несимметрии нагрузки (обрыв, короткое замыкание).

### **Критерии оценки выполнения КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты курсовой работы. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 77 из 116

✓ 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при расчете курсовой работы или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 балл – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов - работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

### Тесты для текущего контроля

1. Действующее значение тока в резисторе 5 А. Чему равна амплитуда напряжения на резисторе, если его сопротивление равно 10 Ом?

1. 50В.
2. 0,5 В.
3. 70,7 В.

2. Ток и напряжение на катушке индуктивности

1. Сдвинуты друг от друга на  $90^0$  .
2. Сдвинуты друг от друга на  $45^0$  .
3. Ток отстаёт от напряжения.

3. Частота тока 50 Гц. Чему равна угловая частота?

1. 100 Гц.
2. 314 рад/с.
3. 628 рад/с.

4. Линейное напряжение симметричной звезды нагрузки 380 В. Каково фазное напряжение?

1. 220 В.
2. 658 В.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 78 из 116

3. 380 В.

5. Фазное напряжение симметричного треугольника нагрузки равно 380 В.

Определить линейное напряжение.

1. 380 В.

2. 220 В.

3. 127 В.

6. Параллельно соединены идеальные резистор, катушка индуктивности и емкостный элемент. В каждом из них ток по 1 А. Каков входной ток?

1. 1 А.

2. 3 А.

3. Недостаточно данных.

7. Последовательно соединены идеальные резистор, катушка индуктивности и емкостный элемент. На каждом из них напряжение по 10 В. Каково входное напряжение?

1. 30 В.

2. 10 В.

3. Другой ответ.

8. В амперах измеряется.

1. Ток.

2. Напряжение.

3. Мощность.

9. В вольтамперах измеряется мощность.

1. Активная.

2. Реактивная.

3. Полная.

10. К активным элементам относят.

1. Источник тока.

2. Источник ЭДС.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 79 из 116

### 3. Активное сопротивление.

11. Несинусоидальные периодические токи возникают при

1. Нелинейном сопротивлении в цепи.
2. В параметрической цепи.
3. При несинусоидальном периодическом источнике.

12. Как изменится сопротивление линейной катушки индуктивности, если частоту тока увеличить в 2 раза?

1. Уменьшится в 2 раза.
2. Увеличится в 2 раза.
3. Частота тока не влияет на сопротивление индуктивной катушки.

13. Формула трансформаторной ЭДС.

1.  $E=RI$ .
2.  $E=4,44wf\Phi_m$ .
3.  $e=-d\psi/dt$ .

14. Число ветвей 5, число узлов 3. Сколько в схеме независимых контуров?

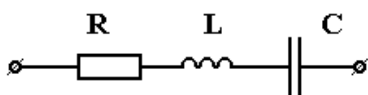
1. 3.
2. 2.
3. Нельзя определить.

15. Синусоидальный ток  $i=5\sin(1000t+45^\circ)$ . Начальная фаза равна.

1. 5.
2. 1000
3.  $45^\circ$

16. В последовательном колебательном контуре  $L=4$  мкГн,  $C=1$  пФ,  $R=8$  Ом.

Определить добротность  $Q$  контура.



1.  $Q=250$
2.  $Q=25$
3.  $Q=2,5$
4.  $Q=750$

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 80 из 116

## 5. $Q=75$

17. В последовательном колебательном контуре  $L=4$  мкГн,  $C=1$  пФ,  $R=8$  Ом.

Определить затухание  $d$  контура.

1.  $d=2$
2.  $d=4 \cdot 10^{-3}$
3.  $d=4$
4.  $d=4 \cdot 10^{-2}$
5.  $d=0,4$

18. Определить емкость конденсатора последовательного контура, резонансная частота которого  $f_0=300$  кГц, а индуктивность  $L=2$  мГн.

1. 140 пФ
2. 300 пФ
3. 0,005 мкФ
4. 1200 пФ
5. 0,1 мкФ

19. Определить индуктивность последовательного контура, резонансная частота которого  $f_0=3$  кГц,  $C=10$  мкФ.

1.  $L=0,56$  мГн
2.  $L=0,28$  мГн
3.  $L=2,8$  мГн
4.  $L=5,6$  мГн
5.  $L=1,12$  мГн

20. Определить емкость последовательного контура, резонансная частота которого  $f_0=600$  Гц,  $L=2$  мГн.

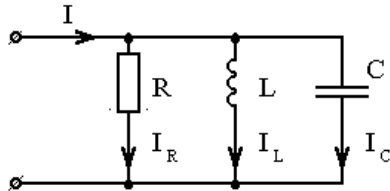
1.  $C=3,52$  мкФ
2.  $C=7,04$  мкФ
3.  $C=35,2$  мкФ



4.  $C=70,4 \text{ мкФ}$

5.  $C=17,2 \text{ мкФ}$

21. В параллельном контуре  $C=25 \text{ мкФ}$ ,  $L=10 \text{ мГн}$ ,  $R=10 \text{ кОм}$ . Определить отношение  $I_C/I_R$  при резонансе.



1. 50

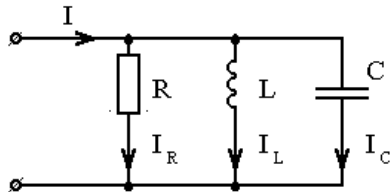
2. 0,5

3. 0,05

4. 500

5. 100

22. В параллельном контуре  $C=9 \text{ мкФ}$ ,  $L=0,25 \text{ мкГн}$ ,  $R=1 \text{ кОм}$ . Определить отношение  $I_L/I$  при резонансе.



1. 1000

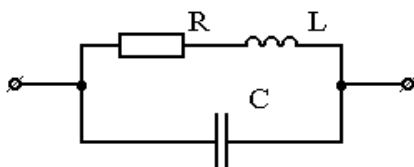
2. 100

3. 6000

4. 60

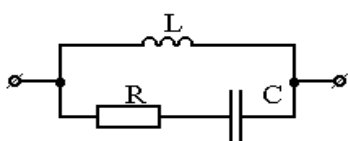
5. 0,6

23. В цепи резонанс токов. Определить резонансную частоту  $\omega_0$ , если параметры цепи  $C=200 \text{ пФ}$ ,  $L=1 \text{ мГн}$ ,  $R=2 \text{ кОм}$ .



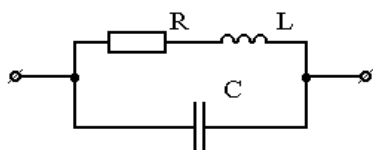
1.  $\omega_0=10^6$  рад/с
2.  $\omega_0=10^8$  рад/с
3.  $\omega_0=2,24 \cdot 10^6$  рад/с
4.  $\omega_0=3 \cdot 10^6$  рад/с
5.  $\omega_0=10^5$  рад/с

24. В цепи резонанс токов. Определить резонансную частоту  $\omega_0$ , если параметры цепи  $C=200$  пФ,  $L=1$  мГн,  $R=2$  кОм.



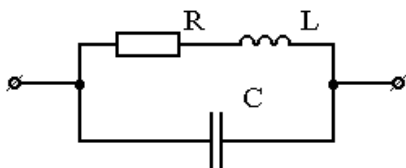
1.  $\omega_0=10^7$  1/с
2.  $\omega_0=5 \cdot 10^6$  1/с
3.  $\omega_0=2,24 \cdot 10^7$  1/с
4.  $\omega_0=10^8$  1/с
5.  $\omega_0=10^9$  1/с

25. Контур имеет индуктивность  $L=5$  мГн и емкость  $C=0,2$  нФ. Определить предельное значение сопротивления  $R$ , выше которого резонанс невозможен ни при какой частоте.



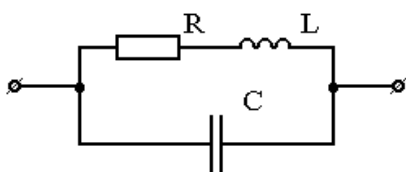
1.  $R=2,5$  кОм
2.  $R=10$  кОм
3.  $R=5$  кОм
4.  $R=15$  кОм
5.  $R=25$  кОм

26. Определить ёмкость конденсатора  $C$ , если при частоте  $\omega_0=10^6$  рад/с. В цепи резонанс токов. Параметры цепи:  $L=0,3$  мГн,  $R=100$  Ом.



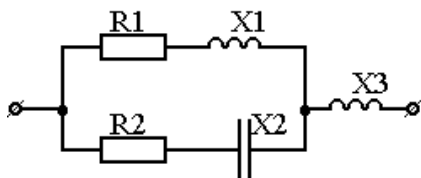
1.  $C=0,37 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$
2.  $C=300 \text{ пФ}$
3.  $C=370 \text{ пФ}$
4.  $C=3 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$
5.  $C= 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ мкФ}$

27. В цепи резонанс. Во сколько раз изменится резонансная частота, если перенести сопротивление R в ветвь с ёмкостью.  $R=2 \text{ кОм}$ ,  $C=200 \text{ пФ}$ ,  $L=1 \text{ мГн}$ .



1. в 4 раза
2. в 1,035 раза
3. в 44 раза
4. не изменится
5. в 5 раз

28. Определить значение сопротивления  $X_1$ , при котором в цепи наступает резонанс токов, если  $R_1=4 \text{ Ом}$ ,  $R_2=2 \text{ Ом}$ ,  $X_2=-4 \text{ Ом}$ ,  $X_3=5 \text{ Ом}$

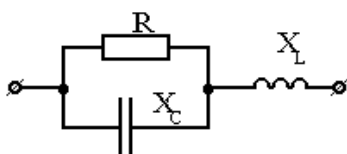


1. При любом значении  $X_1$  резонанс невозможен
2. Резонанс возможен при любом  $X_1$
3.  $X_1=4 \text{ Ом}$

4.  $X_1=2 \text{ Ом}$

5.  $X_1=2\sqrt{2} \text{ Ом}$

29. При каком значении сопротивления  $X_C$  в цепи наступит резонанс, если  $R=10 \text{ Ом}$ ,  $X_L=5 \text{ Ом}$ .



1.  $X_C= X_L=5 \text{ Ом}$

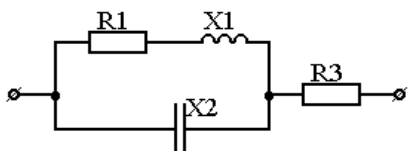
2.  $X_C=10 \text{ Ом}$

3.  $X_C=0$

4.  $X_C=15 \text{ Ом}$

5. При любом значении  $X_C$  резонанс в цепи невозможен

30. Определить значение сопротивление  $X_2$ , при котором в цепи наступит резонанс, если  $R_1=5 \text{ Ом}$ ,  $X_1=5 \text{ Ом}$ ,  $R_3=10 \text{ Ом}$ .



1.  $X_2=-5 \text{ Ом}$

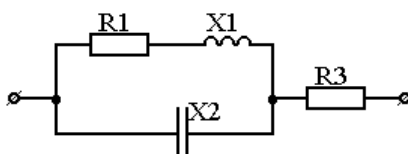
2.  $X_2=-5\sqrt{2} \text{ Ом}$

3.  $X_2=-10 \text{ Ом}$

4.  $X_2=-\infty$

5.  $X_2=-10\sqrt{2} \text{ Ом}$

31. Определить значение сопротивление  $X_1$ , при котором в цепи наступит резонанс, если  $R_1=5 \text{ Ом}$ ,  $X_2=-10 \text{ Ом}$ ,  $R_3=5 \text{ Ом}$ .



1.  $X_1=5\sqrt{2} \text{ Ом}$

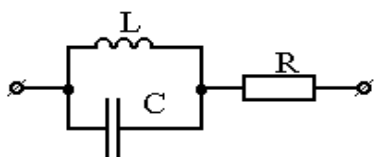
2.  $X_1=10 \text{ Ом}$

3.  $X_1 = \infty$

4.  $X_1 = 5 \text{ Ом}$

5.  $X_1 = 10/\sqrt{2} \text{ Ом}$

32. Определить частоту  $f$ , при которой в цепи наступит резонанс, если  $L=0,1$  Гн,  $R=5 \text{ Ом}$ ,  $C=25,4 \text{ мкФ}$ .



1.  $f=50 \text{ Гц}$

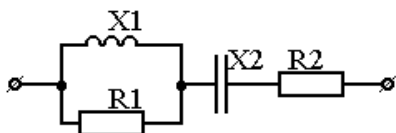
2.  $f=400 \text{ Гц}$

3.  $f=150 \text{ Гц}$

4. Резонанс наступит при любой частоте

5.  $f=100 \text{ Гц}$

33. При каком сопротивлении  $R_1$  в цепи наступит резонанс, если  $X_1=4 \text{ Ом}$ ,  $X_2=-4 \text{ Ом}$ ,  $R_2=5 \text{ Ом}$ .



1.  $R_1 = \infty$

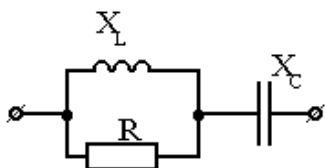
2.  $R_1 = 0$

3.  $R_1 = 4 \text{ Ом}$

4.  $R_1 = 5 \text{ Ом}$

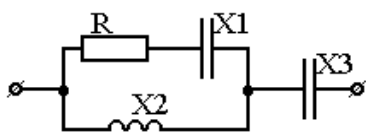
5. Резонанс в цепи невозможен

34. При каком значении сопротивления  $X_C$  в цепи возможен резонанс, если  $X_L=4 \text{ Ом}$ ,  $R=4 \text{ Ом}$ .



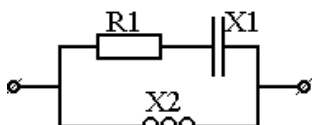
1.  $X_C = X_L = 4 \text{ Ом}$
2.  $X_C = 2 \text{ Ом}$
3.  $X_C = 0$
4.  $X_C = 2\sqrt{2} \text{ Ом}$
5. Резонанс будет при любом значении  $X_C$

35. Определить значение сопротивления  $R$ , при котором в цепи возникает резонанс токов, если  $X_1 = -2 \text{ Ом}$ ,  $X_2 = 4 \text{ Ом}$ ,  $X_3 = -5 \text{ Ом}$ .



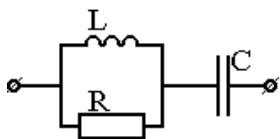
1.  $R = 4 \text{ Ом}$
2.  $R = 0$
3.  $R = 2 \text{ Ом}$
4.  $R = \infty$
5.  $R = 4/\sqrt{2} \text{ Ом}$

36. При каком сопротивлении  $X_2$  в цепи наступит резонанс, если  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $X_1 = -2 \text{ Ом}$ .



1.  $X_2 = 2 \text{ Ом}$
2.  $X_2 = 4\sqrt{2} \text{ Ом}$
3.  $X_2 = 0$
4.  $X_2 = 4 \text{ Ом}$
5.  $X_2 = 4/\sqrt{2} \text{ Ом}$

37. Какой должна быть ёмкость  $C$ , чтобы в цепи при частоте  $\omega$  был резонанс?



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 87 из 116

$$1. C = \frac{1}{L} \left( \frac{1}{R^2} + \frac{1}{\omega^2 L^2} \right)$$

$$2. C = \frac{1}{\omega^2 L}$$

$$3. C = \frac{1}{\omega \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

4. Резонанс в цепи невозможен

$$5. C = \frac{L}{R^2} + \frac{1}{\omega^2 L}$$

38. К двухполюснику приложено напряжение  $u = 50 + 70,5 \sin(\omega t + 45^\circ)$  В, под действием которого протекает ток  $i = 5 \sin(\omega t + 0^\circ)$  А. Определить мощность, потребляемую двухполюсником.

1. 500 Вт
2. 250 Вт
3. 125 Вт
4. 300 Вт
5. 400 Вт

39. Задан ток в идеальной индуктивности  $i = 4 + 30\sqrt{2} \sin(\omega t) + 5\sqrt{2} \sin(3\omega t)$ . Определить, во сколько раз амплитуда первой гармоники напряжения на индуктивности больше амплитуды третьей гармоники.

1. В шесть раз
2. В 18 раз
3. В два раза
4. На вопрос ответить нельзя, неизвестна индуктивность и частота

40. Вопрос: В цепи с последовательным соединением R, L, C: R=34 Ом, L=400мГн, C=10мкФ и напряжение на зажимах цепи  $u = 100 + 120\sqrt{2} \sin(500t)$ В. Определить напряжение на емкости.

1.  $1000 \sin(500t)$
2.  $1100 \sin(500t)$

3.  $1000 \sin\left(500t - \frac{\pi}{2}\right)$

4.  $100 + 1000 \sin\left(500t - \frac{\pi}{2}\right)$

5.  $50 \sin\left(500t - \frac{\pi}{2}\right)$

41. В цепи с последовательным соединением R, L, C: R=34 Ом, L=400 мГн, C=10 мкФ,  $u = 100 + 120\sqrt{2} \sin(500t)$  В. Определить ток в цепи.

1.  $i = 5 \sin(500t)$

2.  $i = 2,94 + 5 \sin(500t)$

3.  $i = 7,94 \sin(500t)$

4.  $i = 5 \sin(500t - 45^\circ)$

5.  $i = 5 \sin(500t + 45^\circ)$

42. Напряжение и ток в цепи изменяются по законам:

$$u = 80\sqrt{2} \sin(\omega t + 15^\circ) + 60\sqrt{2} \sin(3\omega t - 20^\circ) \text{ В}, \quad i = 40\sqrt{2} \sin(\omega t + 75^\circ) + 30\sqrt{2} \sin(3\omega t + 40^\circ).$$

Определить активную мощность цепи.

1.  $P = 4800$  Вт

2.  $P = 2400$  Вт

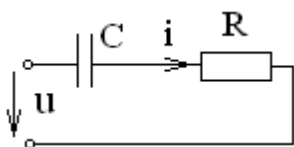
3.  $P = 5000$  Вт

4.  $P = 2500$  Вт

5.  $P = 2200$  Вт

43. Напряжение, приложенное к цепи, изменяется по закону

$$u = 282 + 282 \sin(314t) \text{ В. Соппротивление } R=30 \text{ Ом, } C=80 \text{ мкФ.}$$



Определить действующее значение тока в цепи.

1. 9,4 А



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 89 из 116

2. 12,6 А

3. 5,6 А

4. 4 А

5. 8 А

44. К двухполюснику приложено напряжение  $u = 100 + 141 \sin(100t + 45^\circ)$  В, под действием которого протекает ток  $i = 5 \sin(100t + 0^\circ)$  А. Определить мощность, потребляемую двухполюсником.

1. Нуль

2. 1250 Вт

3. 750 Вт

4. 250 Вт

5. 600 Вт

45. Вычислить действующее значение несинусоидального тока  $i = 5 + 10 \sin(\omega t) - 10 \cos(3\omega t)$  А.

1. 11,2 А

2. 25 А

3. 10 А

4. 5 А

5. 20 А

46. Вычислить действующее значение несинусоидального напряжения  $u = 10 \sin(400t) + 5 \sin(800t) + \cos(1200t)$  В.

1. 10В

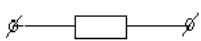

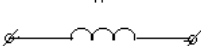
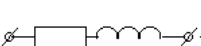
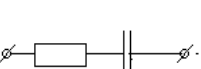
2. 7,96В

3. 16В

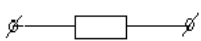
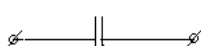
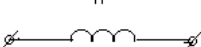
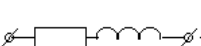
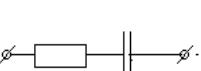
4. 15 В

5. 11,35В

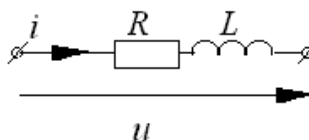
47. Ток и напряжение двухполюсника переменного тока заданы:  
 $u = U_0 + U_m \sin(\omega t - 45^\circ)$  В;  $i = I_m \sin(\omega t + 45^\circ)$  А. Указать эквивалентную схему двухполюсника.

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

48. К двухполюснику приложено напряжение  $u = U_0 + U_m \sin(\omega t - 70^\circ)$  В, под действием которого протекает ток  $i = I_m \sin(\omega t + 0^\circ)$  А. Указать эквивалентную схему двухполюсника.

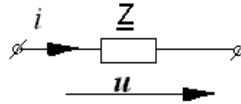
1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

49. Определить действующее значение напряжения  $U$ , если  $R=100\text{Ом}$ ,  $\omega L=100\text{Ом}$ ,  $i = 5 + 5\sqrt{2} \sin(\omega t) - 5\sqrt{2} \sin(2\omega t + 45^\circ)$  А.



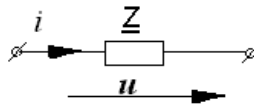
1.  $100\sqrt{2}$  В
2. 100 В
3. 120 В
4. 125 В
5.  $120\sqrt{2}$  В

50. Определить активную мощность, если  $u = 100 + 100\sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ)$  В,  
 $Z = (20 - j20)$  Ом



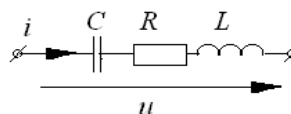
1. 750Вт
2. 250Вт
3. 500Вт
4. 400Вт
5. 300Вт

51. Определить активную мощность, если  $u = 100 + 100\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ)$  В,  
 $Z = (20 - j20)$  Ом



1. 750Вт
2. 250Вт
3. 500Вт
4. 400Вт
5. 300Вт

52. Определить действующее значение напряжения на индуктивности, если мгновенное значение напряжения изменяется по закону  $u = 400 + 282 \sin(\omega t)$  В. При угловой частоте  $\omega$   $X_L = X_C = 60$  Ом, сопротивление  $R = 40$  Ом.



1.  $U_L = 300$  В
2.  $U_L = 500$  В

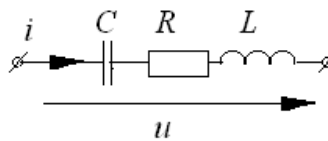
3.  $U_L = 424 \text{ В}$

4.  $U_L = 624 \text{ В}$

5.  $U_L = 200 \text{ В}$

53. Определить действующее значение напряжения на ёмкости, если мгновенное значение напряжения изменяется по закону  $u = 400 + 282 \sin(\omega t)$

В. При угловой частоте  $\omega$   $X_L = X_C = 60 \text{ Ом}$ , сопротивление  $R = 40 \text{ Ом}$ .



1.  $U_C = 500 \text{ В}$

2.  $U_C = 424 \text{ В}$

3.  $U_C = 624 \text{ В}$

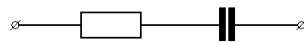
4.  $U_C = 300 \text{ В}$

5.  $U_C = 200 \text{ В}$

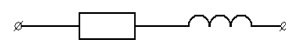
54. Ток и напряжение двухполюсника переменного тока заданы:  $u = 10 + 20 \sin(\omega t - 30^\circ) + 40 \sin(3\omega t + 45^\circ) \text{ В}$ ,  $i = 5 \sin(3\omega t + 45^\circ) \text{ А}$ .

Указать эквивалентную схему двухполюсника.

1.



2.



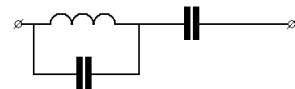
3.



4.



5.



55. Напряжение в цепи изменяется по закону

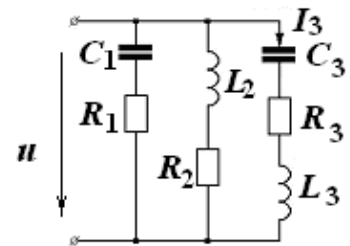
$u = 30\sqrt{2} \sin(\omega t + 15^\circ) + 40\sqrt{2} \sin(3\omega t + 30^\circ) \text{ В}$ .

Определить амплитуду

эквивалентной синусоиды напряжения.

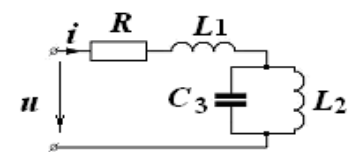
1.  $U_m = 50B$
2.  $U_m = 70.5B$
3.  $U_m = 98.7B$
4.  $U_m = 70B$
5.  $U_m = 95.2B$

56. Определить действующее значение тока  $I_3$ , если мгновенное значение напряжения  $u$  изменяется по закону  $u = 120 + 282 \sin \omega t$ , при угловой частоте  $\omega$   $X_L = X_C = 40$  Ом, сопротивление  $R_1 = R_2 = 40$  Ом,  $R_3 = 100$  Ом.



1.  $I_3 = 2,82$  A
2.  $I_3 = 2$  A
3.  $I_3 = 2,35$  A
4.  $I_3 = 2,85$  A
5.  $I_3 = 3$  A

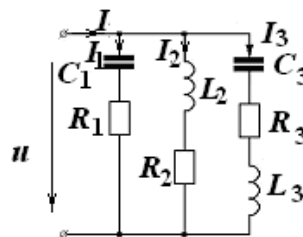
57. Определить мгновенное значение тока  $i$ , если  $u = 100 \sin \omega t + 50 \sin 3\omega t$ ,  $R = 20$  Ом, при угловой частоте  $\omega$   $\omega L_1 = 5$  Ом,  $\omega L_2 = 10$  Ом,



$$\frac{1}{\omega C_3} = 30 \text{ Ом.}$$

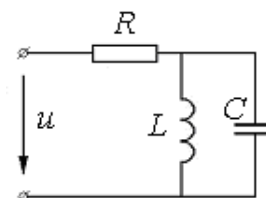
1.  $2,5\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ) + 1,25 \sin(3\omega t - 45^\circ)$
2.  $2,5\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ)$
3.  $5\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ) + 2,23 \sin(3\omega t - 26^\circ 30')$
4.  $2,5\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ) + 1,25\sqrt{2} \sin(3\omega t - 45^\circ)$
5.  $2,5\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ) + 2,5 \sin(3\omega t)$

58. Определить действующее значение тока  $I_2$ , если мгновенное значение напряжения изменяется по закону  $u = 120 + 282 \sin \omega t$ , при угловой частоте  $\omega$   $X_L = X_C = 30$  Ом, сопротивление  $R_1 = R_2 = 40$  Ом,  $R_3 = 100$  Ом.



1.  $I_2 = 6,4$  А
2.  $I_2 = 5$  А
3.  $I_2 = 4$  А
4.  $I_2 = 10$  А
5.  $I_2 = 3,9$  А

59. В схеме, изображенной на рисунке,  $R = 50$  Ом,  $L = 400$  мГн,  $C = 10$  мкФ  $u = 200 + 12\sqrt{2} \sin 500t$  В. Определить активную мощность, потребляемую цепью.



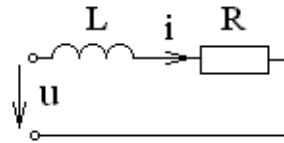
1. 288 Вт
2. 658 Вт
3. 800 Вт
4. 200 Вт
5. 1000 Вт

60. Напряжение и ток в цепи изменяются по законам  $u = 30\sqrt{2} \sin(\omega t + 15^\circ) + 40\sqrt{2} \sin(3\omega t + 30^\circ)$  В,  $i = 80\sqrt{2} \sin(\omega t - 40^\circ) + 60\sqrt{2} \sin(3\omega t - 10^\circ)$

А. Определить полную мощность цепи.

1.  $S = 5000$  ВА
2.  $S = 10000$  ВА
3.  $S = 7050$  ВА
4.  $S = 9800$  ВА
5.  $S = 5100$  ВА

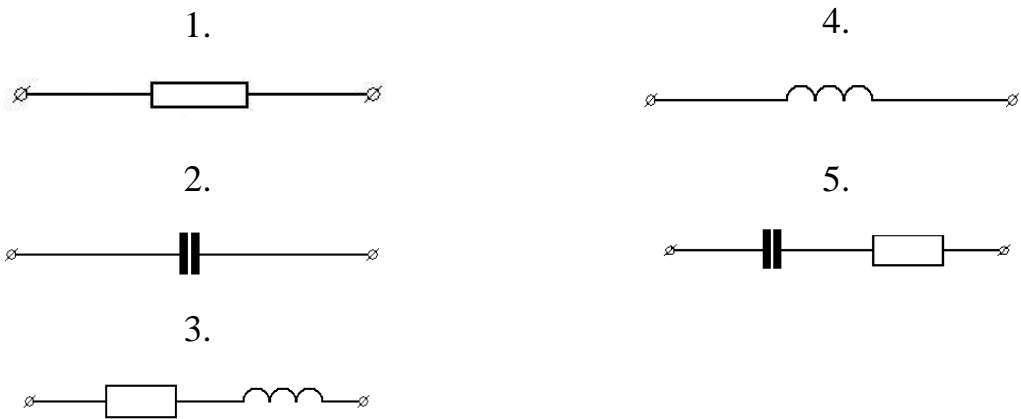
61. По какому закону изменяется напряжение  $u$ , если  $i = 10 + 5 \sin 200t$ ?



1.  $u = 5R \sin 200t - 5L \cos 200t$
2.  $u = 1000L \cos 200t$
3.  $u = 10R + 5R \sin 200t - 1000L \cos 200t$
4.  $u = 15R \sin 200t - 5L \cos 200t$
5.  $u = 10R \sin 200t$

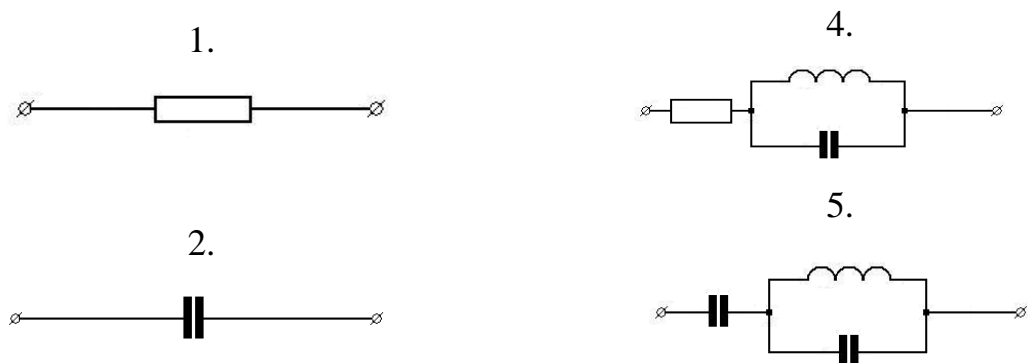
62. Ток и напряжение двухполюсника переменного тока заданы:

$u = 20 \sin(\omega t) + 10 \sin(5\omega t)$ ,  $i = 20 \sin(\omega t - 90^\circ) + 2 \sin(5\omega t - 90^\circ)$ . Указать эквивалентную схему двухполюсника.



63. Ток и напряжение двухполюсника переменного тока заданы:

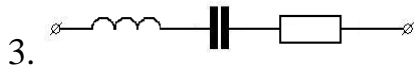
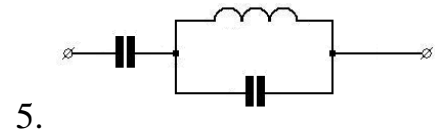
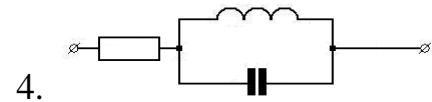
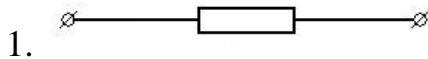
$u = 10 + 20 \sin(\omega t) + 10 \sin(5\omega t)$ ,  $i = 5 \sin(\omega t + 90^\circ)$ . Указать эквивалентную схему двухполюсника.



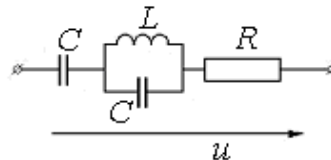
3.



64. Ток и напряжение двухполюсника переменного тока заданы:  
 $u = 10 + 20 \sin(\omega t) + 10\sqrt{2} \sin(3\omega t)$ ,  $i = 5 + 5 \sin(\omega t - 45^\circ)$ . Указать эквивалентную схему двухполюсника.

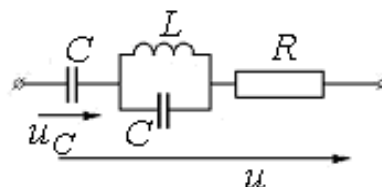


65. Найти мощность, потребляемую цепью, если  $u = 100 + 100 \sin(\omega t + 45^\circ)$  В,  $C = 100 \text{ мкФ}$ ,  $L = 1 \text{ Гн}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$  и схема настроена на резонанс токов для первой гармоники.



1. Нуль
2. 1000 Вт
3. 2000 Вт
4. 750 Вт
5. 500 Вт

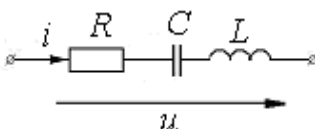
66. Схема настроена на резонанс токов.  $u = 100 + 150 \sin(100t)$  В,  $C = 100 \text{ мкФ}$ ,  $L = 1 \text{ Гн}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ . Определить действующее значение  $U_C$  напряжения  $u_C$





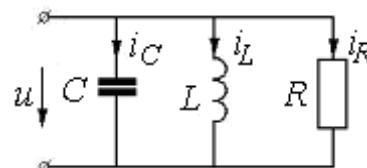
1. Нуль
2.  $\frac{350}{\sqrt{2}}$  В
3.  $\frac{150}{\sqrt{2}}$  В
4.  $\frac{100}{\sqrt{2}}$  В
5. 100В

67. Ток и напряжения двухполюсника, изображенного на схеме, заданы  $i = I_m \sin(\omega t + 0^\circ)$  А,  $u = U_0 + U_m \sin(\omega t - 45^\circ)$  В. Определить  $X_L = \omega L$ , если  $R = \frac{1}{\omega C} = 40$  Ом.



1.  $X_L = 0$  Ом
2.  $X_L = 40$  Ом
3.  $X_L = 80$  Ом
4.  $X_L = 40\sqrt{2}$  Ом
5. Другой ответ

68. Ток конденсатора изменяется по закону:  $i_c = 60 \sin(\omega t + 60^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 60^\circ)$  А. Определить закон изменения тока  $i_L$ , если сопротивления находятся в следующем соотношении



$R = \omega L = \frac{1}{3\omega C} = 3$  Ом.

1.  $i_L = 180 \sin(\omega t - 30^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 150^\circ)$
2.  $i_L = 180 \sin(\omega t - 120^\circ) + 10 \sin(3\omega t + 120^\circ)$
3.  $i_L = 180 \sin(\omega t + 60^\circ) + 10 \sin(3\omega t - 60^\circ)$

4.  $i_L = 60 \sin(\omega t - 120^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 120^\circ)$

5.  $i_L = 60 \sin(\omega t + 60^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 60^\circ)$

69. Вычислить полную мощность, если  $u = 141 \sin(\omega t) + 11 \sin(3\omega t + 30^\circ)$  В,  
 $i = 10,2 \sin(\omega t - 11,3^\circ) + 2 \cos(3\omega t) + \sin(5\omega t)$  А.

1.  $S = 1502$  ВА

2.  $S = 1462$  ВА

3.  $S = 709,5$  ВА

4.  $S = 738$  ВА

5.  $S = 123,8$  ВА

70. Вычислить реактивную мощность, если  $u = 141 \sin(\omega t) + 11 \sin(3\omega t + 30^\circ)$  В,  
 $i = 10,2 \sin(\omega t - 11,3^\circ) + 2 \cos(3\omega t) + \sin(5\omega t)$  А.

1.  $Q = 1475$  Вар

2.  $Q = 248$  Вар

3.  $Q = 738$  Вар

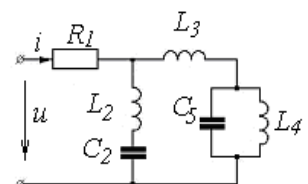
4.  $Q = 709,5$  ВАр

5.  $Q = 131,37$  ВАр

71. Определить мгновенное значение тока  $i$ , если

$$u = 240\sqrt{2} \sin(\omega t) + 120 \sin(5\omega t) \text{ В, } \omega L_2 = 1 \text{ Ом, } \frac{1}{\omega C_2} = 25 \text{ Ом,}$$

$$R_1 = 24 \text{ Ом, } \omega L_3 = 24 \text{ Ом, } \omega L_4 = 5 \text{ Ом, } \frac{1}{\omega C_5} = 5 \text{ Ом.}$$



1.  $10 \sin(\omega t - 45^\circ) + 5 \sin(5\omega t)$

2.  $10 \sin(\omega t + 45^\circ) + 2,5\sqrt{2} \sin(5\omega t + 45^\circ)$

3.  $10\sqrt{2} \sin(\omega t) + 5 \sin(5\omega t)$

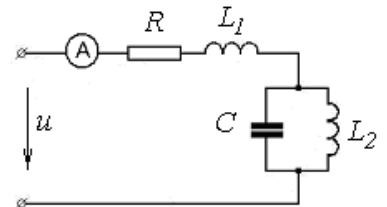
4.  $10 \sin(\omega t + 45^\circ) + 5 \sin(5\omega t)$

5.  $5 \sin(5\omega t)$

72. В цепи с последовательным соединением  $R, L, C$ .  $R = 34 \text{ Ом}$ ,  $C = 10 \text{ мкФ}$ ,  $L = 400 \text{ мГн}$ , и напряжение на зажимах цепи  $u = 100 + 120\sqrt{2} \sin(500t) \text{ В}$ . Определить напряжение на активном сопротивлении.

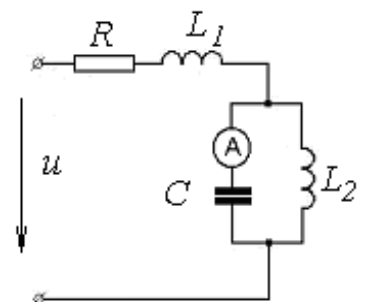
1.  $u_R = 100 + 170 \sin(500t) \text{ В}$
2.  $u_R = 120 \sin(500t) \text{ В}$
3.  $u_R = 270 \sin(500t) \text{ В}$
4.  $u_R = 120\sqrt{2} \sin(500t) \text{ В}$
5.  $u_R = 170 \sin\left(500t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ В}$

73. Определить показание амперметра, если  $u = 10 + 85 \sin(\omega t) + 40 \sin(5\omega t)$ , частота первой гармоники  $\omega = 1000 \text{ сек}^{-1}$ , параметры цепи:  $R = 10 \text{ Ом}$ ,  $C = 41,6 \text{ мкФ}$ ,  $L_1 = 1 \text{ мГн}$ ,  $L_2 = 24 \text{ мГн}$



1. 1 А
2. 2 А
3. 3 А
4. 5 А
5. 3.16 А

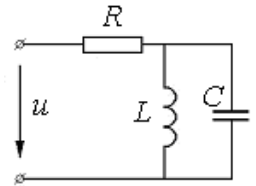
74. Определить показание амперметра, если  $u = 10 + 85 \sin(\omega t) + 40 \sin(5\omega t)$ , частота первой гармоники  $\omega = 1000 \text{ сек}^{-1}$ , параметры цепи:  $R = 10 \text{ Ом}$ ,  $C = 41,6 \text{ мкФ}$ ,  $L_1 = 1 \text{ мГн}$ ,  $L_2 = 24 \text{ мГн}$ .



1. 1 А
2. 2.95 А
3. 3.87 А
4. 3 А

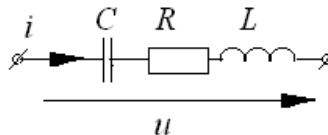
## 5.5 А

75. Мгновенное значение напряжения в цепи равно  $u = 50 + 100\sqrt{2} \sin(10t)$  В. Чему будет равен ток в неразветвленной части цепи, если параллельный контур настроен на резонанс токов для первой гармоники и  $R = 10 \text{ Ом}$ ,  $C = 200 \text{ мкФ}$ ,  $L = 0,5 \text{ Гн}$ .



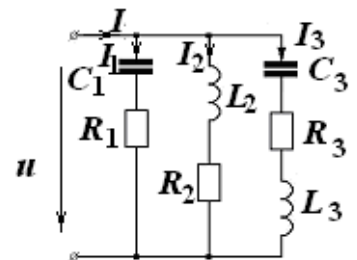
1.  $i = 5 + 1000\sqrt{2} \sin(\omega t)$
2.  $i = 10\sqrt{2} \sin(\omega t)$
3.  $i = 5 + 10\sqrt{2} \sin(\omega t)$
4.  $i = 0$
5.  $i = 5$

76. Определить действующее значение тока, если мгновенное значение напряжения изменяется по закону  $u = 400 + 282 \sin(\omega t)$ . При угловой частоте  $\omega$   $X_L = X_C = 60 \text{ Ом}$ , сопротивление  $R = 40 \text{ Ом}$ .



1.  $I = 5 \text{ А}$
2.  $I = 7,05 \text{ А}$
3.  $I = 10 \text{ А}$
4.  $I = 4 \text{ А}$
5.  $I = 3 \text{ А}$

77. Определить действующее значение тока  $I_1$ , если мгновенное значение напряжения  $u$  изменяется по закону  $u = 120 + 282 \sin \omega t$ , при угловой частоте  $\omega$   $X_L = X_C = 30 \text{ Ом}$ , сопротивление  $R_1 = R_2 = 40 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 100 \text{ Ом}$ .



1.  $I_1 = 5.65 \text{ A}$

2.  $I_1 = 4 \text{ A}$

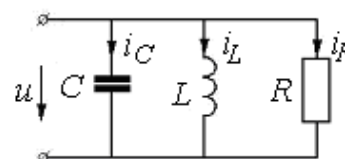
3.  $I_1 = 5.74 \text{ A}$

4.  $I_1 = 7.65 \text{ A}$

5.  $I_1 = 8.05 \text{ A}$

78. Ток конденсатора изменяется по закону:

$i_C = 60 \sin(\omega t + 60^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 60^\circ)$  А. Определить закон изменения тока  $i_R$ , если сопротивления находятся в



следующем соотношении  $R = \omega L = \frac{1}{3\omega C} = 3 \text{ Ом}$ .

1.  $i_R = 180 \sin(\omega t - 30^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 150^\circ)$

2.  $i_R = 180 \sin(\omega t - 120^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 120^\circ)$

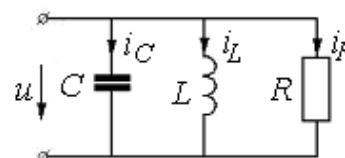
3.  $i_R = 180 \sin(\omega t + 60^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 60^\circ)$

4.  $i_R = 60 \sin(\omega t + 60^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 60^\circ)$

5.  $i_R = 50 \sin(\omega t + 0^\circ) + 60 \sin(3\omega t + 30^\circ)$

79. Ток конденсатора изменяется по закону:

$i_C = 60 \sin(\omega t + 60^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 60^\circ)$  А. Определить закон изменения напряжения  $u$ , если сопротивления



находятся в следующем соотношении

$R = \omega L = \frac{1}{3\omega C} = 3 \text{ Ом}$ .

1.  $u = 540 \sin(\omega t - 30^\circ) + 90 \sin(3\omega t - 150^\circ)$

2.  $u = 300 \sin(\omega t - 30^\circ) + 10 \sin(3\omega t - 150^\circ)$

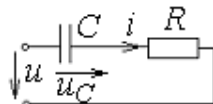
3.  $u = 540 \sin(\omega t - 30^\circ) + 120 \sin(3\omega t - 30^\circ)$

4.  $u = 600 \sin(\omega t + 0^\circ) + 50 \sin(3\omega t - 45^\circ)$

5.  $u = 200 \sin(\omega t + 60^\circ) + 10 \sin(3\omega t + 0^\circ)$

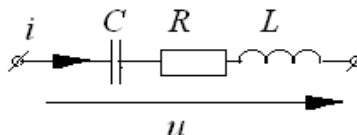
80. Напряжение на конденсаторе изменяется по закону  $u_C = 25 + 2 \sin(300t)$  В.

Каков при этом будет закон изменения напряжения  $u$  ?



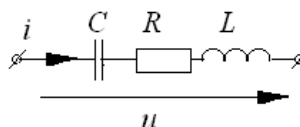
1.  $u = 600 \cos 300t$
2.  $u = 25 + 600 \cos 300t$
3.  $u = 25 + 2 \sin 300t + CR \cos 300t$
4.  $u = 600 \cos 300t - 2R \sin 300t$
5.  $u = 25 + 2R \sin 300t + 600R \cos 300t$

81. Мгновенное значение напряжения  $u$  изменяется по закону  $u = 400\sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_1) + 180\sqrt{2} \sin(3\omega t + \psi_2)$  при частоте  $3\omega$ ,  $X_C = X_L = 30$  Ом, сопротивление  $R = 60$  Ом. Определить действующее значение тока третьей гармоники  $I^{(3)}$ .



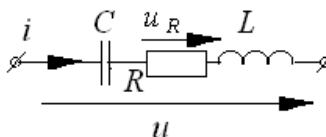
1.  $I^{(3)} = 4.23$  А
2.  $I^{(3)} = 1.5$  А
3.  $I^{(3)} = 3$  А
4.  $I^{(3)} = 5$  А
5.  $I^{(3)} = 4$  А

82. Мгновенное значение напряжения  $u$  изменяется по закону  $u = 400\sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_1) + 180\sqrt{2} \sin(3\omega t + \psi_2)$  при частоте  $3\omega$ ,  $X_C = X_L = 30$  Ом, сопротивление  $R = 60$  Ом. Определить действующее значение тока первой гармоники  $I^{(1)}$ .



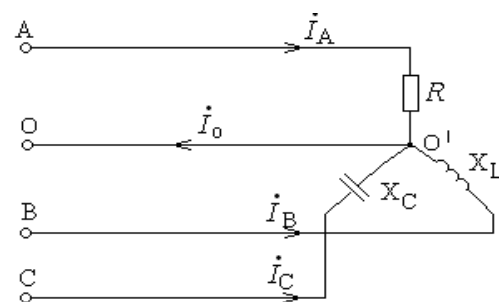
1.  $I^{(1)}=6.68\text{A}$
2.  $I^{(1)}=4\text{A}$
3.  $I^{(1)}=9.4\text{A}$
4.  $I^{(1)}=3.34\text{A}$
5.  $I^{(1)}=3\text{A}$

83. Мгновенное значение напряжения  $u$  изменяется по закону  $u = 400\sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_1) + 180\sqrt{2} \sin(3\omega t + \psi_2)$  при частоте  $3\omega$ ,  $X_C = X_L = 30 \text{ Ом}$ , сопротивление  $R = 60 \text{ Ом}$ . Определить действующее значение  $U_R$  напряжения  $u_R$ .



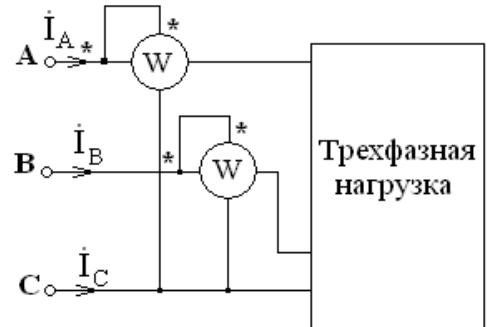
1.  $U_R=420\text{В}$
2.  $U_R=300\text{В}$
3.  $U_R=500\text{В}$
4.  $U_R=438\text{В}$
5.  $U_R=580\text{В}$

84. Какой величины должно быть взято сопротивление  $R$  в фазе А, чтобы ток в нулевом проводе стал равным нулю, если токи всех фаз по модулю равны 20 А, а напряжения – 127 В.



1.  $R = 3,66 \text{ Ом}$
2.  $R = 7,32 \text{ Ом}$
3.  $R = 12,41 \text{ Ом}$
4.  $R = 1,83 \text{ Ом}$
5.  $R = 6,12 \text{ Ом}$

85. Вычислить линейные токи, реактивную и полную мощности в симметричной трехфазной цепи по показаниям двух ваттметров.  $U_{л} = 208$  В,  $P_1 = 1986$  Вт,  $P_2 = 2517$  Вт.

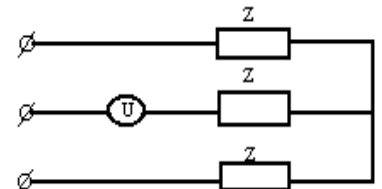


1.  $I_{л} = 12,8$  А;       $Q = -919$  ВАр;       $S = 4600$  ВА
2.  $I_{л} = 4,26$  А;       $Q = -306$  ВАр;       $S = 1533$  ВА
3.  $I_{л} = 38,2$  А;       $Q = -2757$  ВАр;       $S = 18390$  ВА
4.  $I_{л} = 7,11$  А;       $Q = -486$  ВАр;       $S = 3202$  ВА

86. Задано сопротивление  $Z$  одной фазы симметричного трехфазного потребителя и его линейный ток  $I_{л}$ . Определить линейное напряжение питающей сети, если известно, что потребитель соединен в треугольник.

1.  $U_{л} = \sqrt{3} I_{л} Z$
2.  $U_{л} = \frac{I_{л} Z}{\sqrt{3}}$
3.  $U_{л} = 3 I_{л} Z$
4.  $U_{л} = \frac{I_{л} Z}{3}$
5.  $U_{л} = I_{л} Z$

87. Что покажет вольтметр, включенный в цепь симметричного трехфазного потребителя (см. схему), если линейное напряжение питающей сети  $U_{л}$ ?



1. Нуль
2.  $U_{л}$
3.  $\frac{U_{л}}{\sqrt{3}}$



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 105 из 116

$$4. \frac{U_{\text{л}}}{2}$$

5. На вопрос ответить нельзя, т.к. неизвестна величина сопротивления

88. В трехфазную цепь с  $U_{\text{л}} = 100$  В включены треугольником три нагревательных прибора, сопротивление каждого прибора  $R = 10$  Ом. Определить фазные и линейные токи, если линейный провод А оборван.

$$1. I_{ab} = I_{ca} = 5\text{А}; \quad I_{bc} = 10\text{А}; \quad I_b = I_c = 17,3\text{А}.$$

$$2. I_{ab} = I_{ca} = 0; \quad I_{bc} = 10\text{А}; \quad I_b = I_c = 10\text{А}.$$

$$3. I_{ab} = I_{ca} = 5\text{А}; \quad I_{bc} = 10\text{А}; \quad I_b = I_c = 15\text{А}.$$

$$4. I_{ab} = 0; \quad I_{ca} = 10\text{А}; \quad I_{bc} = 10\text{А}; \quad I_b = I_c = 17,3\text{А}.$$

$$5. I_{ab} = I_{ca} = 5\text{А}; \quad I_{bc} = 10\text{А}; \quad I_b = I_c = 15\text{А}.$$

89. При соединении несимметричной нагрузки треугольником комплекс фазного тока равен:

$$1. I_{\phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}Z_{\phi}};$$

$$2. I_{\phi} = I_{\text{л}};$$

$$3. I_{\phi} = \frac{U_{\text{л}}}{Z_{\phi}};$$

$$4. I_{\phi} = \frac{I_{\text{л}}}{\sqrt{3}};$$

5. Другой ответ

90. На входе трансформатора  $U_{\text{л}} = 220$  В. Нагрузка содержит катушку индуктивности  $L$  и две лампы с сопротивлением  $R$ , соединенные звездой с нулевым проводом, причем  $X_L = R = 25,4$  Ом. Чему равен ток в нулевом проводе?

1. Нулю

2. 12,2 А

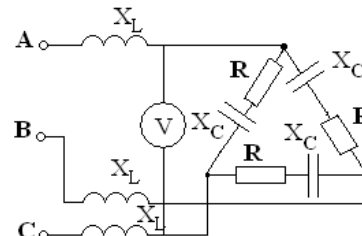
3. 11,2 А

4. 7,07 А

5. 0,84А.

91. Определить показания вольтметра в цепи, если

$$R = X_C = 6 \text{ Ом}; \quad X_L = 2 \text{ Ом}; \quad U_L = 380 \text{ В.}$$



1. 314 В;

2. 540 В;

3. 243 В;

4. 380 В;

5. 160 В.

92. К трехпроводной трехфазной линии присоединена симметричная нагрузка, соединенная треугольником ( $Z_H = 16 + j12$ ). Линию питает трансформатор, обмотки которого соединены звездой с фазным напряжением 127 В. Найти действующее значение фазных и линейных токов.

1.  $I_\phi = 11 \text{ А}; \quad I_L = 19 \text{ А.}$

2.  $I_\phi = 6,35 \text{ А}; \quad I_L = 11 \text{ А.}$

3.  $I_\phi = 19 \text{ А}; \quad I_L = 11 \text{ А.}$

4.  $I_\phi = 7,85 \text{ А}; \quad I_L = 13,6 \text{ А.}$

5.  $I_\phi = 4,55 \text{ А}; \quad I_L = 7,85 \text{ А.}$

93. Три равных сопротивления по 20 Ом, соединены звездой, включены в сеть трехфазного тока с фазным напряжением 127 В. Как изменятся линейные токи, если эти же сопротивления соединить треугольником?

1. Увеличатся от 5,5 А до 15 А.

2. Уменьшатся от 8,35 А до 3 А.

3. Линейные токи не изменятся.

4. Увеличатся от 6,35 А до 19,05 А.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 107 из 116

5. Уменьшатся от 10 А до 5 А.

94. Трехфазный трансформатор, соединенный звездой, имеет фазное напряжение 127 В и питает две одинаковые электроплитки на 127 В, включенные в две разные фазы, в третью фазу включена лампа, мощность которой незначительна по сравнению с мощностью плиток.

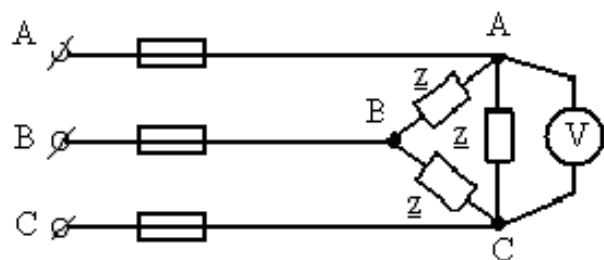
Под каким напряжением окажется лампа, если нулевой провод оборвется?

1.  $U = 220$  В.
2.  $U = 127$  В.
3.  $U = 190$  В.
4. Задачу решить нельзя.
5.  $U = 75,5$  В.

95. В каждой фазе потребителя, соединенного треугольником, ток отстает по фазе от напряжения на угол  $53^{\circ}$ . Сопротивления фаз одинаковы и равны по 19 Ом, линейное напряжение 380 В. Вычислить фазные линейные токи активную мощность всей цепи.

1.  $I_{\phi} = 15$  А,  $I_{л} = 30$  А,  $P = 15$  кВт.
2.  $I_{\phi} = 20$  А,  $I_{л} = 20$  А,  $P = 6$  кВт.
3.  $I_{\phi} = 30$  А,  $I_{л} = 40$  А,  $P = 10$  кВт.
4.  $I_{\phi} = 20$  А,  $I_{л} = 34,6$  А,  $P = 13,68$  кВт.
5.  $I_{\phi} = 11$  А,  $I_{л} = 22$  А,  $P = 13$  кВт.

96. Трехфазная сеть, питающая потребитель, имеет напряжение  $U$ . Что покажет вольтметр, подключенный к фазе СА, после перегорания предохранителя в проводе С?



1.  $U_{CA} = U$

2.  $U_{CA} = \frac{U}{3}$

3.  $U_{CA} = \frac{U}{2}$

4.  $U_{CA} = 2U$

5.  $U_{CA} = \frac{U}{\sqrt{3}}$

97. Три одинаковых сопротивления по 30 Ом соединены треугольником и включены в трехфазную сеть с линейным напряжением 380 В. Как нужно выбрать сопротивления фаз для того, чтобы при соединении их звездой линейные токи остались по величине прежними?

1. По 5 Ом.

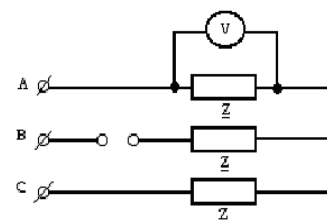
2. По 20 Ом.

3. По 10 Ом.

4. По 15 Ом.

5. По 25 Ом.

98. Что покажет вольтметр, если линейное напряжение сети –  $U_{л}$ ?



1.  $U_{л}$

2.  $\frac{U_{л}}{2}$

3. 0

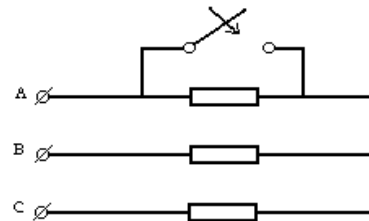
4.  $\frac{U_{л}}{\sqrt{3}}$

5.  $\frac{\sqrt{3}U_{л}}{2}$

99. Как изменится потребляемая мощность, если симметричную нагрузку, соединенную звездой без нулевого провода, присоединить в треугольник при том же линейном напряжении?

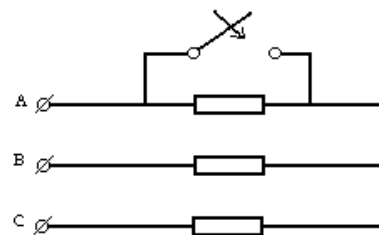
1. Уменьшится в  $\sqrt{3}$  раз.
2. Увеличится в  $\sqrt{3}$  раз.
3. Уменьшится в 3 раза.
4. Не изменится.
5. Увеличится в 3 раза.

100. Как изменится ток фазы А симметричной звезды нагрузки, если эту фазу закоротить?



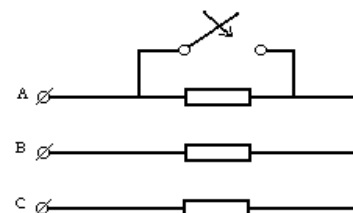
1. Возрастет в 3 раза.
2. Уменьшится в 3 раза.
3. Не изменится.
4. Возрастет в 2 раза.
5. Уменьшится в  $\sqrt{3}$  раз.

101. Как изменится ток фазы В симметричной звезды нагрузки, если фазу А закоротить?



1. Не изменится.
2. Увеличится в  $\sqrt{3}$  раз.
3. Увеличится в 3 раза.
4. Уменьшится в  $\sqrt{3}$  раз.
5. Увеличится в 2 раза.

102. Как изменится напряжение фазы *B* симметричной звезды нагрузки, если фазу *A* закортить?



1. Не изменится.
2. Увеличится в  $\sqrt{3}$  раз.
3. Увеличится в 3 раза.
4. Уменьшится в  $\sqrt{3}$  раз.
5. Уменьшится в 3 раза.

103. Даны линейный ток и линейное напряжение симметричной нагрузки, соединенной по схеме звезды. Определить  $Z_\phi$ .

1.  $Z_\phi = \frac{U_\text{л}}{I_\text{л}}$
2.  $Z_\phi = \frac{U_\text{л}}{3I_\text{л}}$
3.  $Z_\phi = \frac{U_\text{л}}{\sqrt{3}I_\text{л}}$
4.  $Z_\phi = \frac{3U_\text{л}}{I_\text{л}}$
5.  $Z_\phi = \frac{\sqrt{3}U_\text{л}}{I_\text{л}}$

104. Для симметричного трехфазного потребителя заданы:  $U_\text{л}=220$  В;  $I_\text{л}=3$  А;  $P=571$  Вт. Определить угол сдвига фаз между фазными величинами.

1.  $\varphi = 0^\circ$
2.  $\varphi = 60^\circ$
3.  $\varphi = 30^\circ$
4.  $\varphi = 90^\circ$
5.  $\varphi = 10^\circ$

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 111 из 116

105. Линейное напряжение трехфазного трансформатора, соединенного звездой с нулевым проводом, 220 В. В фазе *A* включено 30 одинаковых ламп (40 Вт, 127 В каждая), в фазе *B* – 20 ламп, в фазе *C* – 10 ламп.

Определить ток в нулевом проводе.

1.  $I_0 = 5,45 \text{ A}$

2.  $I_0 = 19 \text{ A}$

3.  $I_0 = 0,019 \text{ A}$

4.  $I_0 = 0,058 \text{ A}$

5.  $I_0 = 9,45 \text{ A}$

106. Три амперметра в рассечку проводов, соединяющих зажимы *A*, *B*, *C* трехфазного генератора с зажимами приемника, соединенного звездой без нулевого провода. При равномерной нагрузке амперметры показывают по 20 А. Как изменятся показания амперметров, если одна фаза (*A*) приемника будет замкнута?

1.  $I_A = 60 \text{ A}; \quad I_B = 34,6 \text{ A}; \quad I_C = 34,6 \text{ A}$

2. Не изменится

3.  $I_A = 40 \text{ A}; \quad I_B = 20 \text{ A}; \quad I_C = 20 \text{ A}$

4.  $I_A = 34,6 \text{ A}; \quad I_B = 34,6 \text{ A}; \quad I_C = 34,6 \text{ A}$

5.  $I_A = 34,6 \text{ A}; \quad I_B = 20 \text{ A}; \quad I_C = 20 \text{ A}$

107. По какой из приведенных формул определяется полная мощность симметричного приемника, независимо от способа его соединения?

1.  $S = 3U_{\text{л}}I_{\text{л}}$

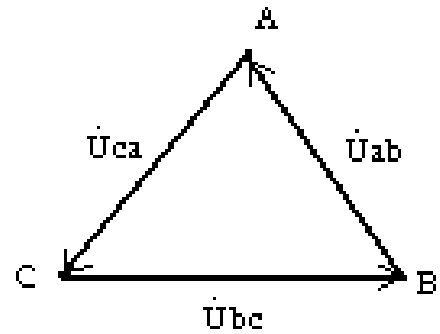
2.  $S = \sqrt{3}U_{\text{ф}}I_{\text{ф}}$

3.  $S = 3U_{\text{ф}}I_{\text{л}}$

4.  $S = U_{\text{ф}}I_{\text{л}}$

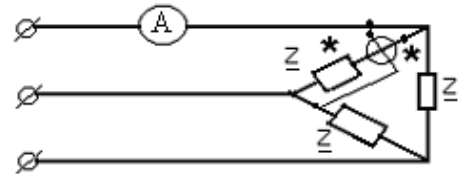
5.  $S = \sqrt{3}U_{\text{ф}}I_{\text{л}}$

108. Режим трехфазной цепи с нулевым проводом симметричен. Сопротивлением проводов и внутренним сопротивлениями генератора можно пренебречь. Где будет находиться нейтральная точка на топографической диаграмме в случае обрыва фазы  $A$  ?



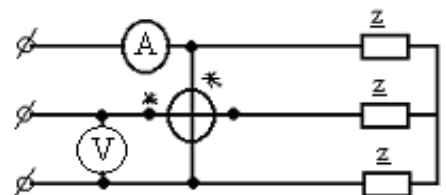
1. В точке  $A$ .
2. В середине отрезка  $BC$ .
3. В точке  $B$ .
4. В центре тяжести треугольника линейных напряжений.
5. В точке  $C$ .

109. Симметричный трехфазный потребитель питается от трехфазной сети. Вольтметр, амперметр и однофазный ваттметр показывают соответственно:  $U=127$  В,  $I=4\sqrt{3}$  А,  $P=508$  Вт. Каково по характеру сопротивление  $Z$  ?



1. Число активное
2. Число реактивное
3. Активно реактивное
4. На вопрос ответить нельзя.

110. Симметричный трехфазный потребитель питается от трехфазной сети. Вольтметр и амперметр показывают соответственно  $U=380$  В,  $I=3$  А. Что покажет ваттметр, если сопротивление  $Z$  чисто активные?



1. 1140 Вт



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 113 из 116

2. 1980 Вт
3. 657 Вт
4. Нуль
5. На вопрос ответить нельзя, т.к. неизвестна величина сопротивления

### Критерии оценки промежуточного тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по вопросам теоретических основ электротехники в соответствии с учебной программой при проведении промежуточной аттестации.

Содержание тестов. В соответствии с учебной рабочей программой тесты соответствуют разделам дисциплины «Теоретические основы электротехники»:

1. Преобразования в простейших резистивных цепях, вычисление входных сопротивлений. Соотношение между токами и напряжениями в идеальных линейных элементах R, L, C.
2. Вычисление комплексных параметров цепи при последовательном, параллельном и смешанном соединении ветвей.
3. Формирование топологических матриц. Исследование методов расчета сложных электрических цепей.
4. Проведение оценки баланса мощностей.
5. Расчет симметричных и несимметричных режимов в трехфазных электрических цепях.
6. Исследование явления резонанса в линейных электрических цепях.
7. Анализ линейных цепей с периодическими несинусоидальными токами.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 114 из 116

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по 4-5 ответов, один из которых может быть правильным или, наоборот (3-4 вопроса могут быть верными и только один неправильный).

Условия применения. Для проверки знаний при промежуточной аттестации студент получает 5 вопросов. Правильный ответ (с предоставленным расчётом) оценивается в 2 балла. В итоге студент может набрать 10 баллов. Тесты формируются из вопросов по всем пройденным разделам курса. Проверка знаний на экзамене по этим тестам не производится.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 30-45 минут.

**Приложение 3 к рабочей программе учебной дисциплины**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по дисциплине «Теоретические основы электротехники»**

**Направление подготовки – 13.03.02 Электроэнергетика**

**и электротехника**

**профиль «Электроснабжение»**

**Форма подготовки (очная/ заочная)**

**Владивосток**

**2017**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»</b>			
Разработчики: к.т.н., доцент Л.В. Глушак	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 -Б1.Б.17. - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 116 из 116

1. Глушак Л.В., Шеин А.Н. Анализ линейных электрических цепей в установившемся и переходном режимах: практикум по курсу «Теоретические основы электротехники» [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. –[287 с.] - 1CD. – Систем. требования: процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память 256 МБ, Windows (XP; Vista; 7и т.п); Acrobat Reader, Fox-it Reader либо любой другой их аналог. ISBN 978-5-7444-3418-2.

2. Киншт Н.В., Кац М.А., Герасимова Г.Н., Глушак Л.В., Силин Н.В., Цовбун Л.С. Сборник лабораторных работ по курсу «Теоретические основы электротехники». Методические указания для студентов электротехнических и радиотехнических специальностей (очной и заочной форм обучения). – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003 – 62 с.