

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Председатель Ученого Совета  
 факультета энергетики  
 и систем управления  
 А.В. Бурковский \_\_\_\_\_  
 (подпись)

\_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Теоретические основы электротехники**

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

**Закреплена за кафедрой:** Электропривода, автоматики и управления в технических системах

**Направление подготовки (специальности):**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

(код, наименование)

**Направленности:** Электропривод и автоматика, Электромеханика, Электро-снабжение

(название профиля по УП)

**Часов по УП: 396; Часов по РПД: 396;**

**Часов по УП (без учета часов на экзамены): 379; Часов по РПД: 379;**

**Часов на самостоятельную работу по УП: 327 (82,5%);**

**Часов на самостоятельную работу по РПД: 327 (82,5%)**

**Общая трудоемкость в ЗЕТ: 11**

**Виды контроля в семестрах (на курсах):** Экзамены - 5; Зачеты с оценкой –3,4; Курсовые проекты - 0; Курсовые работы – 4; Контрольные работы –3,5.

**Форма обучения:** заочная;

**Срок обучения:** сокращенный.

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Вид занятия	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 10		Итого	
	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции					6	6	6	6	8	8							20	20
Лабораторные					6	6	6	6	-	-							12	12
Практические					6	6	4	4	10	10							20	20
<b>Ауд. занятия</b>					<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>18</b>							<b>52</b>	<b>52</b>
<b>Сам. работа</b>					<b>80</b>	<b>80</b>	<b>94</b>	<b>94</b>	<b>153</b>	<b>153</b>							<b>327</b>	<b>327</b>
<b>Итого</b>					<b>98</b>	<b>98</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>171</b>	<b>171</b>							<b>379</b>	<b>379</b>

Рабочая программа соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 года № 955

**Программу составил:** \_\_\_\_\_ Попова Т.В.  
(подпись, ученая степень, ФИО)

**Рецензент (ы):** \_\_\_\_\_ к.т.н. Писаревский Ю.В.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профили Электропривод и автоматика, Электромеханика, Электропитание.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электропривода, автоматизации и управления в технических системах

протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС \_\_\_\_\_ д.т.н., проф., Бурковский В.Л..

Согласовано:

Зав. выпускающей кафедрой  
«Электромеханических систем и  
электропитания» \_\_\_\_\_ Шелякин В.П.

Председатель МКНП \_\_\_\_\_ Тикунов А.В.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины ТОЭ - формирование понятий и приобретение навыков студентами в области анализа и моделирования электрических цепей и электромагнитных явлений, а также умения применять формальные методы расчета к исследованию физических явлений в электротехнических устройствах и электроэнергетических системах.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучение электромагнитных явлений и их прикладного применения для создания, передачи и распределения электроэнергии, для решения проблем современной электротехники, электромеханики, электротехнологии, электроники, автоматики, телемеханики, информационно-измерительной и вычислительной техники.
1.2.2	освоение принципов построения моделей электромагнитных явлений и процессов, методов формализации и алгоритмизации;
1.2.3	приобретение навыков в решении задач в области электротехники традиционными методами и средствами вычислительной техники;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.Б.10
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по высшей математике (ОПК-2), физике ((ОПК-2) и информатике (ОПК-1) в пределах программы высшего образования в объёме бакалавриата	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо, как предшествующее</b>	
Б1.Б.11	Электрические машины
Б1.Б.12	Общая энергетика
Б1.В.ОД.5	Силовая электроника
Б1.В.ОД.6	Теория автоматического управления
Б1.В.ОД.7	Электрические и электронные аппараты
Б1.В.ОД.8	Электрический привод
Б1.В.ОД.2	Метрология
Б1.В.ОД.10	Моделирование и исследование электроприводов

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-3	способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей
<b>Знает:</b> - теоретические основы электротехники: основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах;	
<b>Умеет:</b> - использовать законы и методы расчета электрических цепей при изучении специальных электротехнических дисциплин;	
<b>Владеет:</b>	

- методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, навыками решения задач и проведения лабораторных экспериментов по теории электрических цепей и электромагнитного поля.

### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	теоретические основы электротехники: основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать законы и методы расчета электрических цепей при изучении специальных электротехнических дисциплин;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, навыками решения задач и проведения лабораторных экспериментов по теории электрических цепей и электромагнитного поля.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Се- местр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Электрические цепи. Основные определения. Физические основы.	3		0,5			5	5,5
2	Линейные цепи постоянного тока. Методы расчета.	3		3,5	2	2	30	37,5
3	Линейные цепи синусоидального тока.	3		2	2	2	40	46
4	Трехфазные электрические цепи	4		2	2	2	30	36
5	Электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами	4		1	2		20	23
6	Четырехполюсники и электрические фильтры	4		1	2	2	20	25
7	Переходные процессы в линейных цепях	4		2	2	2	40	46
8	Нелинейные цепи постоянного тока	5		1		2	15	18
9	Магнитные цепи	5		1			15	16
10	Нелинейные цепи переменного тока.	5		2	2		20	24
11	Цепи с распределенными параметрами	5		2	2		20	24
12	Уравнения Максвелла. Векторное исчисление	5		0,5	1		15	16,5

13	Электростатика	5		0,5	1		25	26,5
14	Постоянное магнитное поле	5		0,5	1		15	16,5
15	Переменное электромагнитное поле	5		0,5	1		17	18,5
Итого				<b>20</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>327</b>	<b>379</b>

#### 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
<b>3 семестр</b>		<b>6</b>	
	<p><b>Лекция 1</b> Предмет курса ТОЭ, его построение, связь со смежными и специальными дисциплинами. Понятия об электрическом и магнитном полях. Основные величины, характеризующие электрическое и магнитное поля. Интегральные (обобщенные) характеристики электромагнитного поля: электрический ток и напряжение. Электрическое напряжение и электродвижущая сила (ЭДС). Понятие электрического потенциала. Научные абстракции, применяемые в теории электрических цепей: активные и пассивные элементы. Линейные и нелинейные электрические цепи. Источники ЭДС и источники тока. Схемы электрических цепей. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Эквивалентные преобразования электрических цепей. Методы расчета разветвленных цепей: непосредственно по законам Кирхгофа. <u>Самостоятельное изучение.</u> Электрическая энергия и ее использование. Основные этапы развития науки об электрических и магнитных явлениях. Эквивалентное преобразование соединения приемников по схеме звезда-треугольник; последовательное соединение источников ЭДС; перенос ЭДС через узел. Анализ цепей постоянного тока методом контурных токов. Принцип и метод наложения; принцип линейности.</p>	2	
	<p><b>Лекция 2</b> Метод узловых потенциалов; метод двух узлов; примеры расчетов. Потенциальная диаграмма. Мощности источников и приемников электрической энергии. Баланс мощностей. <u>Самостоятельное изучение.</u> Метод эквивалентного генератора (активного двухполюсника). Сравнительная оценка основных методов расчета разветвленных цепей. Теорема компенсации. Принцип взаимности. Коэффициент полезного действия. Условие передачи максимума активной мощности в нагрузку (согласование нагрузки с линией передачи энергии).</p>	2	
	<p><b>Лекция 3</b> Получение синусоидальной ЭДС. Основные понятия: период, угловая частота, фаза, начальная фаза, разность фаз. Мгновенное, действующее и среднее значения синусоидальных напряжений и токов. Элементы R, L и C. Анализ цепей синусоидального тока по мгновенным значениям. Последовательное и параллельное соединение R, L, C. Полное сопротивление и полная проводимость.</p>	2	

	<p>Применение комплексных чисел к расчету линейных цепей с синусоидальными токами и напряжениями. Показательная, тригонометрическая и алгебраическая формы записи комплексных величин. Изображение синусоидальных токов и напряжений в комплексной форме. Анализ цепей синусоидального тока комплексным методом (алгоритм расчета комплексным методом). Векторные диаграммы. Топографические диаграммы. Влияние изменения параметров на режим в цепи. Мощность и энергия в цепях переменного тока. Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности.</p> <p>Комплексная мощность. Баланс мощностей. Измерение мощности ваттметром. Коэффициент мощности.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Общее условие резонанса. Резонанс напряжений и резонанс токов. Резонансные частоты и добротность. Частотные характеристики. Примеры.</p> <p>Резонанс в сложном соединении. Частотные характеристики цепей при последовательном и параллельном соединении реактивных LC - элементов. Практическое значение резонанса в электротехнических и электромеханических системах и устройствах.</p> <p>Компенсация реактивной мощности. Условие передачи максимума активной мощности в нагрузку (согласование нагрузки с линией передачи энергии). Коэффициент полезного действия.</p> <p>Явление электромагнитной индукции. Взаимная индуктивность. Коэффициент связи. Расчет цепей при наличии в них индуктивно-связанных катушек. Последовательное и параллельное соединение индуктивно-связанных катушек.</p> <p>Экспериментальное определение одноименных зажимов. Запись уравнений для цепей со взаимной индуктивностью.</p> <p>Идеальный трансформатор. Линейный трансформатор. Схемы замещения трансформатора.</p>		
<b>4 семестр</b>		<b>6</b>	
	<p><b>Лекция 4</b></p> <p>Многофазные цепи и системы и их классификация. Получение трехфазной системы ЭДС (трехфазный генератор). Схемы соединения фаз генератора и нагрузки. Линейные и фазные токи и напряжения. Основные соотношения в симметричной трехфазной цепи. Преимущества трехфазных цепей. Активная, реактивная и полная мощности трехфазной системы. Измерение активной мощности трехфазной цепи.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Расчет трехфазных цепей в симметричных и несимметричных режимах при полнофазных и неполнофазных схемах соединения нагрузки звездой и треугольником. Векторные диаграммы.</p> <p>Получение вращающегося магнитного поля. Принцип действия асинхронных и синхронных машин.</p> <p>Метод симметричных составляющих.</p>	2	
	<p><b>Лекция 5</b></p> <p>Источники периодического несинусоидального режима в цепи. Аналитическое представление входных периодических несинусоидальных ЭДС. Действующие значения несинусоидальных токов и напряжений. Алгоритм расчета установившегося режима</p>	2	

	<p>при несинусоидальных периодических воздействиях. Применение комплексного метода расчета режимов в электрических цепях. Мощность в цепи периодического несинусоидального тока. Коэффициент мощности.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Понятия об амплитудно-частотном и фазо-частотном спектрах. Величины и коэффициенты, характеризующие несинусоидальный режим. Состав гармоник при наличии симметрии форм кривых входного воздействия. Высшие гармоники в трехфазных цепях.</p> <p>Четырехполюсники. Основные понятия и определения. Различные виды уравнений пассивного четырехполюсника. А-форма уравнений четырехполюсника и ее особенности. Взаимосвязи форм уравнений четырехполюсника. Аналитический и экспериментальный способы определения коэффициентов. Эквивалентные схемы замещения четырехполюсников. Характеристические параметры: постоянная передачи, коэффициенты затухания и фазы симметричного четырехполюсника. Характеристическое сопротивление четырехполюсника.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Активные управляемые четырехполюсники. Соединения четырехполюсников. Запись уравнений Кирхгофа для цепей с четырехполюсниками.</p> <p>Электрические фильтры. Назначение, принцип работы, классификация. <math>k</math> - фильтры низкой и высокой частоты. Применение уравнений симметричного четырехполюсника к расчету параметров фильтров. Полосовые и заграждающие фильтры. Многозвенные фильтры.</p>		
	<p><b>Лекция 6</b></p> <p>Переходные процессы в линейных электрических цепях. Условия существования переходных процессов. Законы коммутации. Переходный процесс в RL, RC цепях. Классический метод расчета переходных процессов. Общий алгоритм расчета переходного режима классическим методом.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Переходный процесс в RLC цепи. Включение на постоянную и синусоидальную ЭДС. Операторный метод расчета переходных процессов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Формула разложения для определения. Алгоритм операторного метода расчета переходного процесса. Передаточные функции. Связь передаточной функции с дифференциальным уравнением состояния цепи.</p> <p>Переходная функция. Расчет переходного процесса при произвольном входном воздействии.</p>	2	
<b>Семестр 5</b>		<b>8</b>	
	<p><b>Лекция 7</b></p> <p><u>Нелинейные электрические цепи</u> постоянного тока. Понятия об элементах и свойствах нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Основные методы расчета нелинейных электрических цепей при постоянных токах: графический, графоаналитический. Последовательное, параллельное и смешанное соединение нелинейных элементов.</p>	2	

	<p><u>Самостоятельное изучение.</u> Статическое и дифференциальное сопротивление. Модели нелинейных элементов. Метод двух узлов. Аппроксимация вольтамперных характеристик функциями, полиномами, сплайнами. Составление уравнений нелинейной цепи. Расчет сложных нелинейных цепей.</p> <p><u>Магнитные цепи постоянного тока.</u> Основные понятия, характеристики и уравнения, применяемые при расчете магнитных цепей. Ферромагнитные материалы и их свойства. Формальная аналогия законов и уравнений магнитных и электрических нелинейных цепей. Законы Кирхгофа и Ома для магнитных цепей.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Расчет магнитных цепей методом двух узлов. Численные методы расчета. Магнитные цепи с постоянными магнитами. Энергия магнитного поля.</p>		
	<p><b>Лекция 8</b></p> <p><u>Нелинейные электрические цепи переменного тока.</u> Особенности расчета режимов нелинейных цепей при переменных токах и напряжениях. Общая характеристика графических, графоаналитических и аналитических методов расчета.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Резонансные явления в нелинейных цепях переменного тока: феррорезонанс напряжений и токов. Общий случай расчета методом гармонической линеаризации. Катушка с ферромагнитным сердечником. Эквивалентные параметры, схемы замещения и векторные диаграммы катушки со стальным сердечником и нелинейного трансформатора. Метод кусочно-линейной аппроксимации нелинейных характеристик элементов. Схемы с диодами.</p>	2	
	<p><b>Лекция 9</b></p> <p><u>Цепи с распределенными параметрами.</u> Примеры цепей с распределенными параметрами; передача энергии и информации. Критерии распределенности параметров элементов электротехнических и электромеханических устройств. Погонные (первичные) параметры линий передачи. Телеграфные уравнения. Установившееся состояние цепи с распределенными параметрами при синусоидальных сигналах; телеграфные уравнения в комплексной форме.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Решение телеграфных уравнений. Падающие и отраженные волны. Коэффициент отражения. Линия как четырехполюсник. Неискажающая линия. Линия без потерь. Бегущие и стоячие волны. Согласование нагрузки с длинной линией. Переходные процессы в электрических цепях с распределенными параметрами. Передача импульсной информации по линии.</p>	2	
	<p><b>Лекция 10.</b></p> <p>Электромагнитное поле как единство электрического и магнитного полей. Уравнения Максвелла - полная система уравнений электромагнитного поля.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Уравнения Максвелла в статике.</p>	2	

	<p><u>Электростатическое поле</u> и его уравнения. Безвихревой характер электростатического поля. Потенциал электрического поля. Уравнения Лапласа и Пуассона. Применение закона Гаусса к расчету простейших полей.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Проводники в электрическом поле. Граничные условия электростатического поля. Метод зеркальных изображений. Решение уравнений Лапласа и Пуассона в простейших случаях. Компьютерные методы расчета полей: метод сеток; понятие о методе конечных элементов. Расчет емкостей. Потенциальные и емкостные коэффициенты, частичные емкости. Емкость двухпроводной линии. Энергия электростатического поля. Силы в электрическом поле. Уравнения электрического поля постоянных токов. Дифференциальная форма закона Ома, 2-го закона Кирхгофа и закона Джоуля-Ленца. Граничные условия. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем. Электрическое поле растекания токов, сопротивление растекания, расчет заземлителя.</p> <p><u>Магнитное поле постоянного тока.</u> Основные уравнения. Вихревой характер магнитного поля. Закон полного тока и его применение к расчету простейших магнитных полей. Векторный магнитный потенциал. Векторное уравнение Пуассона. Уравнение Лапласа.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Граничные условия в магнитном поле. Расчет некоторых полей с помощью векторного потенциала. Аналогия с электростатическим полем. Выражение магнитного потока через векторный потенциал. Скалярный магнитный потенциал. Энергия магнитного поля. Расчет собственной и взаимной индуктивности. Силы в магнитном поле; расчет сил.</p> <p><u>Переменное электромагнитное поле.</u> Уравнения Максвелла в комплексной форме. Плоская электромагнитная волна; длина волны; затухание волны.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Комплексные параметры среды. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике. Плоская электромагнитная волна и скорость ее распространения в диэлектрике. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде. Явление поверхностного эффекта. Активное и внутреннее индуктивное сопротивления проводов. Сопротивление провода при проявлении поверхностного эффекта. Эффект близости. Электромагнитное экранирование. Поток энергии электромагнитного поля. Вектор Пойтинга. Теорема Умова-Пойтинга.</p>		
<b>Итого часов</b>	<b>20</b>		

#### 4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
<b>3 семестр</b>		<b>6</b>		

	Электрические цепи. Основные определения. Линейные цепи постоянного тока. Методы расчета. Расчет электрических цепей постоянного тока по законам Кирхгофа, контурных токов, узловых потенциалов	2	1	решен. задач, КР
	Линейные цепи синусоидального тока. Расчет цепей синусоидального тока по мгновенным значениям. Расчет простых и разветвленных цепей синусоидального тока комплексным методом. Векторные и топографические диаграммы.	2	1	решен. задач, КР
	Трехфазные электрические цепи. Расчет симметричных режимов трехфазных цепей. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей.	2	1	решен. задач, КР
<b>4 семестр</b>		<b>4</b>		
	Электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами.	1		решен. задач
	Четырехполюсники.	1		решен. задач
	Переходные процессы в линейных цепях. Классический метод расчета переходных процессов. Цепи 1-го порядка.	2		решен. задач, КР
<b>5 семестр</b>		<b>10</b>		
	Расчет нелинейных цепей переменного тока по характеристикам для мгновенных значений.	2		решен. задач
	Определение параметров длинных линий передач. Расчет установившихся режимов в длинных линиях электропередач. Согласование нагрузки с длинной линией.	2		решен. задач, КР
	Уравнения Максвелла. Уравнения Максвелла в статике.	2		решен. задач
	Электростатическое поле. Потенциал. Уравнения Лапласа и Пуассона. Проводники в электрическом поле. Метод зеркальных изображений. Электрическое поле растекания токов, сопротивление растекания, расчет заземлителя.	2		решен. задач
	Магнитное поле постоянных токов. Применение закона полного тока. Расчет полей с помощью векторного потенциала. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде. Плоская электромагнитная волна; длина волны; затухание волны.	2		решен. задач
<b>Итого часов</b>		<b>20</b>		

### 4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
<b>3 семестр</b>		<b>6</b>		

	Разветвленная электрическая цепь постоянного тока.	2		защита
	Линейные цепи синусоидального тока.	2		защита
	Трехфазные цепи: соединение фаз нагрузки звездой и треугольником.	2		защита
<b>4 семестр</b>		<b>6</b>		
	Четырехполюсники	2		защита
	Переходные процессы	2		защита
	Нелинейные электрические цепи постоянного тока	2		защита
<b>Итого часов</b>		<b>12</b>		

#### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Конспект лекций, список литературы и темы для самостоятельного изучения приведены на сайте ВГТУ.

#### 4.5 Методические рекомендации для студентов по изучению дисциплины ТОЭ

Цель методических указаний – обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (далее - РПД), с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимся на образовательном портале вуза, с графиком консультаций преподавателей кафедры.

##### 4.5.1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Студентам необходимо:

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

##### 4.5.2. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Навыки решения задач студент получает на практических занятиях, а также путем самостоятельного решения задач, которые в том числе приведены в методических разработках, список которых приведен в РПД.

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется

не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

На практических занятиях после прочтения лекционного курса по соответствующей теме и решения задач по этой тематике проводится небольшая контрольная работа, результаты которой показывают степень освоения материала студентами по теме.

#### **4.5.3. Рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям**

Подготовка к выполнению лабораторных работ оценивается по факту выполнения предварительных расчетов и изучения кратких теоретических сведений. Для допуска к выполнению лабораторной работы, необходимо представить преподавателю результаты предварительных расчетов, которые являются составной частью отчета, и если того требует задание на подготовку построить необходимые графики и диаграммы.

К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после проведения руководителем инструктажа по технике безопасности и пожарной безопасности с записью об этом в соответствующем журнале и личной росписью в нем каждого студента.

Все работы по сборке схем или их изменению должны проводиться только при отключенном напряжении. Напряжение на источники лабораторного стенда подается путем поворота пакетного переключателя по часовой стрелке на один оборот. При этом загораются сигнальные лампы на передней панели стенда.

Все схемы в отчете чертят по государственному стандарту и всем правилам ЕСКД с помощью чертежных инструментов. Графики и диаграммы выполняются в масштабе на миллиметровой бумаге.

При защите лабораторных работ студент должен показать практические навыки выполнения лабораторных исследований и проведения расчетов, а так же теоретические знания, отвечая на вопросы преподавателя.

#### **4.5.4. Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий (контрольные работы)**

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

Расчетно-графические задания выдаются после рассмотрения соответствующего материала на лекции, решения подобных задач на практике и выполнения лабораторных работ на аналогичную тему. Защита расчетных заданий, в первую очередь, направлена на выяснение, выполнена ли работа самостоятельно или помощь была слишком значимой. В последнем случае работа может быть заменена на другую. При самостоятельном выполнении лабораторных работ и практических заданий выполнение расчетных заданий не вызывает затруднений.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;
- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

#### **4.5.5 Методические рекомендации по подготовке, написанию и оформлению курсовой работы**

Выполнение курсовой работы проводится с целью формирования общепрофессиональных компетенций и способностей к научно-исследовательской работе, позволяющих: осуществлять поиск и использование информации (в том числе справочной и нормативной), сбор данных с применением современных информационных технологий, необходимых для решения профессиональных задач;

выбирать инструментальные средства для обработки данных в соответствии с поставленной задачей, применяя современный математический аппарат, программные продукты; анализировать результаты расчетов, используя современные методы интерпретации данных, обосновывать полученные выводы.

#### **4.5.6. Методические рекомендации по работе с литературой**

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, курсовой работы, доклада и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы, как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

Основная литература - это учебники и учебные пособия.

Дополнительная литература - это различные справочники, энциклопедии, интернет ресурсы.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>Информационные лекции;</b>
5.2	<b>Практические занятия:</b> а) решение задач на основе теоретических знаний, получаемых на лекциях;
5.3	<b>лабораторные работы:</b> – выполнение лабораторных работ на реальном оборудовании, – защита выполненных работ;
5.4	<b>самостоятельная работа студентов:</b> – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – подготовка отчетов по лабораторным работам, – выполнение контрольных работ; – подготовка к текущему контролю успеваемости;
5.5	<b>консультации</b> по всем вопросам учебной программы.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Паспорт компетенций для текущего контроля для РПД**

<b>Разделы дисциплины</b>	<b>Объект контроля</b>	<b>Форма контроля</b>	<b>Метод контроля</b>	<b>Срок выполнения</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

1. Электрические цепи. Основные понятия. Физические основы.	Научные абстракции, применяемые в теории электрических цепей. Схемы электрических цепей.	Опрос	Устный	
2. Линейные цепи постоянного тока. Методы расчета.	Законы Ома и Кирхгофа.	Опрос	Устный	
	Решение задач путем непосредственного применения законов Ома и Кирхгофа	Контрольная письменная работа	Письменный	
	Анализ разветвленных цепей постоянного тока	Выполнение и защита КР	Письменный	
3. Линейные цепи синусоидального тока.	Основные понятия	Опрос	Устный	
	Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока	Контрольная письменная работа	Письменный	
	Анализ разветвленных цепей синусоидального тока	Выполнение и защита КР	Письменный	
4. Резонансные явления и частотные характеристики	Резонанс токов и напряжений	Опрос	Устный	
5. Индуктивно-связанные цепи	Анализ цепей синусоидального тока с индуктивно-связанными катушками	Опрос	Письменный	
6. Трехфазные электрические цепи	Анализ трехфазных цепей	Выполнение и защита курсовой работы	Устный	
	Соотношения в трехфазных цепях при симметричной и несимметричной нагрузках	Опрос	Письменный	
7. Электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами	Анализ цепей при питании от несинусоидального источника питания	Опрос	Письменный	
	Резонансные явления в цепях с несинусоидальными токами и напряжениями	Опрос	Устный	

8. Четырехполюсники и электрические фильтры	Определение первичных и вторичных параметров четырехполюсников	Опрос	Устный	
9. Переходные процессы в линейных цепях	Классический метод расчета переходных процессов	Контрольная письменная работа	Письменный	
	Операторный метод расчета переходных процессов	Выполнение и защита КР	Письменный	
	Переходные процессы в цепях синусоидального тока	Опрос	устный	
10. Нелинейные цепи постоянного тока	Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока	Опрос	Письменный	
11. Магнитные цепи	Графический метод расчета нелинейных магнитных цепей постоянного тока	Опрос	Письменный	
12. Нелинейные цепи переменного тока. Переходные процессы в нелинейных цепях.	Анализ нелинейных цепей методом кусочно-линейной аппроксимации	Опрос	Устный	

13. Цепи с распределенными параметрами	Установившееся состояние цепи с распределенными параметрами при синусоидальных сигналах; телеграфные уравнения в комплексной форме.	Опрос	Устный	
	Решение телеграфных уравнений. Падающие и отраженные волны. Согласование нагрузки с длиной линии.	Выполнение и защита КР	Письменный	
14. Уравнения Максвелла. Векторное исчисление	Уравнения Максвелла в статике.	Опрос	Устный	
15. Электростатика	Уравнения Лапласа и Пуассона.	Опрос	Устный	
	Метод зеркальных изображений.	Опрос	Устный	
16. Электрическое поле в проводящих средах	Численные методы расчета электростатического поля.	Опрос	Устный	
17. Постоянное магнитное поле	Энергия магнитного поля. Расчет собственной и взаимной индуктивности.	Опрос	Устный	
18. Переменное электромагнитное поле	Численные методы расчета магнитных полей.	Опрос	Устный	
	Поверхностный эффект. Эффект близости	Опрос	Устный	
	Электромагнитное экранирование.	Опрос	Устный	

Полная спецификация оценочных средств, процедур и контролируемых результатов в привязке к формируемым компетенциям, показателей и критериев оценивания приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

<b>6.1</b>	<b>Контрольные вопросы и задания</b>
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: <ul style="list-style-type: none"> <li>– контрольные работы;</li> <li>– проверка выполнения домашних заданий;</li> <li>– отчет и защита выполненных лабораторных работ.</li> </ul>
<b>6.2</b>	<b>Темы письменных работ</b>

<b>3 семестр</b>	
6.2.1	Контрольная работа по теме «Анализ линейных электрических цепей»
<b>4 семестр</b>	
6.2.2	Курсовая работа по теме «трехфазные цепи»
<b>5 семестр</b>	
6.2.3	Контрольная работа по теме «Цепи с распределенными параметрами»

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
<b>7.1.1. Основная литература</b>				
1	Бессонов Л.А.	Теоретические основы электротехники/ Л.А. Бессонов. М.: Высш. шк., 1996.	1996, печ.	
2	Бессонов Л.А.	Сборник задач по теоретическим основам электротехники/ под ред. Л.А. Бессонова. М.: Высш. шк., 1988.	1988, печ.	
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
3	Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В.	1. Основы теории цепей. М.: ЭнергATOMиздат, 2002.	2002, печ.	
<b>7.1.3 Методические разработки</b>				
4	Попова Т. В. Сазонова Т.Л.	1. Попова Т. В. ТОЭ: Лабораторный практикум: Учеб. пособие / Т.В. Попова, Т.Л. Сазонова.- Воронеж, ВГТУ. 2006 г.	2006, печ.	1
5	Сазонова Т. Л. Попова Т.В.	Сазонова Т. Л. Практикум по решению типовых задач по курсу ТОЭ: Учеб. пособие / Т. Л. Сазонова, Т. В. Попова; – Воронеж: ВГТУ. 2003 г.	2003, печ.	1
6	Попова Т.В. Щербаков А.М.	<b>79-2014</b> Задания и методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов направления подготовки бакалавров 140400 «Электроэнергетика и электротехника» заочной и заочной сокращенной форм обучения ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Т.В. Попова, А.М. Щербаков. Воронеж, . – 51с	2014, электронное	1
<b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				
4	Методические указания к выполнению лабораторных работ, конспект лекций и задания и методические указания к выполнению контрольных работ представлены в электронной образовательной среде.			

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>8.1</b>	<b>Специализированная лаборатория</b> для проведения лабораторных работ
<b>8.2</b>	<b>Дисплейный класс</b> каф. электротехники.

## Приложение 1

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
<b>1. Основная литература</b>				
Л1.1	Бессонов Л.А.	Теоретические основы электротехники/ Л.А. Бессонов. М.: Высш. шк., 1996.	1996, печ.	
Л1.2	Бессонов Л.А.	Сборник задач по теоретическим основам электротехники/ под ред. Л.А. Бессонова. М.: Высш. шк., 1988.	1988, печ.	
<b>2. Дополнительная литература</b>				
Л2.1	Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В.	1. Основы теории цепей. М.: ЭнергATOMиздат, 2002.	2002, печ.	1
<b>3. Методические разработки</b>				
Л3.1	Попова Т. В.	1. Попова Т. В. ТОЭ: Лабораторный практикум: Учеб. пособие / Т.В. Попова, Т.Л. Сазонова.- Воронеж, ВГТУ. 2006 г.	2006, печ.	1
Л3.2	Сазонова Т. Л.	Сазонова Т. Л. Практикум по решению типовых задач по курсу ТОЭ: Учеб. пособие / Т. Л. Сазонова, Т. В. Попова; – Воронеж: ВГТУ. 2003 г.	2003, печ.	1
Л3.3	Попова Т.В. Щербаков А.М.	<b>79-2014</b> Задания и методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов направления подготовки бакалавров 140400 «Электроэнергетика и электротехника» заочной и заочной сокращенной форм обучения ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Т.В. Попова, А.М. Щербаков. Воронеж, . – 51с	2014, электронное	1

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Питолин В.М. /  
 Директор НТБ \_\_\_\_\_ / Буковшина Т.И. /

## Приложение 2

Приложение к рабочей программе

дисциплины «Теоретические основы электротехники»

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине «Теоретические основы электротехники»**

для направления подготовки (специальности)

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

(код, наименование)

Профили подготовки (специализация) **Электропривод и автоматика, Электромеханика, Электроснабжение**

(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения заочная

Срок обучения 4 года

**Индексированные результаты обучения**

Компетенция	Результат	Индекс
ОПК-3 способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	<b>Знает:</b> - теоретические основы электротехники: основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах;	ОПК3. Р1
	<b>Умеет</b> - использовать законы и методы расчета электрических цепей при изучении специальных электротехнических дисциплин;	ОПК3. Р2
	<b>Владеет</b> - методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, навыками решения задач и проведения лабораторных экспериментов по теории электрических цепей и электромагнитного поля.	ОПК3. Р3

**1. Оценочные средства по контрольным работам**

## Контрольная работа

Задание	Проверяемый результат	Максимальный балл
Задание 1	ОПКЗ. Р2	3
Задание 2	ОПКЗ. Р3	3
Задание 3	ОПКЗ. Р2	3
Задание 4	ОПКЗ. Р3	3
Задание 5	ОПКЗ. Р2	3
Итоговый балл		15

**3** – задача решена верно;

**2** – имеются незначительные арифметические или логические ошибки;

**1** – задача не решена полностью, но имеется правильный подход к решению;

**0** – в остальных случаях.

**Шкала оценивания:** если хотя бы по одной задаче получено 0 баллов, то оценка 2, в противном случае:

Итоговый балл	0-5	6-10	11-13	14-15
Оценка	2	3	4	5

**Методика проведения:** проводится в аудитории практических занятий во время для самостоятельной работы, используется письменный метод контроля, применяется фронтальная форма, время выполнения задания 3 месяца, задания выполняются с использованием справочной литературы и средств коммуникации; результат сообщается на следующем по расписанию занятии по дисциплине «ТОЭ».

Задания и методические указания к выполнению контрольных работ приведены в ЛЗ.3.

### 2. Оценочные средства устного опроса.

Проверяемый результат ОПКЗ. Р1, ОПКЗ. Р2, ОПКЗ.Р3

Устный опрос проводится на практических занятиях при проверке домашнего задания и решении задач на занятиях, а так же при допуске и защите лабораторных работ и сдаче зачета.

Методика проведения: проводится в аудитории для проведения лабораторных работ после выполнения работы по данной теме, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, время проведения опроса 5 минут, ответы даются без использования справочной литературы и средств коммуникации, результат сообщается немедленно.

#### Критерий оценки ответов:

Оценка «отлично» выставляется студенту, ответившему на три вопроса;

Оценка «хорошо» выставляется студенту, ответившему полностью на два вопроса и неполный ответ на третий вопрос ;

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, ответившему на два вопроса с поправками;

Оценка «неудовлетворительно, не ответившему вопросы.

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ приведены в ЛЗ.1.

## Вопросы к зачету и экзамену

### Вопросы к зачету.

#### 4 семестр

1. Электрическая энергия и ее использование. Основные этапы развития науки об электрических и магнитных явлениях. Предмет курса ТОЭ, его построение, связь со смежными и специальными дисциплинами.
2. Электрическая цепь и ее элементы. Понятие ветви, узла, контура. Схемы электрических цепей. Двухполюсники активные ( $E$  - ЭДС,  $J$  - источники тока) и пассивные ( $R$  - сопротивление) элементы. ВАХ. Параметры электрических цепей. Линейные и нелинейные электрические цепи. Условно положительные направления токов и напряжений в элементах цепи.
3. Законы Кирхгофа.
4. Потенциальная диаграмма.
5. Эквивалентные преобразования электрических цепей: схемы замещения источников питания; последовательное, параллельное и смешанное соединение сопротивлений.
6. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду и звезды в эквивалентный треугольник.
7. Перенос ЭДС через узел.
8. Методы расчета разветвленных цепей: непосредственно по законам Кирхгофа.
9. Метод контурных токов.
10. Принцип и метод наложения.
11. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов.
12. Метод эквивалентного генератора (активного двухполюсника).
13. Сравнительная оценка основных методов расчета разветвленных цепей.
14. Понятие мощности (закон Джоуля-Ленца). Баланс мощностей.
15. Условие передачи максимума мощности и энергии в нагрузку.
16. Линейные цепи переменного тока.  $L$  и  $C$  и их характеристики.
17. Получение синусоидальной ЭДС. Основные понятия и величины, характеризующие синусоидальные напряжения и токи: период, угловая частота, фаза, разность фаз. Мгновенное, действующее и среднее значения синусоидальных напряжений и токов.
18. Анализ цепей синусоидального тока по мгновенным значениям.
19. Элементы  $R$ ,  $L$  и  $C$  в цепи синусоидального тока. Разность фаз между напряжением и током. Сопротивления активные и реактивные.
20. Последовательное соединения  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Полное сопротивление.
21. Мгновенная и потребляемая активная мощность.
22. Применение комплексных чисел к расчету линейных цепей с синусоидальными токами и напряжениями. Показательная, тригонометрическая и алгебраическая формы записи комплексных величин. Изображение синусоидальных токов и напряжений в комплексной форме.
23. Анализ цепей синусоидального тока комплексным методом (алгоритм расчета комплексным методом).
24. Векторные диаграммы. Векторные топографические диаграммы.
25. Круговые диаграммы.
26. Комплексная мощность. Активная, реактивная и полная мощности.
27. Баланс мощностей. Измерение мощности ваттметром. Коэффициент мощности. Коэффициент полезного действия.
28. Компенсация реактивной мощности.
29. Условие передачи максимума активной мощности в нагрузку (согласование нагрузки с линией передачи энергии).
30. Явление электромагнитной индукции. Взаимная индуктивность. Коэффициент связи.

31. Расчет цепей при наличии в них индуктивно-связанных катушек. Последовательное и параллельное соединение индуктивно-связанных катушек.
32. Экспериментальное определение одноименных зажимов.
33. Запись уравнений для цепей со взаимной индуктивностью.
34. Идеальный трансформатор. Линейный трансформатор. Схемы замещения трансформатора.
35. Общее условие резонанса. Резонанс напряжений.
36. Резонанс токов.
37. Резонанс в параллельном контуре с потерями.
38. Частотные характеристики цепей при последовательном и параллельном соединении реактивных LC - элементов. Практическое значение резонанса в электротехнических и электромеханических системах и устройствах.
39. Многофазные цепи и системы и их классификация. Получение трехфазной системы ЭДС (трехфазный генератор).
40. Схемы соединения генератора и нагрузки. Линейные и фазные токи и напряжения. Основные соотношения в симметричной трехфазной цепи.
41. Преимущества трехфазных цепей.
42. Получение вращающегося магнитного поля, принцип работы асинхронного двигателя.
43. Расчет трехфазных цепей в симметричных и несимметричных режимах при полнофазных и неполнофазных схемах соединения нагрузки звездой и треугольником.
44. Векторные диаграммы.
45. Активная, реактивная и полная мощности трехфазной системы. Измерение активной мощности трехфазной цепи.
46. Понятие о методе симметричных составляющих.

#### Вопросы к зачету.

##### 5 семестр

1. Источники периодического несинусоидального режима в цепи. Аналитическое представление периодических несинусоидальных источников. Состав гармоник при наличии симметрии форм кривых входного воздействия.
2. Понятия об амплитудно-частотном и фазо-частотном спектрах.
3. Величины и коэффициенты, характеризующие несинусоидальный режим: максимальное, действующее и среднее значения; коэффициенты амплитуды и искажения.
4. Алгоритм расчета установившегося режима при несинусоидальных периодических воздействиях. Применение комплексного метода расчета режимов в электрических цепях.
5. Мощность в цепи периодического несинусоидального тока. Коэффициент мощности.
6. Особенность поведения высших гармоник в трехфазных цепях.
7. Определение коэффициентов четырехполюсника в опытах холостого хода и короткого замыкания.
8. Схемы замещения четырехполюсников.
9. Входное сопротивление четырехполюсника при произвольной нагрузке. Характеристическое сопротивление четырехполюсника.
10. Постоянная передачи симметричного четырехполюсника.
11. Уравнения симметричного четырехполюсника в гиперболической форме.
12. Соединения четырехполюсников.
13. Активные четырехполюсники (управляемые источники).
14. Запись уравнений Кирхгофа для цепей с четырехполюсниками.
15. Электрические фильтры. Назначение, принцип работы, классификация.
16. Структурные схемы фильтров к-типа. Фильтры низкой и высокой частоты.
17. Полосовые и заграждающие фильтры.
18. Понятие о активных фильтрах.

19. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Понятия, необходимые и достаточные условия существования переходных процессов в электрических цепях. Законы коммутации.
20. Переходный процесс в RL, RC и RLC цепях. Включение на постоянную ЭДС.
21. Включение на синусоидальную ЭДС.
22. Классический метод расчета переходных процессов: расчет принужденной составляющей; собственные частоты цепи (корни характеристического уравнения), способы их определения. Расчет постоянных интегрирования.
23. Общий алгоритм расчета переходного режима классическим методом.
24. Обобщенные законы коммутации.
25. Операторный метод расчета переходных процессов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.
26. Формула разложения.
27. Алгоритм операторного метода расчета переходного процесса.
28. Понятия передаточных функций. Расчет переходного процесса при произвольном входном воздействии: переходные функции, понятие интеграла Дюамеля.
29. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.
30. Понятие о методе переменных состояния. Уравнения состояния цепи и способы их формирования.
31. Численные методы расчета переходных процессов.
32. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Понятия об элементах и свойствах нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивления. Модели нелинейных элементов.
33. Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов.
34. Основные свойства и методы расчета нелинейных электрических цепей при постоянных токах: графический, графоаналитический, аналитический методы расчета; метод эквивалентного генератора; метод двух узлов.
35. Численные методы расчета нелинейных цепей. Аппроксимация вольтамперных характеристик функциями, полиномами, сплайнами.
36. Составление уравнений нелинейной цепи. Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.
37. Расчет сложных нелинейных цепей.
38. Понятие устойчивости нелинейной цепи постоянного тока.
39. Магнитные цепи постоянного тока. Основные понятия, характеристики и уравнения, применяемые при расчете магнитных цепей. Ферромагнитные материалы и их свойства.
40. Формальная аналогия законов и уравнений магнитных и электрических нелинейных цепей. Законы Кирхгофа и Ома для магнитных цепей.
41. Метод двух узлов расчета характеристик магнитных цепей.
42. Магнитные цепи с постоянными магнитами.
43. Нелинейные электрические цепи переменного тока. Особенности расчета режимов нелинейных цепей при переменных токах и напряжениях.
44. Периодические режимы в нелинейных цепях. Нелинейные элементы как генераторы высших гармоник тока и напряжения. Общая характеристика графических, графоаналитических и аналитических методов расчета.
45. Методы расчета: по мгновенным значениям; с помощью кусочно-линейной аппроксимации нелинейных характеристик элементов цепи.
46. Расчет по действующим значениям периодических несинусоидальных величин (метод гармонической линеаризации; понятие о методе гармонического баланса).
47. Резонансные явления в нелинейных цепях переменного тока: феррорезонанс напряжений и токов. Цепи с ферромагнитными сердечниками.

48. Эквивалентные параметры, схемы замещения и векторные диаграммы катушки со стальным сердечником и нелинейного трансформатора.
49. Схемы с диодами. Управляемые нелинейные элементы: тиристор, транзистор.
50. Переходные процессы в нелинейных цепях.
51. Численные методы расчета нелинейных цепей переменного тока. Составление уравнений нелинейных цепей.
52. Методы решений нелинейных дифференциальных уравнений.
53. Понятие фазовой плоскости.
54. Автоколебания в нелинейных цепях.
55. Телеграфные уравнения.
56. Установившееся состояние цепи с распределенными параметрами при синусоидальных сигналах; телеграфные уравнения в комплексной форме.
57. Решение телеграфных уравнений. Падающие и отраженные волны. Коэффициент отражения.
58. Линия как четырехполюсник.
59. Неискажающая линия.
60. Линия без потерь. Бегущие и стоячие волны.
61. Согласование нагрузки с длинной линией.
62. Переходные процессы в электрических цепях с распределенными параметрами.

#### Вопросы к экзамену.

##### 6 семестр

1. Электромагнитное поле как единство электрического и магнитного полей. Уравнения Максвелла - полная система уравнений электромагнитного поля.
2. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
3. Уравнения Максвелла в статике.
4. Электростатическое поле и его уравнения.
5. Потенциал электрического поля.
6. Уравнения Лапласа и Пуассона.
7. Проводники в электрическом поле.
8. Граничные условия электростатического поля.
9. Применение закона Гаусса к расчету простейших полей.
10. Метод зеркальных изображений.
11. Решение уравнений Лапласа и Пуассона в простейших случаях.
12. Компьютерные методы расчета полей: метод сеток; понятие о методе конечных элементов.
13. Электростатическое экранирование.
14. Расчет емкостей. Потенциальные и емкостные коэффициенты, частичные емкости.
15. Емкость двухпроводной линии.
16. Энергия электростатического поля. Силы в электрическом поле.
17. Уравнения электрического поля постоянных токов.
18. Дифференциальная форма закона Ома, 2-го закона Кирхгофа и закона Джоуля-Ленца.
19. Граничные условия в проводящей среде.
20. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем.
21. Электрическое поле растекания токов, сопротивление растекания, расчет заземлителя.
22. Основные уравнения магнитостатики.
23. Закон полного тока и его применение к расчету простейших магнитных полей.
24. Векторный магнитный потенциал.
25. Векторное уравнение Пуассона.
26. Граничные условия в магнитном поле.
27. Расчет некоторых полей с помощью векторного потенциала. Аналогия с электростатическим полем.

28. Выражение магнитного потока через векторный потенциал.
29. Скалярный магнитный потенциал. Уравнение Лапласа.
30. Энергия магнитного поля.
31. Расчет собственной и взаимной индуктивности.
32. Силы в магнитном поле; расчет сил.
33. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Комплексные параметры среды.
34. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике. Плоская электромагнитная волна и скорость ее распространения в диэлектрике.
35. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде.
36. Плоская электромагнитная волна; длина волны; затухание волны.
37. Явление поверхностного эффекта.
38. Активное и внутреннее индуктивное сопротивления проводов. Сопротивление провода при проявлении поверхностного эффекта.
39. Электромагнитное экранирование.

### **Пример контрольных заданий**

Задания и примеры выполнения контрольных работ приведены в ЛЗ.3, ЛЗ.4.