

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Программа бакалавриата: Экономика и инвестиции в электроэнергетике

Уровень квалификации: бакалавр

Форма обучения: очная

**Рабочая программа по дисциплине (модулю)**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1. «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть блока:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.14</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр – 6; 4 семестр – 6; всего - 12
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	432
<b>Лекции</b>	3 семестр – 32 часа; 4 семестр – 16 часов; всего - 48 часов
<b>Практические занятия</b>	3 семестр – 16 часов; 4 семестр – 16 часов; всего - 32 часа
<b>Лабораторные работы</b>	3 семестр – 16 часов; 4 семестр – 16 часов; всего - 32 часа
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр – 116 часов; 4 семестр – 132 часа; всего - 248 часов
<b>включая:</b>  <b>РГР</b>  курсовые проекты (работы)	3 семестр – 20 часов; 4 семестр – 0 часов; всего - 20 часов  Учебным планом не предусмотрены
<b>Промежуточная аттестация:</b>  экзамен	3 семестр – 2,5 часа; 4 семестр – 2,5 часа; всего - 5 часов
<b>Контроль:</b>  экзамен	3 семестр – 33,5 часа; 4 семестр – 33,5 часа; всего - 67 часов

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Заведующий кафедрой Энергетики,  
к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики,  
к.т.н., доцент  
(название кафедры)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Экономика и инвестиции в электроэнергетике

Заведующий кафедрой Энергетики,  
к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой Энергетики,  
к.т.н., доцент  
(название кафедры)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** – изучение основных понятий и законов электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, методов анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах; установившихся и переходных режимов цепей с распределенными параметрами; познакомиться с основными законами электромагнитного поля, методами расчета электрического и магнитного полей.

### Задачи дисциплины

- освоение методов расчета электрических цепей с сосредоточенными (электрических и магнитных, линейных и нелинейных цепей постоянного, переменного тока- однофазных и трехфазных) и распределенными параметрами в стационарных и переходных режимах;
- изучение современных методов расчета и моделирования электрических цепей, основанных на компьютерных технологиях.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– фундаментальные законы электротехники электрических и магнитных цепей, основные методы анализа и расчета токов и напряжений при стационарных процессах в электрических и магнитных цепях;</li></ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– выполнять анализ и расчет токов и напряжений в электрических цепях при постоянном и синусоидальном воздействии в установившемся режиме;</li><li>– моделировать линейные и нелинейных цепи постоянного и переменного тока;</li><li>– рассчитывать линейные электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами;</li><li>– применять основные уравнения, первичные и вторичные параметры, описывающие четырехполюсники, к их анализу и расчету;</li><li>– рассчитывать несимметричные трехфазные цепи с помощью метода симметричных составляющих;</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
	ОПК-4.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях в установившихся режимах при различных видах источников энергии;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать переходные процессы в линейных электрических цепях при различных видах источников энергии</li> </ul>
	ОПК-4.3. Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы теории постоянного, переменного электрического и магнитного полей;</li> <li>– теорию цепей с распределенными параметрами</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные уравнения, описывающие электростатическое, магнитостатическое и переменное электромагнитное поле, к их анализу и расчету;</li> <li>– применять основные уравнения, описывающие цепи с распределенными параметрами в установившемся и переходном режимах, к их анализу и расчету</li> </ul>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина относится к обязательной части, блока дисциплин 1 по направлению подготовки Бакалавр 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль: Экономика и инвестиции в электроэнергетике).

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Высшая математика», «Физика», «Информатика».

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин специализации и выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы	
				контактная						СР	Конт -роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
	<b>3 семестр</b>												
1	Электрические цепи постоянного тока и методы их анализа.	40	3	10	6	4	-	-	-	20	-	[1], стр. 263-269, 283, [3], стр. 9-19	
2	Электрические цепи синусоидального тока и особенности их анализа	38	3	8	4	6	-	-	-	20	-	[1], стр. 177-200, 224-232, [3], стр. 64-70	
3	Цепи трёхфазного тока и анализ их параметров в различных условиях работы	34	3	6	4	4	-	-	-	20	-	[1], стр. 177-200, 224-232, [3], стр. 64-70	
4	Магнитные цепи их законы и анализ	19	3	3	-	-	-	-	-	16	-	[2], стр.110-111	
5	Линейные цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами.	29	3	5	2	2	-	-	-	20	-	[2] стр. 400-422 [1] стр. 124-138	
	Расчётное задание	20	3	-	-	-	-	-	-	20	-	Согласно графику выполнения	
	Экзамен	36	3	-	-	-	-	-	2,5	-	33,5	Подготовка к экзамену	
	<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,5</b>	<b>116</b>	<b>33,5</b>		
	<b>4 семестр</b>												
6	Метод симметричных составляющих.	27	4	2	2	3	-	-	-	20	-	[1] п.6 стр.105-119	
7	Переходные процессы в линейных электрических цепях	42	4	6	6	6	-	-	-	24	-	[2] п. 14-1 стр 427-429, п.14-7 стр. 451-459 [1] стр. 264-336	
8	Четырёхполюсники в линейном режиме	30	4	2	2	2	-	-	-	24	-	[1] стр. 220-261	
9	Цепи с распределенными параметрами в установившемся и переходных режимах	33	4	2	2	5	-	-	-	24	-	[7]: Ч.1, Гл. 1-4	
10	Электростатическое поле. Магнитостатическое поле	24	4	2	2	-	-	-	-	20	-	[5]: Ч.3, Гл.1, 2, [1]: Гл.1,6,13,14 [5]: Ч.3, Гл. 3 [1]: Гл. 6,15	
11	Уравнения Лапласа и Пуассона Переменное электромагнитное поле	24	4	2	2	-	-	-	-	20	-	[5]: Ч.3, Гл. 1, [1]: Гл. 15 [5]: Ч.3, Гл. 4-6 [1]: Гл. 8,9,21	
	Экзамен	36	4	-	-	-	-	-	2,5	-	33,5	Экзамен проводится в письменной форме по билетам с последующим устным ответом	
	<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,5</b>	<b>132</b>	<b>33,5</b>		
	<b>Всего:</b>	<b>432</b>	<b>3...4</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5</b>	<b>248</b>	<b>67</b>		

## 3.2. Краткое содержание разделов

### 3 семестр

#### 1. Методы анализа электрических цепей постоянного тока

Основные определения. Классификация цепей. Линейные электрические цепи со сосредоточенными параметрами (постоянные). Основные задачи теории цепей. Идеальный источник ЭДС (напряжения) и идеальный источник тока. Простейшие схемы замещения реальных элементов цепи, составляемые с помощью идеальных элементов.

Энергетический баланс в электрических цепях

Основные принципы и теоремы теории электрических цепей. Принцип суперпозиции (метод наложения). Определение коэффициентов метода наложения. Способ расчёта цепи с помощью метода наложения. Принцип компенсации. Метод контурных токов и узловых потенциалов. Метод двух узлов

Теорема об активном двухполюснике. (Метод эквивалентного генератора). Передача электрической энергии от активного двухполюсника к пассивному двухполюснику.

Нелинейные электрические цепи постоянного тока и методы их расчёта.

#### 2. Электрические цепи синусоидального тока и особенности их анализа

Электрические цепи синусоидального тока, их основные элементы и параметры. Комплексный (символический) метод расчёта электрических цепей синусоидального тока. Комплексное сопротивление. Последовательные схемы замещения двухполюсников. Комплексная проводимость. Основные теоремы и принципы для расчёта цепей синусоидального тока. Векторные и топографические диаграммы.

Резонанс в цепях синусоидального тока. Резонансные кривые и частотные характеристики двухполюсников. Дуальные цепи

Мощность в цепи синусоидального тока. Баланс мощностей цепи синусоидального тока.

#### 3. Цепи трёхфазного тока и анализ их параметров в различных условиях работы

Электрические цепи трёхфазного тока. Схемы соединения источников, потребителей и соотношения в трёхфазных цепях. Анализ трёхфазных цепей при различных видах нагрузки. Анализ аварийных ситуаций в трёхфазных цепях. Мощность в цепях трёхфазного тока и способы её измерения.

#### 4. Магнитные цепи их законы и анализ

Магнитное поле катушки с током. Ферромагнитные материалы в магнитном поле. Магнитные цепи и законы магнитных цепей.

Магнитное поле катушки с синусоидальным током. Самоиндукция и взаимная индукция. Магнитно-связанные катушки. Расчёты цепей синусоидального тока с магнитно-связанными катушками. Идеальный трансформатор.

#### 5. Линейные цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами

Представление негармонических периодических напряжений и токов в виде тригонометрического ряда Фурье. Значения негармонических токов и напряжений и их измерение: среднее за период, среднее по модулю, максимальное и действующее значения. Коэффициенты формы, амплитуды, искажения и гармоник. Мощность при периодических напряжениях и токах: активная, реактивная, полная. Коэффициент мощности. Расчет сложных линейных цепей с высшими гармониками методом наложения. Резонансные явления и их применение в простейших фильтрах для пропускания в нагрузку определенных гармоник напряжений и токов. Условия появления высших гармоник в трехфазных цепях. Фазные ЭДС и линейные напряжения с высшими гармониками. Гармоники прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчет симметричного режима линейных трехфазных цепей с высшими гармониками.

### 4 семестр

#### 6. Метод симметричных составляющих

Разложение несимметричной трехфазной системы гармонических напряжений и токов на симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей. Метод симметричных составляющих. Комплексные сопротивления элементов трехфазной цепи токам прямой, обратной и нулевой последовательностей. Виды местной несимметрии.

## 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях

Переходные процессы в электрических цепях. Коммутация и скачкообразное изменение напряжений и токов. Законы коммутации. Условия возникновения переходных процессов. Линейные дифференциальные уравнения. Классический метод расчета переходных процессов. Принужденные и свободные составляющие напряжений и токов, корни характеристического уравнения, независимые и зависимые начальные условия. Особенности расчета переходных процессов в цепях первого порядка. Постоянная времени и длительность переходного процесса. Аперiodический, критический и колебательный режимы переходного процесса в цепях второго порядка. Угловая частота свободных колебаний. Обобщенные законы коммутации. Операторный метод расчета переходных процессов в линейных цепях. Преобразования Лапласа, операторные изображения основных функций и теорема разложения для отыскания оригинала по известному операторному изображению функций. Операторные схемы замещения линейных элементов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.

## 8. Четырехполюсники в линейном режиме

Пассивные и активные четырехполюсники. Уравнения в форме А. Режимы холостого хода и короткого замыкания. Т и П – образные схемы замещения пассивных четырехполюсников. Входное и выходное сопротивления. Симметричные и несимметричные четырехполюсники. Определение коэффициентов четырехполюсников. Характеристические параметры четырехполюсников. Режим согласованной нагрузки. Определение входных сопротивлений четырехполюсников. Способы соединения четырехполюсников: каскадное, последовательное, параллельное, последовательно-параллельное, параллельно-последовательное. Основные понятия и классификация фильтров.

## 9. Цепи с распределенными параметрами в установившемся и переходных режимах

Установившийся гармонический режим однородной линии. Бегущие волны. Режимы однородной линии при гармонических напряжениях и токах. Однородная линия без искажений. Однородная линия без потерь при гармонических напряжениях и токах. Режимы однородной линии без потерь. Переходные процессы в однородных линиях без потерь. Включение однородной линии без потерь на постоянное напряжение. Отражение и преломление волн в однородных линиях без потерь.

## 10. Электростатическое поле. Магнитостатическое поле

Электромагнитное поле. Условия сопряжения векторов напряженности и индукции электрического поля на границах раздела двух сред. Электрическое поле диполя. Поле одной и двух заряженных осей. Поле двухпроводной линии. Метод изображений. Поле заряда, находящегося вблизи проводящей плоскости. Поле заряда, находящегося вблизи плоской поверхности раздела двух диэлектриков. Изображение точечного заряда в проводящей сфере. Метод инверсии. Потенциальные коэффициенты. Первая группа формул Максвелла. Емкостные коэффициенты. Вторая группа формул Максвелла. Частичные емкости. Третья группа формул Максвелла. Потенциальные коэффициенты воздушных линий.

Законы Ома в интегральной и дифференциальной формах. Правила Кирхгофа и закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Электрическое поле в проводящей среде. Электрическое поле в несовершенных диэлектриках.

Основные характеристики магнитного поля. Условия сопряжения векторов напряженности и индукции магнитостатического поля на границах раздела двух сред. Скалярный потенциал магнитного поля. Векторный потенциал магнитного поля. Магнитный поток и энергия поля. Уравнение линий магнитной индукции. Аналогия магнитостатических и электростатических задач.

## 11. Уравнения Лапласа и Пуассона. Переменное электромагнитное поле

Уравнения Лапласа и Пуассона. Методы расчета полей. Метод Фурье решения дифференциальных уравнений в частных производных. Цилиндр в однородном внешнем поле. Проводящий шар в однородном поле. Диэлектрический шар в однородном поле.

Уравнения переменного поля. Переменное магнитное поле в тонкой проводящей пластине. Средняя магнитная проницаемость. Магнитные потери. Глубина проникновения. Поверхностный эффект в цилиндрическом проводе. Диэлектрики в переменном поле. Плотность полного тока в переменном поле. Диэлектрические потери. Граничные условия на



поверхности раздела двух несовершенных диэлектриков. Распространение электромагнитных волн в диэлектрике. Плоские волны в изотропных средах. Запаздывающие потенциалы переменного электромагнитного поля.

### **3.3. Темы практических занятий**

#### **3 семестр**

1. Эквивалентные преобразования в электрических цепях (1 час).
2. Расчёт параметров электрических цепей с использованием уравнений Кирхгофа (1 час).
3. Контрольная работа №1. Тема – Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей с использованием законов Кирхгофа (1 час).
4. Расчёт параметров электрических цепей методом контурных токов (1 час).
5. Расчёт параметров электрических цепей методом узловых потенциалов и методом двух узлов (1 час).
6. Контрольная работа №2. Тема – Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей методом контурных токов и узловых потенциалов (1 час).
7. Расчёт простых цепей синусоидального тока (1 час).
8. Расчет разветвленных цепей синусоидального тока. Построение потенциальной векторной диаграммы (2 часа).
9. Контрольная работа №3. Тема – Определение параметров ветви электрической цепи синусоидального тока (1 час).
10. Расчёт трёхфазных цепей при симметричных и несимметричных режимах (4 часа).
11. Контрольная работа №4. Расчет трехфазных цепей (1 час).
12. Линейные цепи с негармоническими периодическими напряжениями и токами (2 часа).

#### **4 семестр**

1. Метод симметричных составляющих (2 часа).
2. Контрольная работа №5. Тема: Метод симметричных составляющих (1 час).
3. Расчет переходных процессов в линейных цепях в цепях первого порядка классическим методом (2 часа).
4. Расчет переходных процессов в линейных цепях в цепях второго порядка классическим методом (2 часа).
5. Контрольная работа №6. Тема – Расчет переходных процессов в цепях второго порядка классическим методом (1 час).
6. Расчет переходных процессов в линейных цепях в цепях операторным методом (1 час).
7. Определение коэффициентов четырехполюсников (1 час).
8. Определение характеристических параметров четырехполюсников (1 час).
9. Контрольная работа №7. Тема – Расчет параметров четырехполюсников (1 час).
10. Расчёт цепей с распределёнными параметрами в установившемся режиме (2 часа).
10. Расчёт цепей с распределёнными параметрами в переходном режиме (2 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

#### **3 семестр**

1. Измерения и преобразования в электрических цепях (2 часа).
2. Анализ электрической цепи методом наложения. (2 часа).
3. Исследование неразветвлённых цепей синусоидального тока (2 часа).
4. Исследование разветвлённых цепей синусоидального тока (2 часа).
5. Исследование резонанса в цепях синусоидального тока (2 часа).
6. Исследование трёхфазных цепей (4 часа).
7. Исследование несинусоидальных напряжений и токов в электрических цепях (2 часа).

#### **4 семестр**

1. Исследование симметричных составляющих несимметричной системы токов (3 часа).
2. Исследование аperiodического разряда конденсатора (3 часа).
3. Исследование колебательного разряда конденсатора (3 часа).
4. Исследование пассивных четырехполюсников (2 часа).
5. Режимы работы длинной линии без потерь. Стоячие волны (2 часа)

7. Режимы работы длинной линии с потерями. Прямые и обратные волны (3 часа).

### **3.5. Темы рефератов**

Рефераты учебным планом не предусмотрены.

### **3.6. Темы расчетных заданий**

#### **3 семестр**

Расчетное задание на тему: «Расчёт электрических цепей» (по вариантам) в двух частях:

- часть 1 «Расчёт электрических цепей постоянного тока»;
- часть 2 «Расчёт электрических цепей синусоидального тока».

#### **4 семестр**

Расчетное задание учебным планом не предусмотрено.

### **3.7. Темы курсовых проектов или курсовых работ**

Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен.

### 3.8. Соответствие в них компетенций разделов дисциплины и формируемых 3 семестр

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 3)	Индекс компетенции					Формы контроля		
		1	2	3	4	5	экз	
Знать:								
фундаментальные законы электротехники электрических и магнитных цепей, основные методы анализа и расчета токов и напряжений при стационарных процессах в электрических и магнитных цепях	ОПК-4.1	X	X	X	X	X	X	Тесты № 1...5 Контрольные работы № 1...4 Отчеты по лабораторным работам № 1...7, расчетное задание, экзамен
Уметь:								
выполнять расчет токов и напряжений в электрических цепях при постоянном и синусоидальном воздействии в установившемся режиме	ОПК-4.1	X	X	X	X	X	X	Контрольные работы № 1...4 расчетное задание, экзамен
моделировать линейные и нелинейные цепи постоянного и переменного тока;	ОПК-4.1	X	X	X	X	X	X	Контрольные работы № 1...4 Отчеты по лабораторным работам № 1...7, расчетное задание, экзамен
рассчитывать линейные электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами	ОПК-4.1	-	-	-	-	X	X	Отчет по лабораторной работе № 7, экзамен
<i>Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п.4.1)</i>		40	38	34	19	29	36	

#### 4 семестр

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 3)	Индекс компетенции	Формы контроля							
		6	7	8	9	10	11	экз	
<b>Знать:</b>									
фундаментальные законы электротехники электрических и магнитных цепей, основные методы анализа и расчета токов и напряжений при стационарных процессах в электрических и магнитных цепях;	ОПК-4.1	X	-	X	X	-	-	X	Тесты № 6,7 Контрольные работы № 5,6,7 Отчеты по лаб. работам № 8...13 экзамен
методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях в установившихся режимах при различных видах источников энергии	ОПК-4.2	-	X	-	X	-	-	X	Контрольная работа № 6 Отчеты по лабораторным работам № 9,10, экзамен
основы теории постоянного, переменного электрического и магнитного полей;	ОПК-4.3	-	-	-	-	X	X	X	Тесты № 8,9 экзамен
теорию цепей с распределенными параметрами	ОПК-4.3	-	-	-	X	-	-	X	Тест № 7, Отчеты по лабораторным работам № 12,13, экзамен
<b>Уметь:</b>									
применять основные уравнения, первичные и вторичные параметры, описывающие четырехполюсники, к их анализу и расчету	ОПК-4.1	-	-	X	-	-	-	X	Тесты № 6 Контрольная работа № 7 Отчет по лабораторной работе № 11, экзамен
рассчитывать несимметричные трехфазные цепи с помощью метода симметричных составляющих	ОПК-4.1	X	-	-	-	-	-	X	Контрольная работа № 5 Отчет по лабораторной работе № 8, экзамен
рассчитывать переходные процессы в линейных электрических цепях при различных видах источников энергии	ОПК-4.2	-	X	-	X	-	-	X	Контрольная работа № 6 Отчеты по лабораторным работам № 9,10 экзамен
применять основные уравнения, описывающие электростатическое, магнитостатическое и переменное электромагнитное поле, к их анализу и расчету;	ОПК-4.3	-	-	-	-	X	X	X	Тесты № 8,9 экзамен
применять основные уравнения, описывающие цепи с распределенными параметрами в установившемся и переходном режимах, к их анализу и расчету	ОПК-4.3	-	-	-	X	-	-	X	Тест № 7 Отчеты по лабораторным работам № 12,13, экзамен
<i>Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п.4.1)</i>		27	42	30	33	24	24	36	

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ)**

Для контроля результатов образования проводятся:

##### **3 семестр**

– тестирование:

**Тест №1** «Анализ электрических цепей постоянного тока»

**Тест №2** «Простые цепи синусоидального тока»

**Тест №3** «Разветвлённые цепи синусоидального тока»

**Тест №4** «Резонанс в RLC-цепях синусоидального тока»

**Тест №5** «Магнитные цепи»

– контрольные работы:

**кр №1** «Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей с использованием законов Кирхгофа»

**кр №2** «Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей методом контурных токов и узловых потенциалов»

**кр №3** «Определение параметров ветви электрической цепи синусоидального тока»

**кр №4** «Расчет трехфазных цепей»

– отчеты лабораторных работ;

Отчет по **ЛБ 1**. Измерения и преобразования в электрических цепях

Отчет по **ЛБ 2**. Анализ электрической цепи методом наложения

Отчет по **ЛБ 3**. Исследование неразветвлённых цепей синусоидального тока.

Отчет по **ЛБ 4**. Исследование разветвлённых цепей синусоидального тока

Отчет по **ЛБ 5**. Исследование резонанса в цепях синусоидального тока.

Отчет по **ЛБ 6**. Исследование трёхфазных цепей.

Отчет по **ЛБ 7**. Исследование несинусоидальных напряжений и токов в электрических цепях

– расчетное задание «Расчёт электрических цепей (по вариантам)».

##### **4 семестр**

– тестирование;

**Тест №6** «Четырехполосники в линейном режиме»

**Тест №7** «Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме»

**Тест №8** «Электростатическое и магнитостатическое поле»

**Тест №9** «Уравнения Лапласа и Пуассона. Переменное электромагнитное поле»

– контрольные работы:

**кр №5** «Метод симметричных составляющих»

**кр №6** «Расчет переходных процессов в цепях второго порядка классическим методом»

**кр №7** «Расчет параметров четырехполосников»

– защиты лабораторных работ;

Отчет по **ЛБ 8**. Исследование симметричных составляющих несимметричной системы токов

Отчет по **ЛБ 9**. Исследование апериодического разряда конденсатора.

Отчет по **ЛБ 10**. Исследование колебательного разряда конденсатора

Отчет по **ЛБ 11**. Исследование пассивных четырехполосников.

Отчет по **ЛБ 12**. Режимы работы длинной линии без потерь. Стоячие волны.

Отчет по **ЛБ 13**. Режимы работы длинной линии с потерями. Прямые и обратные волны

**Примечание:** Варианты тестов, контрольных работ, отчетов лабораторных работ, расчетного задания приводятся в фондах оценочных средств.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен.

Оценка за освоение дисциплины, определяется как оценка на экзамене.

В приложение к диплому выносятся оценка за 3 и 4 семестр.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3 семестр**

**5.1. Печатные и электронные издания:**1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник для вузов. - 9-е издание, переработанное и дополненное. – М. : Высшая школа, 1996. – 638 с.

2. Основы электротехники и электроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Горелов [и др.]. – Электрон. текстовые дан. – М. : Берлин : Директ-Медиа, 2015. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=364587](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=364587)

3. Бычков, Ю. А. Справочник по основам теоретической электротехники [Электронный ресурс]: справочник/ Ю.А. Бычков - Электрон. текстовые дан. – СПб. : Лань, 2012. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3187](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3187)

4. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: Учеб. пособие. 8-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2010. – 432 с.

5. Белецкий, А.Ф. Теория линейных электрических цепей [Электронный ресурс]: учебник /А.Ф. Белецкий - Электрон. текстовые дан. – СПб.: Лань, 2009. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=710](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=710)

### **4 семестр**

**5.1. Печатные и электронные издания:**1. Нейман, В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах Ч. 4. Линейные электрические цепи несинусоидального тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ю. Нейман. - Электрон. текстовые дан. – Новосибирск : НГТУ. , 2011 - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228781>

2. Основы электротехники и электроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Горелов [и др.]. – 5-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. – М. : Берлин : Директ-Медиа, 2015. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=364587](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=364587)

3. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для вузов Л. А. Бессонов. - 9-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа. , 1996 – 638 с.

4. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учеб. пособие / Г. И. Атабеков [и др.]. – 6-е изд., стер. – СПб. : Лань. , 2010 – 432 с.

5. Атабеков, Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учеб. пособие / Г. И. Атабеков – 8-е изд., стер. – СПб. : Лань., 2010 – 592 с.

6. Нейман, В.Ю Теоретические основы электротехники в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие Ч. 3. Четырехполюсники и трехфазные цепи. / В.Ю.Нейман - Электрон. текстовые дан. – Новосибирск: НГТУ, 2010. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228780>

### **5.2. Лицензионное программное обеспечение:**

1. *MS Office.*
1. *Mathcad 15*

### **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

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

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Необходимое программное обеспечение: Microsoft PowerPoint.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории Электротехники и электроники.

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- |       |   |
|-------|---|
| КМ-1  | <b>Тест №1</b> «Анализ электрических цепей постоянного тока»  |
| КМ-2  | <b>Тест №2</b> «Простые цепи синусоидального тока»  |
| КМ-3  | <b>Тест №3</b> «Разветвлённые цепи синусоидального тока»  |
| КМ-4  | <b>Тест №4</b> «Резонанс в RLC-цепях синусоидального тока»  |
| КМ-5  | <b>Тест №5</b> «Магнитные цепи»   |
| КМ-6  | <b>кр №1</b> «Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей с использованием законов Кирхгофа»             |
| КМ-7  | <b>кр №2</b> «Определение параметров электрических цепей постоянного тока с одним источником электрической энергии»       |
| КМ-8  | <b>кр №3</b> «Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей методом контурных токов и узловых потенциалов» |
| КМ-9  | <b>кр №4</b> «Расчет трехфазных цепей»  |
| КМ-10 | Отчет по <b>ЛБ 1.</b> Измерения и преобразования в электрических цепях  |
| КМ-11 | Отчет по <b>ЛБ 2.</b> Анализ электрической цепи методом наложения   |
| КМ-12 | Отчет по <b>ЛБ 3.</b> Исследование неразветвлённых цепей синусоидального тока.  |
| КМ-13 | Отчет по <b>ЛБ 4.</b> Исследование разветвлённых цепей синусоидального тока   |
| КМ-14 | Отчет по <b>ЛБ 5.</b> Исследование резонанса в цепях синусоидального тока.  |
| КМ-15 | Отчет по <b>ЛБ 6.</b> Исследование трёхфазных цепей.  |
| КМ-16 | Отчет по <b>ЛБ 7.</b> Исследование несинусоидальных напряжений и токов в электрических цепях                              |
| КМ-17 | Расчетное задание: «Расчёт электрических цепей (по вариантам)»  |

## Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины 6 з.е.

[illegible]



#### 4 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест №6 «Четырехполюсники в линейном режиме»  
 КМ-2 Тест №7 «Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме»  
 КМ-3 Тест №8 «Электростатическое и магнитостатическое поле»  
 КМ-4 Тест №9 «Уравнения Лапласа и Пуассона. Переменное электромагнитное поле»  
 КМ-5 кр №5 «Метод симметричных составляющих»  
 КМ-6 кр №6 «Расчет переходных процессов в цепях второго порядка классическим методом»  
 КМ-7 кр №7 «Расчет параметров четырехполюсников»  
 КМ-8 Отчет по ЛБ 8. Исследование симметричных составляющих несимметричной системы токов  
 КМ-9 Отчет по ЛБ 9. Исследование апериодического разряда конденсатора.  
 КМ-10 Отчет по ЛБ 10. Исследование колебательного разряда конденсатора  
 КМ-11 Отчет по ЛБ 11. Исследование пассивных четырехполюсников.  
 КМ-12 Отчет по ЛБ 12. Режимы работы длинной линии без потерь. Стоячие волны.  
 КМ-13 Отчет по ЛБ 13. Режимы работы длинной линии с потерями. Прямые и обратные волны

#### Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины 6 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13	Экзамен
1	Метод симметричных составляющих.					+						+				+
2	Переходные процессы в линейных электрических цепях							+		+	+					+
3	Четырехполюсники в линейном режиме		+						+				+			+
4	Цепи с распределенными параметрами в установившемся и переходных режимах			+										+	+	+
5	Электростатическое поле. Магнитостатическое поле				+											+
6	Уравнения Лапласа и Пуассона Переменное электромагнитное поле					+										+
Минимальный балл за КМ			3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	20
Максимальный балл за КМ			4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	40

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Экономика и инвестиции в  
электроэнергетике**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Оценочные материалы по дисциплине**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>3 семестр</b>		
<b>Знать:</b>		
фундаментальные законы электротехники электрических и магнитных цепей, основные методы анализа и расчета токов и напряжений при стационарных процессах в электрических и магнитных цепях	ОПК-3.1	Тесты № 1...5 Контрольные работы № 1...5 Отчеты по лабораторным работам № 1...6, расчетное задание, экзамен
<b>Уметь:</b>		
выполнять расчет токов и напряжений в электрических цепях при постоянном и синусоидальном воздействии в установившемся режиме	ОПК-3.1	Контрольные работы № 1...5 расчетное задание, экзамен
моделировать линейные и нелинейных цепи постоянного и переменного тока;	ОПК-3.1	Контрольные работы № 1...5 Отчеты по лабораторным работам № 1...6, расчетное задание, экзамен
<b>4 семестр</b>		
<b>Знать:</b>		
фундаментальные законы электротехники электрических и магнитных цепей, основные методы анализа и расчета токов и напряжений при стационарных процессах в электрических и магнитных цепях;	ОПК-3.1	Тесты № 6,7 Контрольные работы № 6,7,10 Отчеты по лаб. работам № 7,8,11,12,13 экзамен
методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях в установившихся режимах при различных видах источников энергии	ОПК-3.2	Контрольные работы № 8,9,10 Отчеты по лабораторным работам № 9,10, расчетное задание, экзамен
основы теории постоянного, переменного электрического и магнитного полей;	ОПК-3.3	Тесты № 8,9 экзамен
теорию цепей с распределенными параметрами	ОПК-3.3	Тест № 7, Контрольная работа № 10 экзамен
<b>Уметь:</b>		
рассчитывать линейные электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами	ОПК-3.1	Контрольная работа № 7 Отчет по лабораторной работе № 8, экзамен
применять основные уравнения,	ОПК-3.1	Тесты № 6

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
первичные и вторичные параметры, описывающие четырехполюсники, к их анализу и расчету		Отчет по лабораторной работе № 11, экзамен
рассчитывать несимметричные трехфазные цепи с помощью метода симметричных составляющих	ОПК-3.1	Контрольная работа № 6 Отчет по лабораторной работе № 7, экзамен
рассчитывать переходные процессы в линейных электрических цепях при различных видах источников энергии	ОПК-3.2	Контрольные работы № 8,9,10 Отчеты по лабораторным работам № 9,10,12,13, расчетное задание, экзамен
применять основные уравнения, описывающие электростатическое, магнитостатическое и переменное электромагнитное поле, к их анализу и расчету;	ОПК-3.3	Тесты № 8,9 экзамен
применять основные уравнения, описывающие цепи с распределенными параметрами в установившемся и переходном режимах, к их анализу и расчету	ОПК-3.3	Тест № 7 Контрольная работа № 10 Отчеты по лабораторным работам № 12,13, экзамен

### Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

#### А) Для текущего контроля успеваемости:

##### 3 семестр

– тестирование:

**Тест №1** «Анализ электрических цепей постоянного тока»

**Тест №2** «Простые цепи синусоидального тока»

**Тест №3** «Разветвлённые цепи синусоидального тока»

**Тест №4** «Резонанс в RLC-цепях синусоидального тока»

**Тест №5** «Трёхфазные цепи»

– контрольные работы:

**кр №1** «Эквивалентные преобразования в электрических цепях постоянного тока»

**кр №2** «Определение параметров электрических цепей постоянного тока с одним источником электрической энергии»

**кр №3** «Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей с использованием законов Кирхгофа, методом контурных токов и узловых потенциалов»

**кр №4** «Определение параметров ветви электрической цепи синусоидального тока»

**кр №5** «Расчет магнитных цепей»

– отчеты лабораторных работ;

Отчет по **ЛБ 1.** Измерения и преобразования в электрических цепях

Отчет по **ЛБ 2.** Анализ электрической цепи методом наложения

Отчет по **ЛБ 3.** Исследование неразветвлённых цепей синусоидального тока.

Отчет по **ЛБ 4.** Исследование разветвлённых цепей синусоидального тока

Отчет по **ЛБ 5.** Исследование резонанса в цепях синусоидального тока.

Отчет по **ЛБ 6.** Исследование трёхфазных цепей.

– расчетное задание «Расчёт электрических цепей (по вариантам)»;

#### 4 семестр

– тестирование;

**Тест №6** «Четырехполюсники в линейном режиме»

**Тест №7** «Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме»

**Тест №8** «Электростатическое и магнитостатическое поле»

**Тест №9** «Уравнения Лапласа и Пуассона. Переменное электромагнитное поле»

– контрольные работы:

**кр №6** «Метод симметричных составляющих»

**кр №7** «Линейные цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами»

**кр №8** «Расчет переходных процессов в цепях второго порядка классическим методом»

**кр №9** «Расчет переходных процессов в цепях первого порядка операторным методом»

**кр №10** «Расчет переходных процессов в цепях с распределенными параметрами»

– защиты лабораторных работ;

Отчет по **ЛБ 7**. Исследование симметричных составляющих несимметричной системы токов

Отчет по **ЛБ 8**. Исследование несинусоидальных напряжений и токов в электрических цепях

Отчет по **ЛБ 9**. Исследование апериодического разряда конденсатора.

Отчет по **ЛБ 10**. Исследование колебательного разряда конденсатора

Отчет по **ЛБ 11**. Исследование пассивных четырехполюсников.

Отчет по **ЛБ 12**. Режимы работы длинной линии без потерь. Стоячие волны.

Отчет по **ЛБ 13**. Режимы работы длинной линии с потерями. Прямые и обратные волны

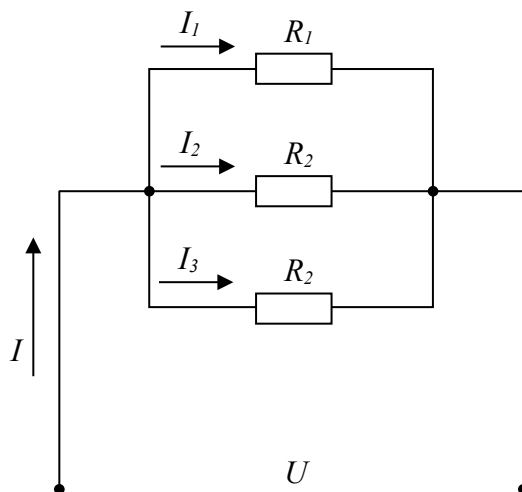
– расчетное задание «Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях» (по вариантам);

#### Содержание оценочных средств:

#### 3 семестр

**Тест №1** «Анализ электрических цепей постоянного тока»

1. Если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 6 Ом, то входное сопротивление схемы, изображенной на рисунке, равно...



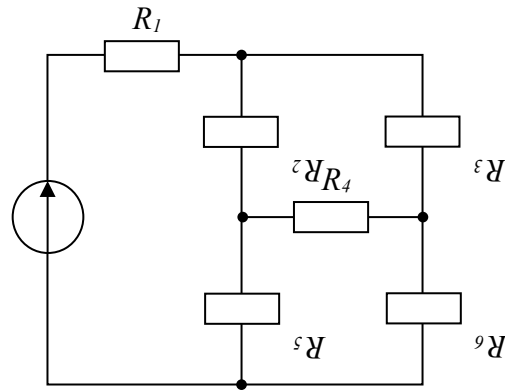
а) 11 Ом

б) 36 Ом

в) 18 Ом

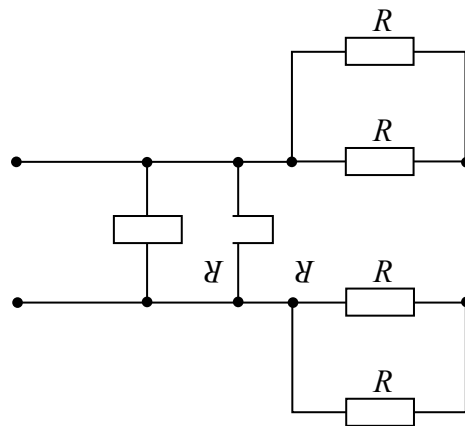
г) 2 Ом

2. Сопротивления  $R_2, R_3, R_4$  соединены...



- а) треугольником    б) звездой    в) параллельно    г) последовательно

3. Если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 6 Ом, то эквивалентное сопротивление пассивной резистивной цепи, изображенной на рисунке, равно...



- а) 1,5 Ом    б) 2 Ом    в) 3 Ом    г) 6 Ом

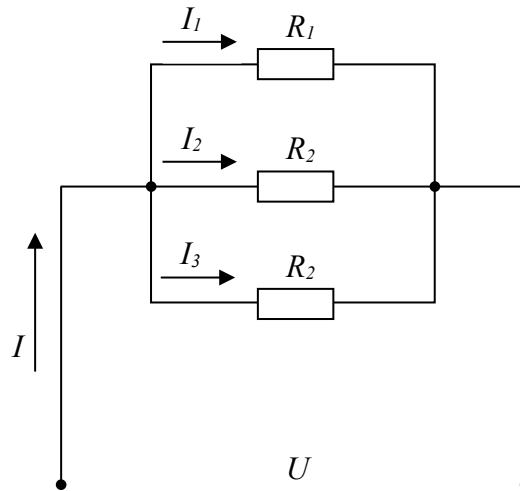
4. Если напряжения на трех последовательно соединенных резисторах относятся как 1:2:4, то отношение сопротивлений резисторов...

- а) равно 1:1/2:1/4  
б) равно 4:2:1  
в) равно 1:4:2  
г) подобно отношению напряжений 1:2:4

5. Определите, при каком соединении (последовательном или параллельном) двух одинаковых резисторов будет выделяться большее количество теплоты и во сколько раз ...

- а) при параллельном соединении в 4 раза  
б) при последовательном соединении в 2 раза  
в) при параллельном соединении в 2 раза  
г) при последовательном соединении в 4 раза

6. В цепи известны сопротивления  $R_1=30\text{ Ом}$ ,  $R_2=60\text{ Ом}$ ,  $R_3=120\text{ Ом}$  и ток в первой ветви  $I_1=4\text{ А}$ . Тогда ток  $I$  и мощность  $P$  равны...



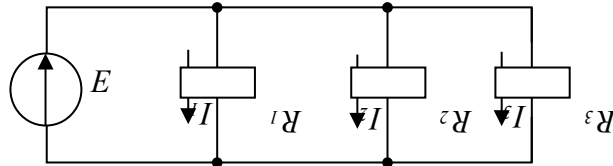
- а)  $I = 9\text{ А}$ ;  $P = 810\text{ Вт}$   
 в)  $I = 7\text{ А}$ ;  $P = 540\text{ Вт}$

- б)  $I = 8\text{ А}$ ;  $P = 960\text{ Вт}$   
 г)  $I = 7\text{ А}$ ;  $P = 840\text{ Вт}$

7. Эквивалентное сопротивление участка цепи, состоящего из трех параллельно соединенных сопротивлений номиналом  $1\text{ Ом}$ ,  $10\text{ Ом}$ ,  $1000\text{ Ом}$ , равно...

- а)  $1011\text{ Ом}$       б)  $0,9\text{ Ом}$       в)  $1000\text{ Ом}$       г)  $1\text{ Ом}$

8. В цепи известны сопротивления  $R_1=45\text{ Ом}$ ,  $R_2=90\text{ Ом}$ ,  $R_3=30\text{ Ом}$  и ток в первой ветви  $I_1=2\text{ А}$ . Тогда ток  $I$  и мощность  $P$  цепи соответственно равны...



- а)  $I=7\text{ А}$ ;  $P = 840\text{ Вт}$   
 в)  $I = 6\text{ А}$ ;  $P = 960\text{ Вт}$

- б)  $I = 9\text{ А}$ ;  $P = 810\text{ Вт}$   
 г)  $I = 6\text{ А}$ ;  $P = 540\text{ Вт}$

9. Провода одинакового диаметра и длины из разных материалов при одном и том же токе нагреваются следующим образом...

- а) самая высокая температура у медного провода  
 б) самая высокая температура у алюминиевого провода  
 в) провода нагреваются одинаково  
 г) самая высокая температура у стального провода

10. Пять резисторов с сопротивлениями  $R_1=100\text{ Ом}$ ,  $R_2=10\text{ Ом}$ ,  $R_3=20\text{ Ом}$ ,  $R_4=500\text{ Ом}$ ,  $R_5=30\text{ Ом}$  соединены параллельно. Наибольший ток будет наблюдаться...

- а) в  $R_2$       б) в  $R_4$       в) во всех один и тот же      г) в  $R_1$  и  $R_5$

11. Место соединения ветвей электрической цепи – это...

- а) контур      б) ветвь      в) независимый контур      г) узел

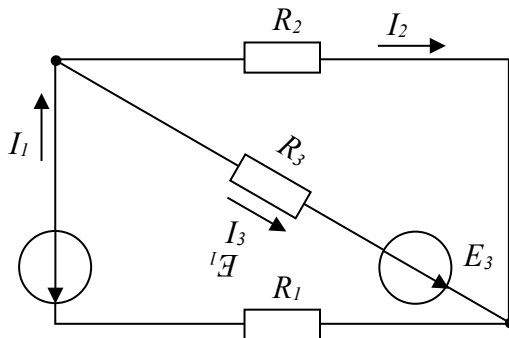
12. Участок электрической цепи, по которому протекает один и тот же ток называется...

- а) ветвью      б) контуром      в) узлом      г) независимым контуром

13. Совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, электрическом токе и электрическом напряжении называется...

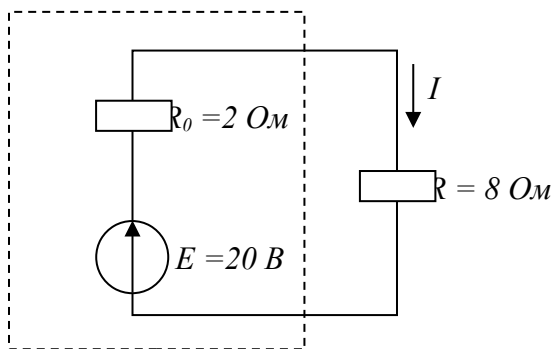
- а) источником ЭДС
- б) ветвью электрической цепи
- в) узлом
- г) электрической цепью

14. Общее количество ветвей в данной схеме составляет...



- а) две
- б) три
- в) пять
- г) четыре

15. Мощность, выделяющаяся во внутреннем сопротивлении источника ЭДС  $R_0$ , составит...



- а) 8 Вт
- б) 30 Вт
- в) 32 Вт
- г) 16 Вт

**По результатам теста выставляется:**

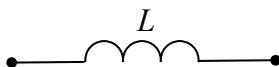
- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Тест №2 «Простые цепи синусоидального тока»

1. Если ёмкостное сопротивление  $C$  – элемента  $X_c$ , то комплексное сопротивление  $\underline{Z}_c$  этого элемента определяется как...

- а)  $\underline{Z}_c = C$
- б)  $\underline{Z}_c = X$
- в)  $\underline{Z}_c = -jX_c$
- г)  $\underline{Z}_c = jX_c$

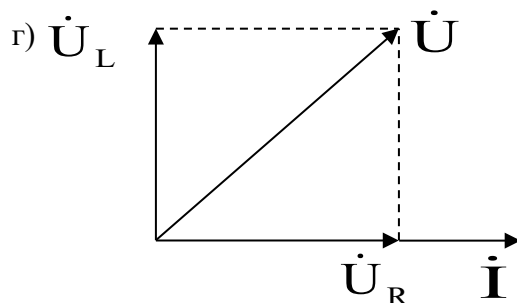
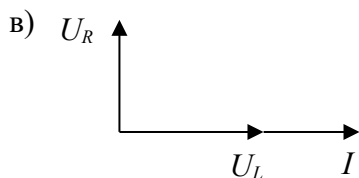
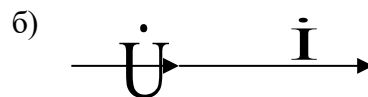
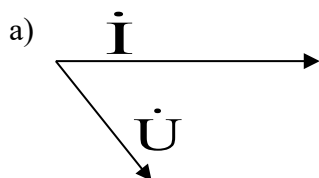
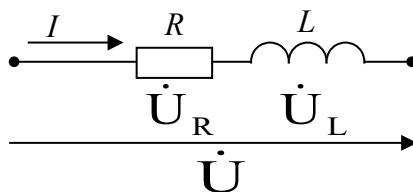
2. Индуктивное сопротивление  $X_L$  при угловой частоте  $\omega = 314$  рад/с и величине  $L = 0,318$  Гн, составит...



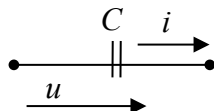
- а) 0,318 Ом
- б) 100 Ом
- в) 0,00102 Ом
- г) 314 Ом



3. Представленной цепи соответствует векторная диаграмма...



4. При напряжении  $u(t)=100\sin(314t)$  В начальная фаза тока  $i(t)$  в ёмкостном элементе  $C$  составит...



а)  $\pi/2$  рад

б)  $-\pi/4$  рад

в) 0 рад

г)  $3\pi/4$  рад

5. Если частота  $f$  увеличится в 2 раза, то ёмкостное сопротивление  $X_C$  ...

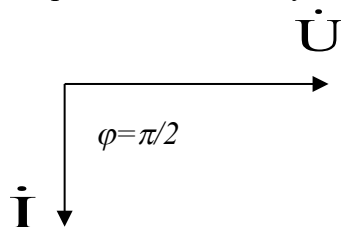
а) не изменится

б) увеличится в 2 раза

в) уменьшится в 4 раза

г) уменьшится в 2 раза

6. Представленной векторной диаграмме соответствует...



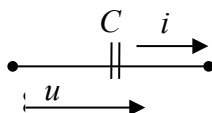
а) последовательное соединение резистивного  $R$  и индуктивного  $L$  элемента

б) ёмкостной элемент  $C$

в) индуктивный элемент  $L$

г) резистивный элемент  $R$

7. Ёмкостное сопротивление  $X_C$  при величине  $C=100$  мкФ и частоте  $f=50$  Гц равно...



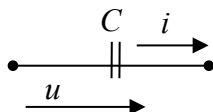
а) 31,84 Ом

б) 31400 Ом

в) 314 Ом

г) 100 Ом

8. Начальная фаза напряжения  $u(t)$  в ёмкостном элементе  $C$  при токе  $i(t)=0,1\sin(314t)$  А равна...



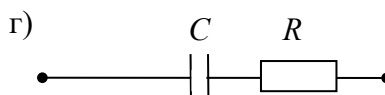
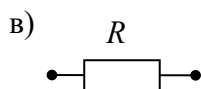
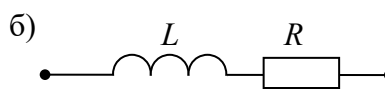
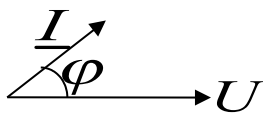
а)  $\pi/4 \text{ рад}$

б)  $\pi/2 \text{ рад}$

в)  $0 \text{ рад}$

г)  $-\pi/2 \text{ рад}$

9. Векторной диаграмме соответствует схема...



10. В индуктивном элементе  $L$ ...

а) напряжение  $u_L(t)$  совпадает с током  $i_L(t)$  по фазе

б) напряжение  $u_L(t)$  и ток  $i_L(t)$  находятся в противофазе

в) напряжение  $u_L(t)$  отстаёт от тока  $i_L(t)$  по фазе на  $\pi/2 \text{ рад}$

г) напряжение  $u_L(t)$  опережает ток  $i_L(t)$  по фазе на  $\pi/2 \text{ рад}$

11. В активном элементе  $R$ ...

а) напряжение  $u(t)$  совпадает с током  $i(t)$  по фазе

б) напряжение  $u(t)$  и ток  $i(t)$  находятся в противофазе

в) напряжение  $u(t)$  отстаёт от тока  $i(t)$  по фазе на  $\pi/2 \text{ рад}$

г) напряжение  $u(t)$  опережает ток  $i(t)$  по фазе на  $\pi/2 \text{ рад}$

12. В ёмкостном элементе  $C$ ...

а) напряжение  $u_c(t)$  совпадает с током  $i_c(t)$  по фазе

б) напряжение  $u_c(t)$  и ток  $i_c(t)$  находятся в противофазе

в) напряжение  $u_c(t)$  отстаёт от тока  $i_c(t)$  по фазе на  $\pi/2 \text{ рад}$

г) напряжение  $u_c(t)$  опережает ток  $i_c(t)$  по фазе на  $\pi/2 \text{ рад}$

**По результатам теста выставляется:**

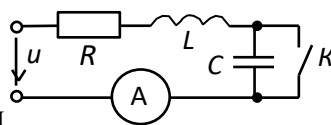
- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Тест №3. Тема: «Разветвлённые цепи синусоидального тока»**

1. Символьный метод расчёта параметров цепей синусоидального тока позволяет непосредственно определить

- а) комплексы действующих значений параметров электрической цепи
- б) как комплексы, так и мгновенные значения параметров цепи
- в) мгновенные значения параметров цепи

2. Характер полного сопротивления цепи синусоидального тока
- а) не зависит от частоты действующего напряжения или протекающего тока
  - б) зависит от частоты действующего напряжения или протекающего тока
  - в) зависит от частоты действующего напряжения или протекающего тока только при резонансе
3. Качественный контроль результатов аналитического расчёта параметров цепей синусоидального тока позволяет выполнить
- а) векторная диаграмма токов
  - б) векторная диаграмма напряжений
  - в) совмещённая векторная диаграмма токов и напряжений
  - г) векторная диаграмма токов и топографическая диаграмма потенциалов точек цепи
  - д) векторная диаграмма напряжений и топографическая диаграмма потенциалов точек цепи.
4. Чему равна величина полного сопротивления RLC ветви, если  $R = X_L = X_C = 2 \text{ Ом}$
- а) 6 Ом
  - б) 1 Ом
  - в) 2 Ом
  - г) 4 Ом
5. Может ли угол сдвига фаз между векторами питающего напряжения и тока пассивного RLC-двухполюсника превышать  $\pm 90^\circ$ ?
- а) Да, может
  - б) Нет
  - в) Да, при условии



6. Для следующей схемы укажите величину сопротивления  $X_C$  конденсатора, при котором при замыкании ключа  $K$  показание амперметра  $A$  не изменяется
- а)  $X_C = X_L/2$
  - б)  $X_C = X_L$
  - в)  $X_C = 2X_L$
  - г)  $X_C = R$

#### По результатам теста выставляется:

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

#### Тест №4. Тема: Резонанс в RLC-цепях синусоидального тока.

1. Если напряжение на зажимах контура  $U = 20 \text{ В}$ , то ток при резонансе в последовательной цепи с параметрами:  $R = 10 \text{ Ом}$ ,  $L = 1 \text{ мГн}$ ,  $C = 1 \text{ мкФ}$  равен...
- а) 2 А
  - б) 1 А
  - в) 2,5 А
  - г) 0,5 А
2. Условие возникновения резонанса в последовательном контуре имеет вид...
- а)  $b_L = b_C$
  - б)  $Z_{\dot{a}\dot{o}} = 0$
  - в)  $R = 0$
  - г)  $x_L = x_C$
3. Резистор с активным сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$ , конденсатор емкостью  $C = 100 \text{ мкФ}$  и катушка с индуктивностью  $L = 100 \text{ мГн}$  соединены последовательно. Тогда полное

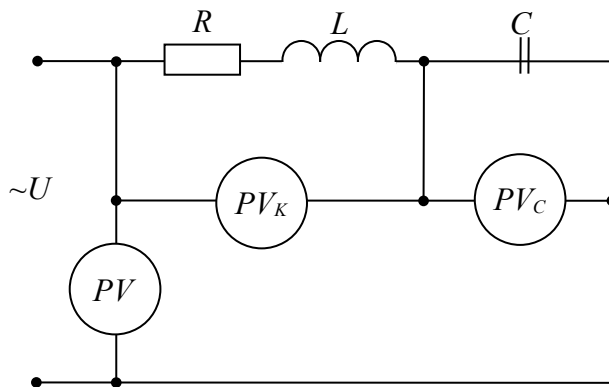
сопротивление цепи  $Z$  при резонансе напряжений равно...

- а)  $Z=10\text{ Ом}$       б)  $Z=200\text{ Ом}$       в)  $Z=100\text{ Ом}$       г)  $Z=210\text{ Ом}$

4. Значение угла сдвига фаз между напряжением и током на выходе контура, находящегося в режиме резонанса, равно...

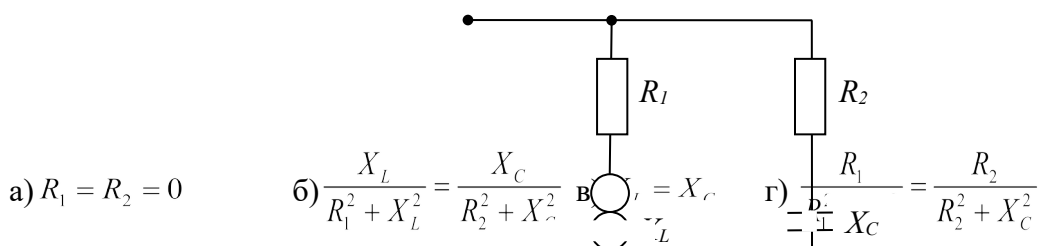
- а)  $\pm 180^\circ$       б)  $0^\circ$       в)  $\pm 90^\circ$       г)  $\pm 45^\circ$

5. Если в режиме резонанса напряжений показания приборов:  $U = 30\text{ В}$ ,  $U_C = 40\text{ В}$ , то показание вольтметра измеряющего  $U_K$  равно...



- а) 70 В      б) 30 В      в) 50 В      г) 40 В

6. Условие резонанса токов имеет вид...



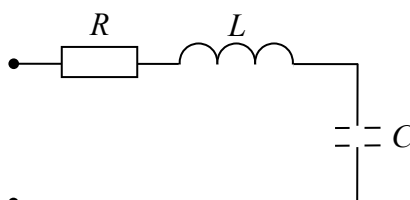
7. Верным уравнением для мощности цепи при резонансе будет...

- а)  $P=0$       б)  $S=Q$       в)  $Q=0$       г)  $P=Q$

8. В последовательной R,L,C-цепи резонанс напряжений при частоте  $\omega$  и индуктивности L наступает, если ёмкость C равна...

- а)  $\omega L$       б)  $\omega^2 L^2$       в)  $\frac{1}{\omega L}$       г)  $\frac{1}{\omega^2 L}$

9. Если  $R=50\text{ Ом}$ ;  $L=0,2\text{ Гн}$ ;  $C=5\text{ мкФ}$ , то резонансная частота  $\omega_p$  контура равна...



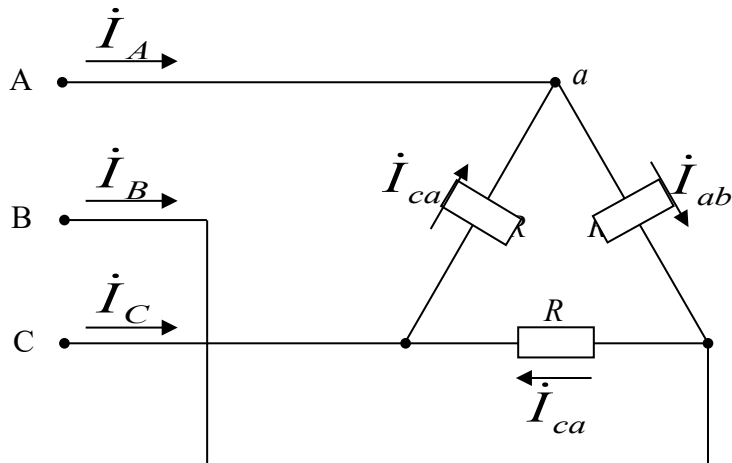
- а)  $250\text{ с}^{-1}$       б)  $134\text{ с}^{-1}$       в)  $4000\text{ с}^{-1}$       г)  $1000\text{ с}^{-1}$

**По результатам теста выставляется:**

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Тест №5. Тема: Трёхфазные цепи.**

1. Для узла «а» данной схемы комплексы фазных и линейного токов связаны уравнением...



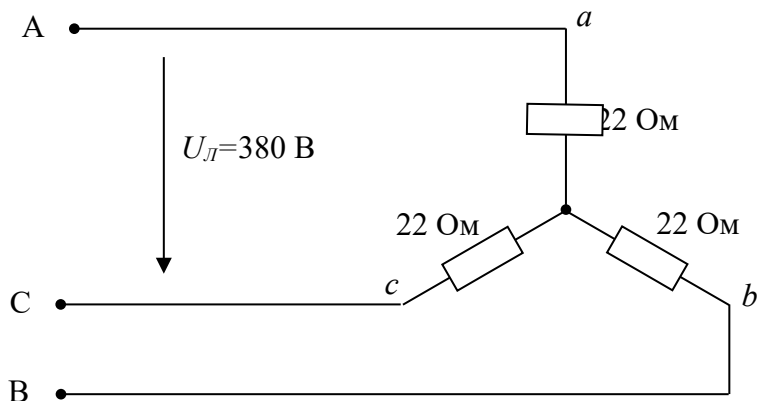
а)  $\dot{I}_A = \dot{I}_{ca} + \dot{I}_{bc}$

в)  $\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} + \dot{I}_{ca}$

б)  $\dot{I}_A = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{ab}$

г)  $\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca}$

2. Значения фазных токов равны...



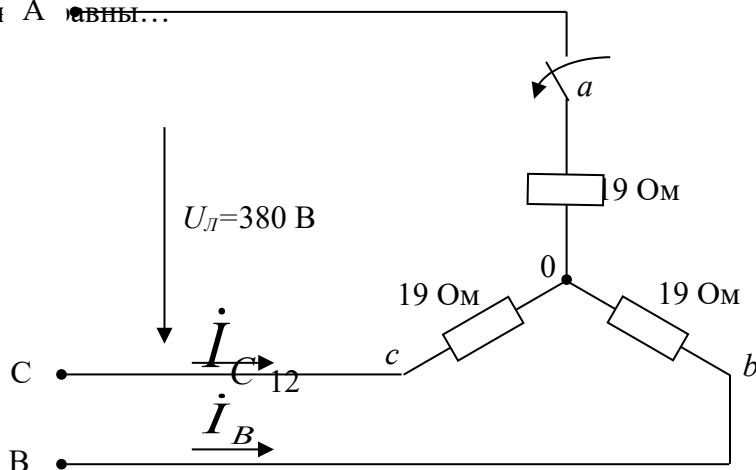
а)  $\frac{380}{22} = 17,3 \text{ A}$

б)  $\frac{380}{\sqrt{3} \cdot 22} = 10 \text{ A}$

в)  $\frac{380\sqrt{3}}{22} = 30 \text{ A}$

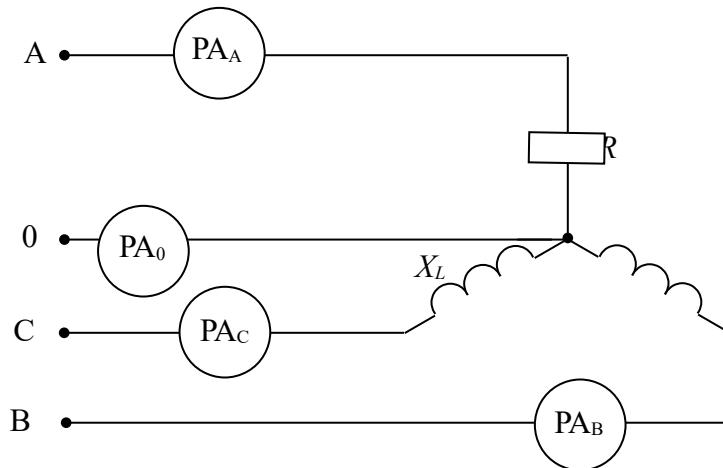
г)  $\frac{380}{3 \cdot 22} = 5,75 \text{ A}$

3. Если в данной трёхфазной цепи отключить фазу «а» нагрузки, то значения токов  $I_B$  и  $I_C$  будут соответствовать...



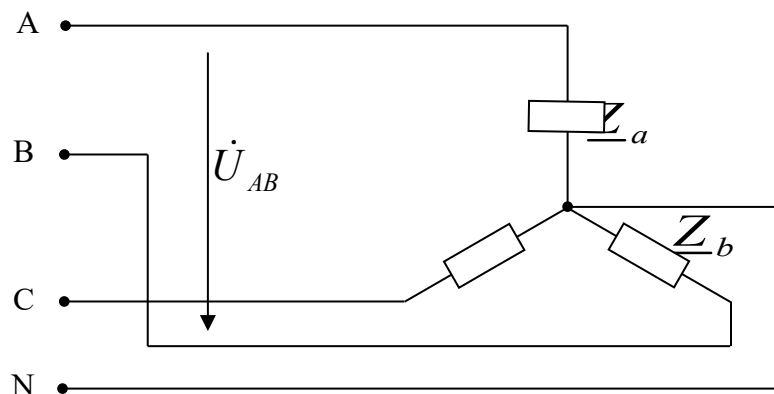
- а) 20 А, 20 А      б) 220/19 А, 220/19 А      в) 10 А, 10 А      г) 380/19 А, 380/19 А

4. Если  $R=X_L=22$  Ом и показания амперметра  $pA_A=10$  А, то амперметры  $pA_B$ ,  $pA_C$ ,  $pA_O$  соответственно покажут...



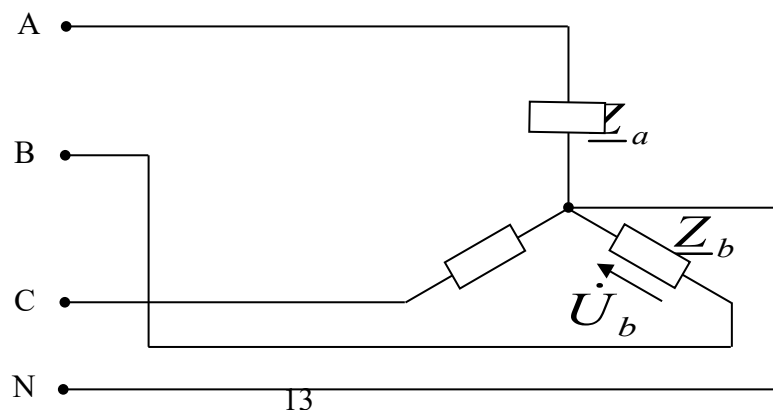
- а) 10 А, 10 А, 0      б) 10 А, 10 А,  $\neq 0$   
 в)  $10\sqrt{3}$  А,  $10\sqrt{3}$  А, 0      г)  $10\sqrt{3}$  А,  $10\sqrt{3}$  А,  $\neq 0$

5. Напряжение  $\dot{U}_{AB}$  в представленной схеме называется...



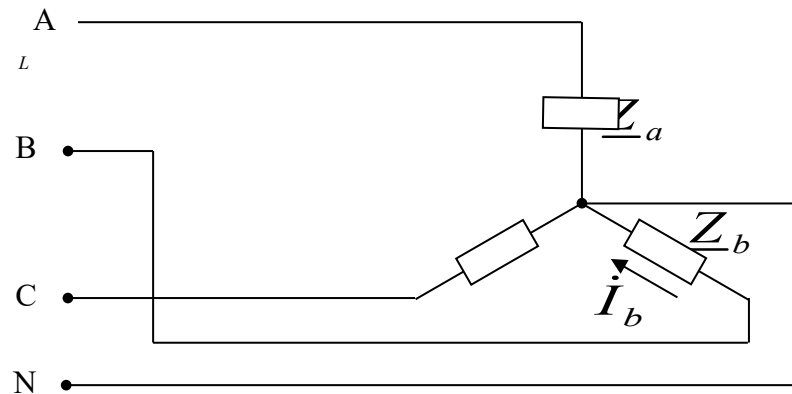
- а) линейным напряжением      б) среднеквадратичным напряжением  
 в) средним напряжением      г) фазным напряжением

6. Напряжение  $\dot{U}_b$  в представленной схеме называется...



- а) фазным напряжением
- б) средним напряжением
- в) линейным напряжением
- г) среднеквадратичным напряжением

7. В трёхфазной цепи был замерен фазный ток  $I_b=7$  А, тогда линейный ток  $I_B$  равен...



- а) 4 А
- б) 2,3 А
- в) 12 А
- г) 7 А

8. В трёхфазной цепи при соединении по схеме «звезда – звезда с нейтральным проводом» при симметричной нагрузке ток в нейтральном проводе равен...

- а)  $I_N = I_a + I_b$  б)  $I_N = I_a + I_b + I_c \neq 0$  в)  $I_N = I_a + I_c$  г)  $I_N = 0$

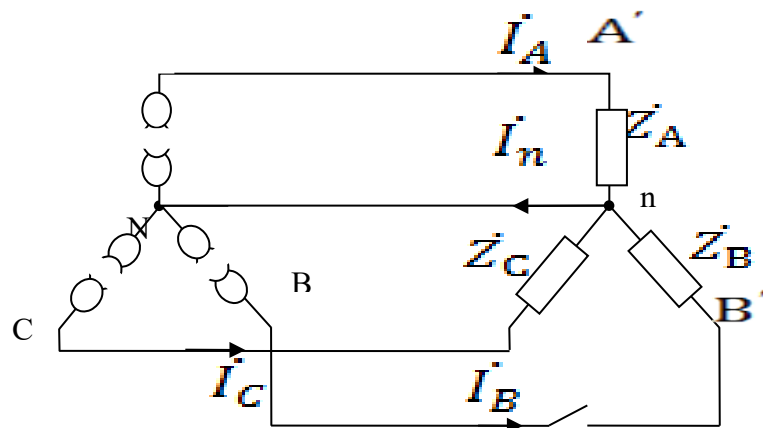
9. В трёхфазной цепи при соединении по схеме «звезда – звезда с нейтральным проводом» ток в нейтральном проводе определяется по формуле...

- а)  $I_N = I_a + I_b$  б)  $I_N = I_a + I_b + I_c$  в)  $I_N = I_b + I_c$  г)  $I_N = I_a + I_c$

10. В трёхфазной цепи нагрузка соединена по схеме «звезда» фазное напряжение 380 В, линейное напряжение равно...

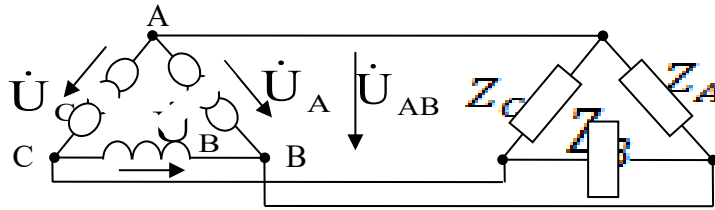
- а) 380 В
- б) 127 В
- в) 220 В
- г) 660 В

11. При обрыве фазы В ток в нейтральном проводе равен ...



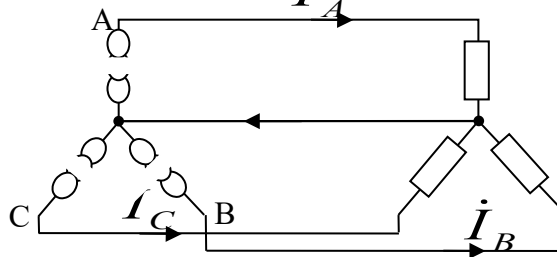
- а)  $I_n = I_A + I_C$  б)  $I_n = I_A - I_C$  в)  $I_n = I_A \cdot I_C$  г)  $I_n = I_A$

12. Соотношение между линейными и фазными напряжениями в симметричной трёхфазной цепи имеет вид ...



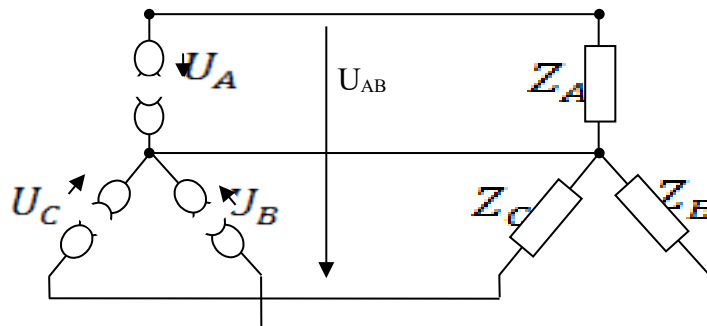
- а)  $U_A = U_{AB}$       б)  $U_A > U_{AB}$       в)  $U_A < U_{AB}$       г)  $U_A = \sqrt{3}U_{AB}$ .

13. Если известны  $I_A, I_C, I_N$ , то ток в фазе В равен ...



- а)  $I_B = I_A + I_C - I_N$       б)  $I_B = I_N - I_A - I_C$   
 в)  $I_B = I_A + I_N - I_C$       г)  $I_B = I_A - I_C - I_N$

14. Соотношение между линейными и фазными напряжениями в симметричной трёхфазной цепи имеет вид...



- а)  $U_{AB} = U_A$       б)  $U_{AB} = 3U_A$       в)  $U_{AB} = \sqrt{3}U_A$       г)  $U_{AB} < U_A$ .

15. Что обуславливает несимметричность нагрузки в схеме соединения источника и приёмника "звезда - звезда с нейтральным проводом"?

- а) Различие фазных токов  
 б) Различие линейных токов  
 в) Появление напряжения смещения нейтрали  
 г) Различие в фазных напряжениях нагрузки  
 д) Появление тока нейтрали

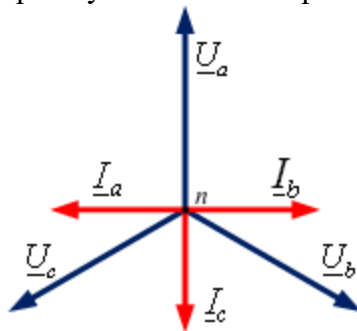
16. Укажите, почему запрещается устанавливать предохранители в нейтральном проводе?

- а) При сгорании предохранителя на нейтральной точке нагрузки возникает напряжение, по величине равное фазному  
 б) При сгорании предохранителя на нейтральной точке нагрузки возникает напряжение, по величине равное линейному  
 в) При сгорании предохранителя напряжения на фазах нагрузки становятся



различными по величине

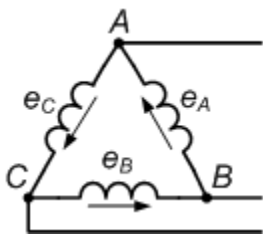
17. Анализируя векторную диаграмму токов и напряжений выберите какие элементы



включены нагрузкой в фазу *a*

- а) R
- б) RL
- в) RC
- г) L
- д) C

18. Укажите, возникает ли ток в замкнутом треугольнике *ABC* от действия трех ЭДС:  $e_A$ ,  $e_B$  и  $e_C$  при соединении трёх фаз генератора по схеме треугольник и при отсутствии нагрузки?



- а) Возникает большой уравнительный ток
- б) Возникает, т. к. фазные ЭДС  $e_A$ ,  $e_B$  и  $e_C$  имеют одинаковое направление
- в) Не возникает, т. к. алгебраическая сумма действующих в контуре комплексов ЭДС в любой момент времени равна нулю

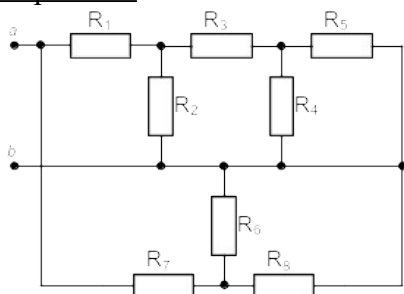
**По результатам теста выставляется:**

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Контрольная работа №1: «Эквивалентные преобразования в электрических цепях постоянного тока»

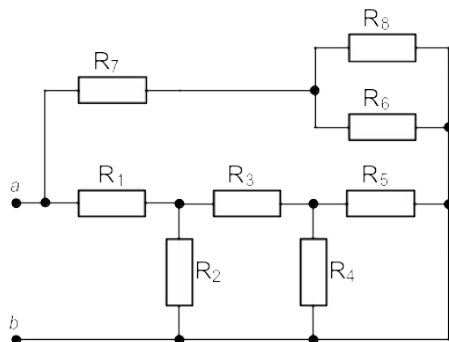
Определить входное сопротивление схемы между зажимами *a - b*

Вариант 1



$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$R_4$ , Ом	$R_5$ , Ом	$R_6$ , Ом	$R_7$ , Ом	$R_8$ , Ом
180	300	300	200	600	100	160	400

Вариант 2



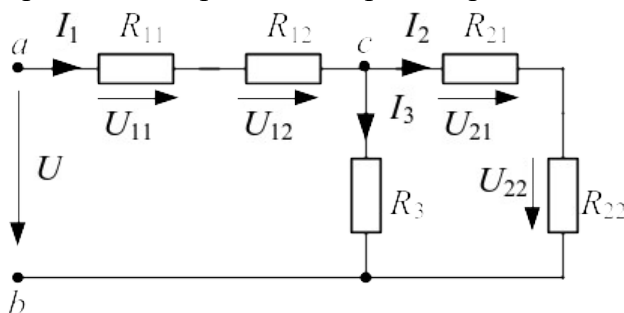
$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$R_3, \text{ Ом}$	$R_4, \text{ Ом}$	$R_5, \text{ Ом}$	$R_6, \text{ Ом}$	$R_7, \text{ Ом}$	$R_8, \text{ Ом}$
40	50	60	70	80	90	100	120

**По результатам контрольной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Контрольная работа №2: «Определение параметров электрических цепей постоянного тока с одним источником электрической энергии»

Определить сопротивление резистора  $R_3$



Вариант 1

$U, \text{ В}$	$R_{11}, \text{ Ом}$	$R_{12}, \text{ Ом}$	$R_{21}, \text{ Ом}$	$R_{22}, \text{ Ом}$	Задаваемая величина
45	5	10	10	5	$I_1 = 2 \text{ А}$

Вариант 2

$U, \text{ В}$	$R_{11}, \text{ Ом}$	$R_{12}, \text{ Ом}$	$R_{21}, \text{ Ом}$	$R_{22}, \text{ Ом}$	Задаваемая величина
21	4	10	8	6	$U_{11} = 4 \text{ В}$

**По результатам контрольной работы выставляется:**

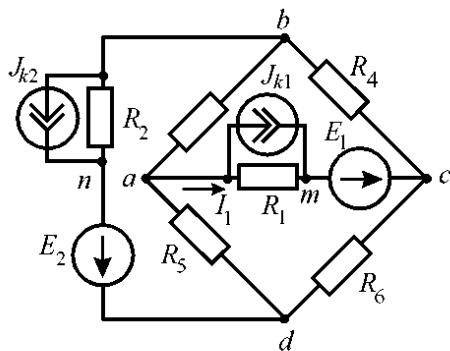
- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Контрольная работа №3.

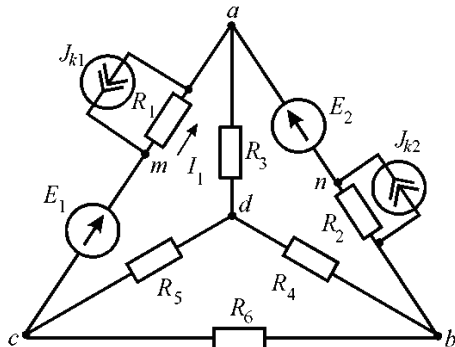
**Задача 1: «Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей с использованием законов Кирхгофа».**

Записать в общем виде уравнения, необходимые для нахождения токов в ветвях схемы электрической цепи по законам Кирхгофа.

Вариант 1



**Вариант 2**



**Задача 2: «Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей методом контурных токов».**

Для условия задачи 1 записать в общем виде уравнения, необходимые для нахождения токов в ветвях схемы электрической цепи методом контурных токов.

**Задача 3: «Определение токов в ветвях разветвлённых электрических цепей с использованием узловых потенциалов».**

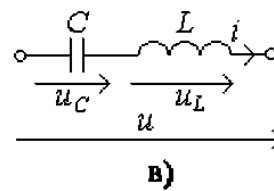
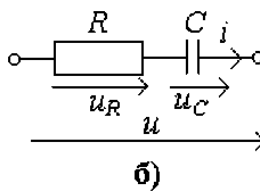
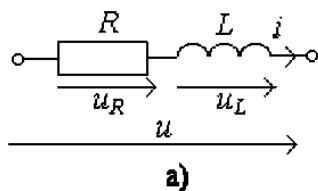
Для условия задачи 1 записать в общем виде уравнения, необходимые для нахождения токов в ветвях схемы электрической цепи узловых потенциалов.

**По результатам контрольной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Контрольная работа №4: «Определение параметров ветви электрической цепи синусоидального тока».**

Определить требуемое при  $\omega = 10^3$  рад/с и построить векторную диаграмму



**Вариант 1**

Схема	$R$ , Ом	$L$ , мГн	$C$ , мкФ	$Z$ , Ом	Заданная функция	Определить
а)	5	5	-	-	$u = 50 \sin(\omega t + 45^\circ)$	$u_R$

**Вариант 2**

Схема	$R$ , Ом	$L$ , мГн	$C$ , мкФ	$Z$ , Ом	Заданная функция	Определить
б)	5	-	-	$Z = 3,8\sqrt{2}$ , $\varphi = -22^\circ$	$u = 40 \sin(\omega t + 135^\circ)$	$u_C$

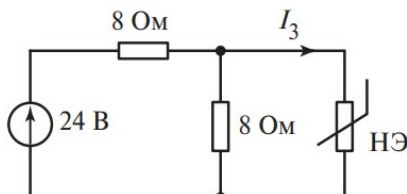
**По результатам контрольной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Контрольная работа №5: «Расчет магнитных цепей».

При заданной ВАХ нелинейного элемента требуется определить указанный в задании параметр. Решение задачи провести графо-аналитическим методом.

#### Вариант 1

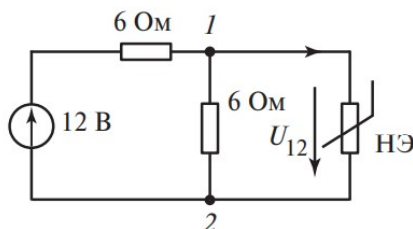


ВАХ НЭ:

$U, \text{В}$	0	3	5	7	9	10
$I, \text{А}$	0	0,5	1,0	2,0	3,5	5,0

Найти  $I_3$

#### Вариант 2



ВАХ НЭ:

$U, \text{В}$	0	3	5	7	9	10
$I, \text{А}$	0	0,5	1,0	2,0	3,5	5,0

Найти  $U_{12}$

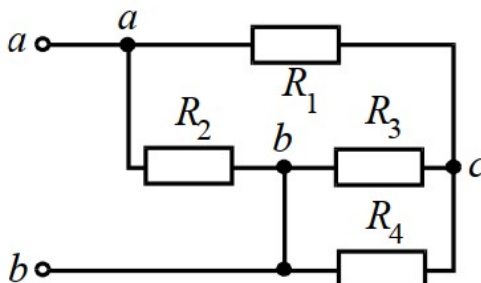
По результатам контрольной работы выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Отчет по ЛБ 1. Измерения и преобразования в электрических цепях

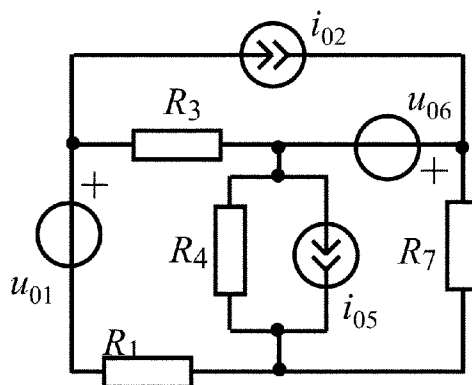
#### Задача 1.

Найти эквивалентное сопротивление цепи относительно указанных зажимов при  $R_1=10 \text{ Ом}$ ,  $R_2=R_3=R_4=20 \text{ Ом}$ .



#### Задача 2.

Провести топологический анализ электрической цепи и составить уравнения по законам Кирхгофа в общем виде.



**Контрольные вопросы:**

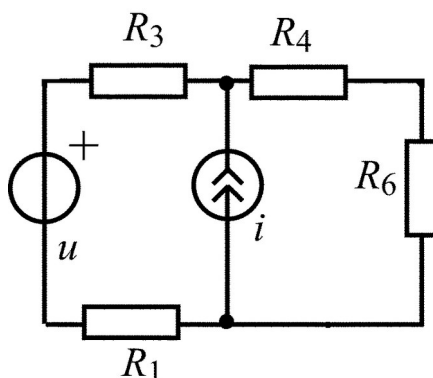
1. Стоячие волны в длинных линиях без потерь: условия возникновения; графики токов, напряжений и входных сопротивлений от длины линии.
1. Первичные и вторичные параметры длинной линии в режимах холостого хода (ХХ), короткого замыкания (КЗ) и реактивной нагрузок.
2. Длинная линия как четырехполюсник. Уравнения длинной линии в комплексном виде.
3. Расчет токов и напряжений в начале и конце длинной линии в исследуемых режимах.
4. Активная мощность в режимах стоячей волны.

**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Отчет по ЛБ 2. Анализ электрической цепи методом наложения**

Определить токи во всех ветвях схемы в общем виде, используя для решения метод наложения.



**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Отчет по ЛБ 3. Исследование неразветвлённых цепей синусоидального тока**

К источнику переменного тока с напряжением  $U$  подключены последовательно три приемника. Определить ток и напряжения на всех участках цепи, построить векторную диаграмму.

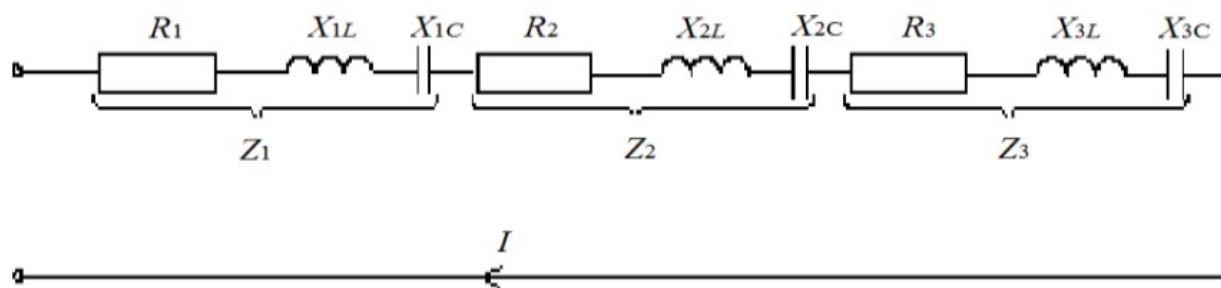


Рис.1. Схема с последовательным соединением приемников

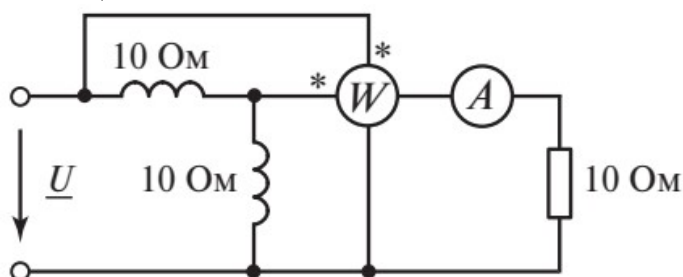
№ варианта	$U$ , В	$R_1$ , Ом	$X_{1L}$ , Ом	$X_{1C}$ , Ом	$R_2$ , Ом	$X_{2L}$ , Ом	$X_{2C}$ , Ом	$R_3$ , Ом	$X_{3L}$ , Ом	$X_{3C}$ , Ом
1	100	—	10	—	3	4	—	1	—	11
2	50	—	4	—	2	2	12	1	2	—

По результатам отчета лабораторной работы выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

#### Отчет по ЛБ 4. Исследование разветвлённых цепей синусоидального тока

Амперметр, включенный в цепи показывает 1 А. Найти показание ваттметра.



По результатам отчета лабораторной работы выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

#### Отчет по ЛБ 5. Исследование резонанса в цепях синусоидального тока

Контрольные вопросы:

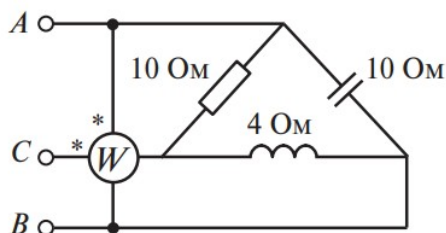
1. Что такое резонанс токов?
2. В какой цепи и при каких условиях возникает резонанс токов?
3. По какой формуле можно вычислить резонансную частоту реального контура?
4. От каких параметров цепи зависит резонансная частота?
5. Что называется добротностью и волновым сопротивлением контура?
6. Чему равны активная и реактивная мощности параллельной цепи при резонансе?
7. В идеальной параллельной LC цепи при резонансе ток в неразветвлённой части отсутствует. Чем это объясняется?
8. Чему равна собственная частота идеального контура?
9. Как влияет коэффициент мощности на величину общего тока I?

По результатам отчета лабораторной работы выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

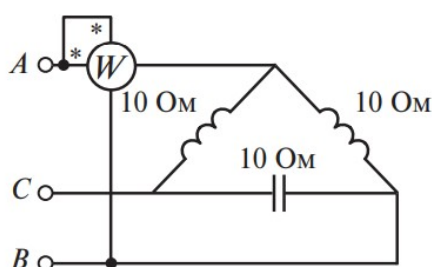
## Отчет по ЛБ 6. Исследование трёхфазных цепей

### Вариант 1.



$U_{\text{л}} = 100 \text{ В}$ . Найти показание ваттметра

### Вариант 2.



$U_{\text{л}} = 100 \text{ В}$ . Найти показание ваттметра

**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Расчетное задание «Расчёт электрических цепей (по вариантам)»

Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания.

#### Тема 1: Линейные электрические цепи постоянного тока

##### *I. Выполнить:*

Для электрической цепи (ЭЦ) согласно схеме, соответствующей номеру варианта и изображенной на рисунках 1-20, выполнить следующее:

1. Составить на основании законов Кирхгофа систему уравнений для расчета токов в ветвях ЭЦ.
2. Определить токи в ветвях ЭЦ, используя метод контурных токов.
3. Определить токи в ветвях ЭЦ, используя метод узловых потенциалов.
4. Результаты расчета свести в таблицу для сравнительной оценки.
5. Составить баланс мощностей в исходной схеме (схеме с источником тока).
6. Определить величину заданного по условию тока  $I_1$ , используя метод эквивалентного генератора.
7. Для любого контура или участка цепи, включающего два источника ЭДС, рассчитать потенциалы точек, свести результаты расчётов в таблицу и построить потенциальную диаграмму.

##### *II. Исходные данные для задания:*

Номер рисунка схемы ЭЦ, а также параметры её элементов для каждого варианта, приведены в таблице 1.

Вариант	Рисунок	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$J_1$	$J_2$	$J_3$
		Ом						В			А		
1	15	13	5	9	7	10	4	-	10	21	-	0	1
2	1	13	5	2	8	11	15	-	12	16	-	0	2

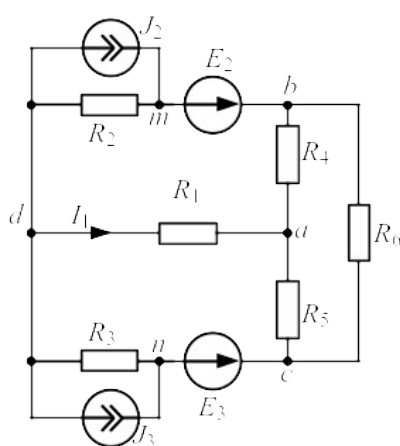


Рисунок 1

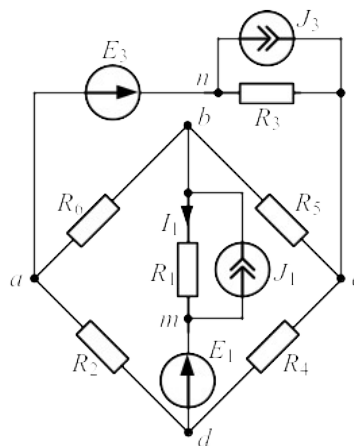


Рисунок 2

### III. Технология выполнения задания:

1. Источник тока, ток которого по условию задания равен нулю, на схемах не показывать и в расчётах не использовать;
2. Перед выполнением пунктов 2 и 3 рекомендуется преобразовать источник тока в источник ЭДС и вести расчет для эквивалентной схемы;
3. В пункте 6 при определении входного сопротивления двухполюсника следует выполнить преобразование включения резисторов: соединение треугольником в эквивалентное соединение звездой или наоборот.

Минимальный объем расчетного задания 7 страниц рукописного текста.

IV. Срок выполнения расчетного задания: одна учебная неделя (определяется преподавателем).

### V. Дополнительные сведения

- а) При выполнении работы следует использовать учебное пособие 5.
- в) Домашнее задание выполняется на компьютере в машинописной/рукописной форме.

### Тема 2: Линейные электрические цепи синусоидального тока

Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания.

#### I. Выполнить:

Для электрической схемы, соответствующей номеру варианта и изображенной на рисунках 1-20, выполнить следующее:

1. На основании законов Кирхгофа составить **в общем виде** систему уравнений для расчета токов в ветвях цепи, записав ее в двух формах:
  - а) в дифференциальной;
  - б) в символической.
2. Определить комплексы **действующих** значений токов в ветвях, воспользовавшись одним из методов расчета линейных электрических цепей.  
Привести выражения для мгновенных значений токов и графики их зависимости от  $\omega t$ .
3. Составить баланс мощностей источников и потребителей.
4. По результатам, полученным в п. 2, определить показание ваттметра двумя способами:



- а) с помощью выражения для комплексов тока и напряжения на ваттметре;  
 б) по формуле  $UI \cos \varphi$ .

С помощью векторной диаграммы тока и напряжения, на **которые реагирует ваттметр**, пояснить определение угла  $\varphi = \psi_u - \psi_i$ .

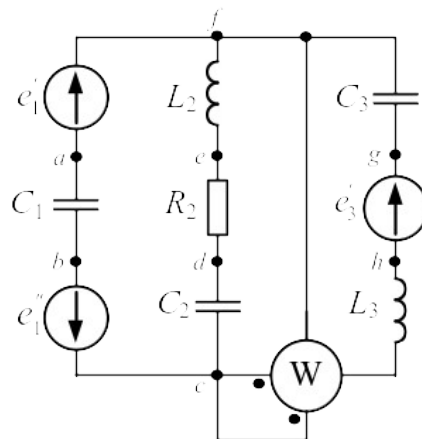
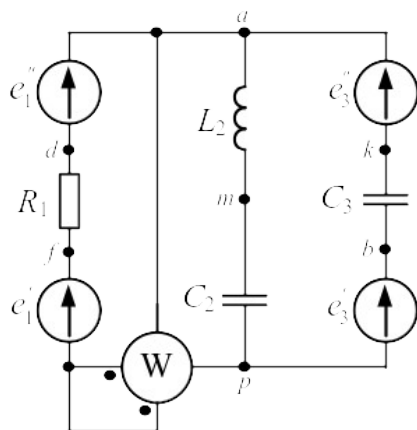
Привести выражения и графики для мгновенных значений тока и напряжения, на которые реагирует ваттметр

5. Построить топографическую диаграмму потенциалов точек электрической цепи, совмещенную с векторной диаграммой токов в её ветвях. При этом потенциал точки **a**, указанной на схеме, принять равным нулю.

## II. Исходные данные для задания:

Номер рисунка схемы ЭЦ, а также параметры её элементов для каждого варианта, приведены в таблице 1.

Вариант	Рисунок	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$f, \text{Гц}$
		мГн			мкФ			Ом			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	15	-	63,8	-	106	$\infty$	-	-	-	10	50
2	20	21,2	0	-	-	132,5	-	-	-	25	60
		$e''_1, \text{В}$		$e'_2, \text{В}$		$e''_2, \text{В}$		$e'_3, \text{В}$		$e''_3, \text{В}$	
		14		15		16		17		18	
		$63,5 \sin (\omega t-56^{\circ})$		$178 \cos (\omega t-90^{\circ})$		0		-		-	
		0		-		-		$84.6 \sin (\omega t-30^{\circ})$			



## III. Технология выполнения задания:

1. Ориентируясь на ранее принятые направления токов в ветвях одноимённые зажимы катушек индуктивности выбрать по своему усмотрению так, чтобы было их включение было встречным, и обозначить на схеме эти зажимы точками.

2. При отсутствии в заданной схеме второй катушки индуктивности необходимо ввести её дополнительно в одну из ветвей, не содержащую катушку индуктивности.

Минимальный объем расчетного задания 7 страниц рукописного текста.

IV. Срок выполнения расчетного задания: одна учебная неделя (определяется преподавателем).

## V. Дополнительные сведения

а) При выполнении работы следует использовать учебное пособие 6.

в) Домашнее задание выполняется на компьютере в машинописной/рукописной форме.

**По результатам расчетного задания выставляется:**

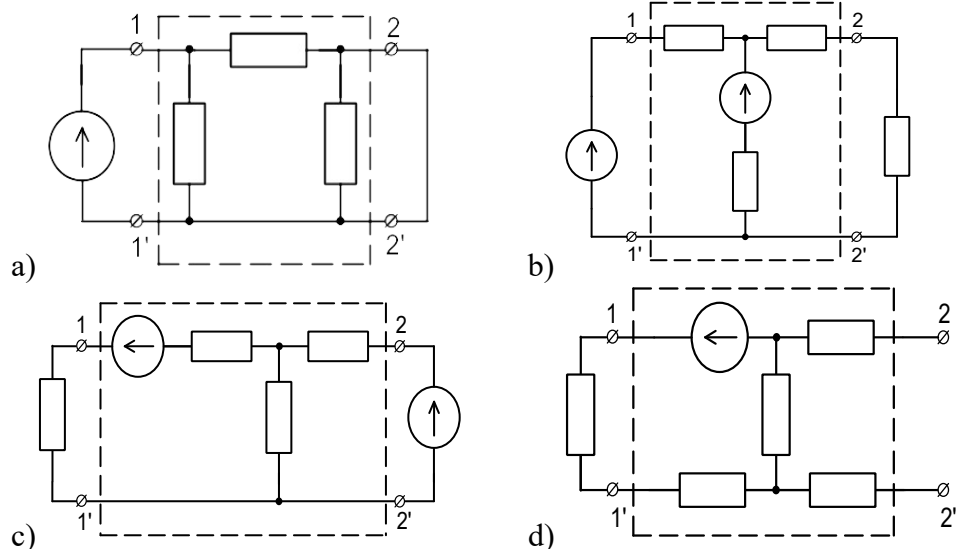
- 17 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 15...16 баллов, если правильно выполнено 71...89% заданий.
- 13...14 баллов, если правильно выполнено 50...70% заданий.

#### 4 семестр

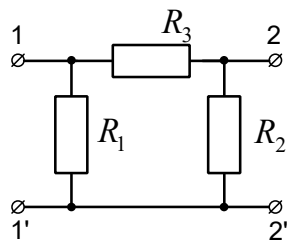
#### Тест №6 «Четырехполосники в линейном режиме»

- Четырёхполосником называется устройство, имеющее ...
  - два входных и два выходных зажима
  - четыре зажима
  - две пары зажимов, между которыми отсутствует электрическая и магнитная связь
  - четыре пары зажимов

- Пассивным является четырехполосник, изображенный на рисунке ...

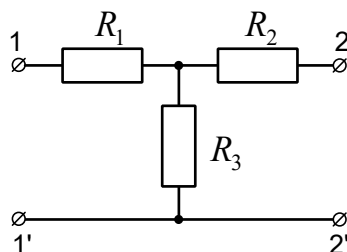


- Заданы параметры  $\Pi$ -образного четырехполосника  $R_1, R_2, R_3$ .



Четырёхполосник будет симметричным, если ....

- $R_1 = 15 \text{ Ом}, R_2 = 15 \text{ Ом}, R_3 = 30 \text{ Ом}$
  - $R_1 = 20 \text{ Ом}, R_2 = 40 \text{ Ом}, R_3 = 30 \text{ Ом}$
  - $R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 20 \text{ Ом}, R_3 = 10 \text{ Ом}$
  - $R_1 = 20 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 30 \text{ Ом}$
- Задан четырехполосник с параметрами  $R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 20 \text{ Ом}, R_3 = 40 \text{ Ом}$ .



Тогда входное сопротивление четырехполюсника со стороны входных зажимов в режиме холостого хода равно ...

- a) 50 Ом
- b) 30 Ом
- c) 40 Ом
- d) 60 Ом

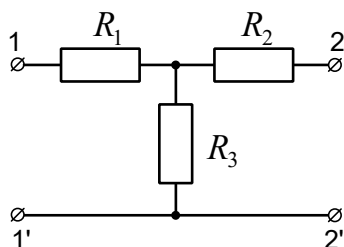
5. Из приведенных форм записи

А)  $\begin{cases} \dot{U}_1 = \underline{A}\dot{U}_2 + \underline{B}\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = \underline{C}\dot{U}_2 + \underline{D}\dot{I}_2 \end{cases}$  Б)  $\begin{cases} \dot{U}_1 = \underline{A}\dot{I}_2 + \underline{B}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_1 = \underline{C}\dot{I}_2 + \underline{D}\dot{U}_2 \end{cases}$  В)  $\begin{cases} \dot{U}_1 = \underline{A}\dot{I}_2 + \underline{B}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_1 = \underline{C}\dot{I}_2 + \underline{D}\dot{U}_2 \end{cases}$  Г)  $\begin{cases} \dot{U}_1 = \underline{A}\dot{I}_2 + \underline{B}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_1 = \underline{C}\dot{U}_2 + \underline{D}\dot{I}_2 \end{cases}$

А-формой записи уравнений четырехполюсника является ...

- a) А
- b) Б
- c) В
- d) Г

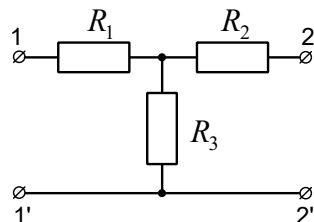
6. Если  $\underline{A}$ ,  $\underline{B}$ ,  $\underline{C}$  и  $\underline{D}$  – коэффициенты А-формы записи уравнений четырехполюсника, тогда для пассивного четырехполюсника



справедливо следующее соотношение ...

- a)  $\underline{AD} - \underline{BC} = 1$
- b)  $\underline{AC} + \underline{BD} = 1$
- c)  $\underline{AB} - \underline{CD} = 0$
- d)  $\underline{AB} + \underline{CD} = 0$

7. Если  $\underline{A}$ ,  $\underline{B}$ ,  $\underline{C}$  и  $\underline{D}$  – коэффициенты А-формы записи уравнений четырехполюсника, тогда для симметричного пассивного четырехполюсника



справедливо следующее соотношение ...

- a)  $\underline{A} = \underline{D}$
- b)  $\underline{A} = \underline{B}$
- c)  $\underline{C} = \underline{D}$
- d)  $\underline{B} = \underline{C}$

**По результатам теста выставляется:**

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### **Тест №7 «Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме»**

Тема: Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме

1. Скорость распространения тока вдоль линии определяется
  - 1) напряжением и током в начале линии;
  - 2) активными и реактивными сопротивлениями линии;
  - 3) параметрами генератора;
  - 4) скоростью света.
2. Однородную линию на электрической схеме замещения можно представить в виде
  - 1) каскадного соединения четырехполюсников с равномерным распределением параметров;
  - 2) последовательного соединения четырехполюсников с равномерным распределением параметров;
  - 3) параллельного соединения четырехполюсников с равномерным распределением параметров;
  - 4) одного четырехполюсника с равномерным распределением параметров.
3. Волновое сопротивление определяется
  - 1) параметрами генератора;
  - 2) напряжением и током падающей (прямой) волны;
  - 3) напряжением и током отраженной (обратной) волны;
  - 4) коэффициентом затухания и коэффициентом фазы.
4. Комплексное напряжение в любой точке длинной линии определяется
  - 1) суммой напряжений падающей (прямой) и отраженной (обратной) волны;
  - 2) разностью напряжений падающей (прямой) и отраженной (обратной) волны;
  - 3) входным напряжением и коэффициентом распространения;
  - 4) выходным напряжением и коэффициентом распространения.
5. Комплексный ток в любой точке длинной линии определяется
  - 1) суммой токов падающей (прямой) и отраженной (обратной) волны;
  - 2) разностью токов падающей (прямой) и отраженной (обратной) волны;
  - 3) входным током и коэффициентом распространения;
  - 4) выходным током и коэффициентом распространения.
6. Первичными параметрами однородной длинной линии называют
  - 1) токи и напряжения в начале линии;
  - 2) длину линии, частоту сети и параметры генератора;
  - 3) волновое сопротивление и сопротивление нагрузки;
  - 4) продольные и поперечные сопротивления линии.
7. Вторичными параметрами однородной длинной линии называют
  - 1) токи и напряжения в конце линии;
  - 2) длину линии, частоту сети и параметры генератора;
  - 3) волновое сопротивление и коэффициент распространения;
  - 4) продольные и поперечные сопротивления линии.

### **По результатам теста выставляется:**

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.

– 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Тест №8 «Электростатическое и магнитостатическое поле»

1. На больших расстояниях  $r$  от заряженного тела конечного объема потенциал пропорционален величине...  
А)  $1/r^2$   
Б)  $1/r$   
В)  $r$   
Г)  $\ln r$
2. Какое утверждение является правильным? Напряженность, определяемая по построенной картине электростатического поля, ...  
А) больше в ячейке с меньшими размерами  
Б) больше в ячейке с большими размерами  
В) одинакова в центре любой из ячеек.
3. Расстояние между электрическими осями расположенных параллельно друг другу в однородной среде разноименно заряженных цилиндров равно  $a$ . Расстояние между их геометрическими осями равно  $d$ . Каково соотношение между этими величинами?  
А)  $a=d$   
Б)  $a<d$   
В)  $a>d$ .
4. Можно ли определить емкость на единицу длины бесконечно длинных проводов двухпроводной линии при допущении, что они бесконечно тонкие?  
А) можно  
Б) можно, если провода подвешены над плоской поверхностью земли, потенциал  $U$  которой принят равным 0  
В) нельзя.
5. На границе раздела проводников с различными электропроводностями условие равенства нормальных составляющих вектора плотности тока эквивалентно условию...  
А)  $\gamma_1 \cdot E_{1n} = \gamma_2 \cdot E_{2n}$   
Б)  $\gamma_1 \cdot E_{1\tau} = \gamma_2 \cdot E_{2\tau}$   
В)  $E_{1n} = E_{2n}$   
Г)  
Д)  $U_1 = U_2$
6. Заземлитель выполнен из проводника с удельной электрической проводимостью  $\gamma_z$ . Удельная электрическая проводимость почвы  $\gamma_n$ . Поверхность заземляющего электрода можно считать эквипотенциальной при выполнении условия...  
А)  $\gamma_z = \gamma_n$   
Б)  $\gamma_z \gg \gamma_n$   
В)  $\gamma_z \ll \gamma_n$   
Г)  $\gamma_z \approx \gamma_n$
7. Векторный магнитный потенциал  $A = i \cdot C \cdot |y|$  поля не зависит от координат  $x$  и  $z$ . Этот потенциал описывает...  
А) однородное поле  
Б) поле, зависящее от координат  $x$  и  $z$   
В) поле, зависящее только от координат  $y$ .

**По результатам теста выставляется:**

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Тест №9 «Уравнения Лапласа и Пуассона. Переменное электромагнитное поле»**

1. Уравнения Максвелла в комплексной форме имеют вид...

- А)  $\text{rot } \dot{\mathbf{H}} = \mathbf{j} + i\omega\epsilon_0 \dot{\mathbf{E}}, \text{ rot } \dot{\mathbf{E}} = -i\omega\mu_0 \dot{\mathbf{H}}, \text{ div } \dot{\mathbf{H}} = 0, \text{ div } \dot{\mathbf{E}} = \frac{\dot{\rho}}{\epsilon\epsilon_0}.$   
Б)  $\dot{\mathbf{B}} = \mu\mu_0 \dot{\mathbf{H}}, \dot{\mathbf{D}} = \epsilon\epsilon_0 \dot{\mathbf{E}}, \mathbf{j} = \gamma \dot{\mathbf{E}}.$   
В)  $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}, \text{ div } \mathbf{D} = \rho, \text{ rot } \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \text{ div } \mathbf{B} = 0.$   
Г)  $\text{rot } \mathbf{E} = 0, \text{ div } \mathbf{D} = \rho, \mathbf{D} = \epsilon\epsilon_0 \mathbf{E}$

2. Размерность вектора Пойнтинга равна...

- А) Дж/м<sup>2</sup>  
Б) Дж/(м<sup>2</sup>·с)  
В) Дж/(м<sup>3</sup>·с)  
Г) Вт/(м<sup>2</sup>·с)

3. Волновое сопротивление среды выражается формулой...

- А)  $\sqrt{\frac{\mu\mu_0}{\epsilon\epsilon_0}}$   
Б)  $\frac{1}{\sqrt{\mu\mu_0\epsilon\epsilon_0}}$   
В)  $\frac{1}{f\sqrt{\mu\mu_0\epsilon\epsilon_0}}$   
Г)  $\frac{f}{\sqrt{\mu\mu_0\epsilon\epsilon_0}}$

4. Напряженность электрического поля плоской электромагнитной волны в диэлектрике задана выражением  $E(z,t) = \mathbf{j} \cdot 10 \cos(10^5 t + 30z)$ . Волна распространяется...

- А) в направлении оси z  
Б) в направлении, противоположном оси z  
В) в направлении, перпендикулярном оси z.  
С) в произвольном направлении.

5. Решение уравнения  $\frac{\partial^2 E_x}{\partial z^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 E_x}{\partial t^2}$  относительно напряженности электрического поля

плоской электромагнитной волны в диэлектрике содержит две составляющие

$E_x = F_1\left(t - \frac{z}{v}\right) + F_2\left(t + \frac{z}{v}\right)$ . Вторая составляющая обращается в нуль, если в направлении возрастания координаты z...

- А) среда однородна и безгранична  
Б) среда неоднородна

6. Формула  $-\oint_S \tilde{\mathbf{D}} dS = P + iQ$ , где  $P = \int_V [(\gamma + \omega\epsilon_0\epsilon'')E^2 + \omega\mu_0\mu''H^2]dV$ ,  
 $Q = \omega \int_V (\mu_0\mu' H^2 - \epsilon_0\epsilon' E^2)dV$ , выражает...

- А) теорему Пойнтинга в комплексной форме
- Б) теорему Гаусса
- В) уравнение непрерывности
- Г) закон полного тока

7. Уравнение  $\dot{P} + i\omega\tau\dot{P} = \varepsilon_0\chi\dot{E}$  описывает...

- А) поведение диэлектрика в переменном электрическом поле
- Б) поведение диэлектрика при резком включении электрического поля
- В) поведение магнетика в переменном магнитном поле
- Г) поведение магнетика при резком включении магнитного поля

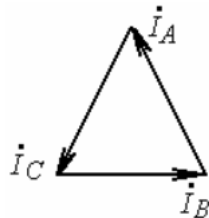
**По результатам теста выставляется:**

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Контрольная работа №6: «Метод симметричных составляющих»

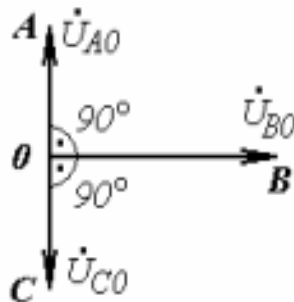
Вариант 1:

Разложить на симметричные составляющие несимметричные системы векторов, если  $I_A = I_B = I_C = 50$  А. Задачу решить аналитически и графически.



Вариант 2:

Разложить на симметричные составляющие несимметричные системы векторов  $U_{B0} = 173$  В;  $U_{A0} = U_{C0} = 100$  В. Задачу решить аналитически и графически.



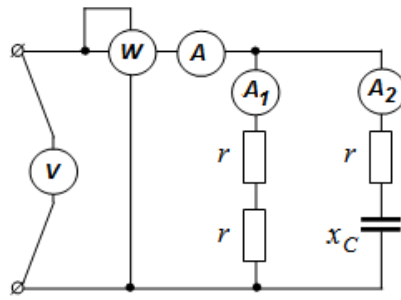
**По результатам контрольной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Контрольная работа №7: «Линейные цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами»

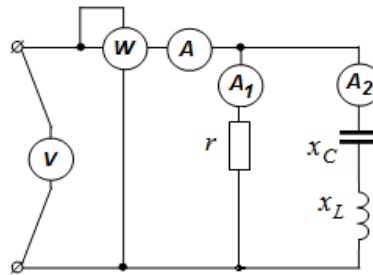
Вариант 1:

В линейной электрической цепи, питаемой от несинусоидального источника напряжения, определить показания приборов, включенных в цепь, записать закон изменения тока в ветви источника  $i(t)$ . Напряжения источника  $u(t)$  задано постоянной составляющей  $U_0 = 10$  В; первой гармоникой  $u_1(t) = 60\sin\omega t$ ; третьей гармоникой  $u_3(t) = 10\sin 3\omega t$ . Параметры цепи для первой гармоники:  $R = 4$  Ом;  $X_C = 9$  Ом.



**Вариант 2:**

В линейной электрической цепи, питаемой от несинусоидального источника напряжения, определить показания приборов, включенных в цепь, записать закон изменения тока в ветви источника  $i(t)$ . Напряжения источника  $u(t)$  задано постоянной составляющей  $U_0 = 30$  В; первой гармоникой  $u_1(t) = 90 \sin \omega t$ ; третьей гармоникой  $u_3(t) = 30 \sin 3\omega t$ . Параметры цепи для первой гармоники:  $R = 5$  Ом;  $X_L = 3$  Ом;  $X_C = 9$  Ом.



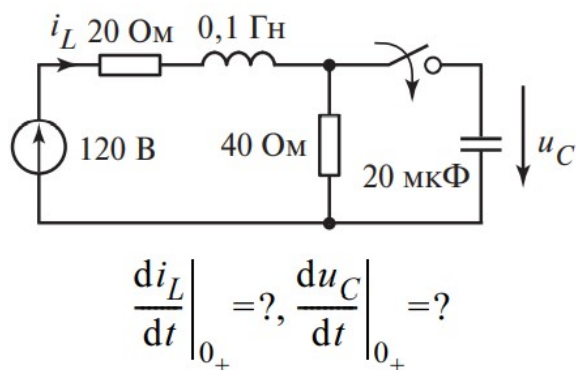
**По результатам контрольной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Контрольная работа №8: «Расчет переходных процессов в цепях второго порядка классическим методом»**

**Вариант 1:**

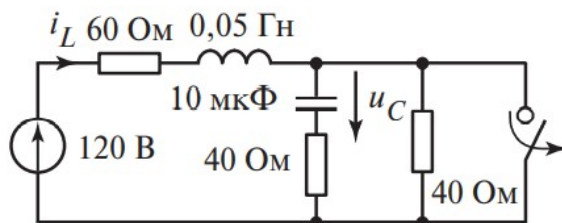
Определить указанные в задании величины классическим методом.



**Вариант 2:**

Определить указанные в задании величины классическим методом.





$$\left. \frac{di_L}{dt} \right|_{0_+} = ?, \quad \left. \frac{du_C}{dt} \right|_{0_+} = ?$$

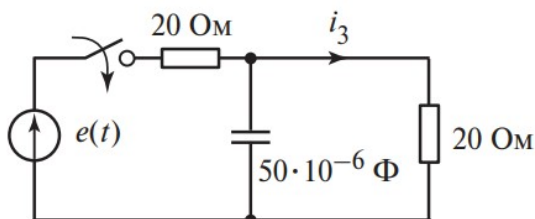
**По результатам контрольной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Контрольная работа №9: «Расчет переходных процессов в цепях первого порядка операторным методом»**

Вариант 1:

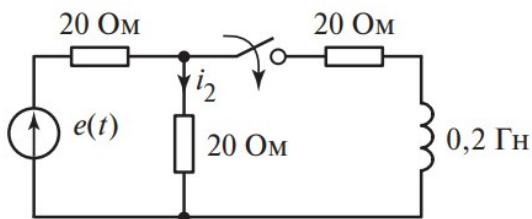
Определить закон изменения указанного параметра в цепи операторным методом. Переход к оригиналу функции осуществить по теореме разложения. Качественно построить график полученной функции.



$$e(t) = 120 \sin(1000t - 30^\circ) \text{ В}, \quad i_3(t) = ?$$

Вариант 2:

Определить закон изменения указанного параметра в цепи операторным методом. Переход к оригиналу функции осуществить по теореме разложения. Качественно построить график полученной функции.

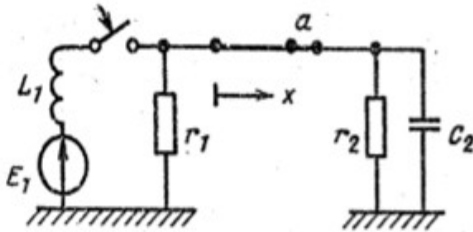


$$e(t) = 120 \sin(100t + 45^\circ) \text{ В}, \quad i_2(t) = ?$$

**По результатам контрольной работы выставляется:**

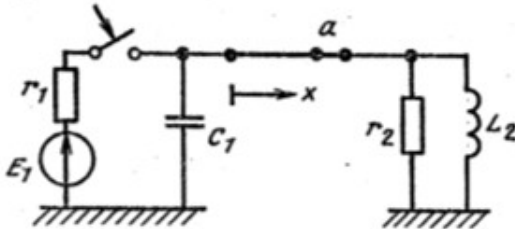
- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Контрольная работа №10: «Расчет переходных процессов в цепях с распределенными параметрами»**



### Вариант 1

Длинная линия без потерь имеет параметры:  $Z_B=320$  Ом;  $l=400$  км;  $R_1=305$  Ом;  $L_1=1,2$  Гн;  $R_2=340$  Ом;  $C_2=5 \cdot 10^{-6}$  Ф;  $E=1$  кВ. Определить напряжение и ток падающей и отраженной волн, а также напряжение и ток в нагрузке классическим методом.



### Вариант 2

Длинная линия без потерь имеет параметры:  $Z_B=270$  Ом;  $l=1800$  км;  $R_1=260$  Ом;  $C_1=24$  мкФ;  $R_2=280$  Ом;  $L_2=0,75$  Гн;  $E=1$  кВ. Определить напряжение и ток падающей и отраженной волн, а также напряжение и ток в нагрузке классическим методом.

**По результатам контрольной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Отчет по ЛБ 7. Исследование симметричных составляющих несимметричной системы токов**

### Вариант 1

Для трехфазной четырехпроводной электрической цепи с параметрами

$U_\phi = 127$  В,  $Z_a = R_1 + jX_{L1}$  Ом,  $Z_b = R_2$  Ом,  $Z_c = R_3 - jX_{C2}$  Ом следует выполнить следующее:

1. Определить несимметричную систему фазных токов, построить их векторную диаграмму.
2. Аналитически разложить полученную систему токов на симметричные составляющие.
3. Графически получить из симметричных составляющих исходную несимметричную систему – проверка решения.

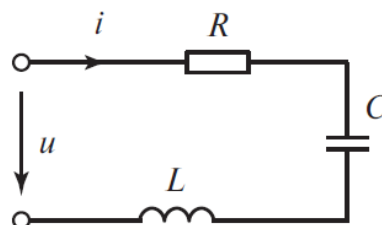
**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Отчет по ЛБ 8. Исследование несинусоидальных напряжений и токов в электрических цепях**

### Вариант 1

1. Определить показания амперметра магнитоэлектрической системы с выпрямителем, включенного в цепь, по которой протекает несинусоидальный ток  $i=4+4,23 \sin(\omega t+20^\circ)$  А.
- 2.



$$R = 5 \text{ Ом}, \omega L = 10 \text{ Ом}, 1/\omega C = 10 \text{ Ом},$$

$$u = 150 \sin \omega t + 60 \sin 2\omega t \text{ В.}$$

Найти  $i(t)$ ,  $I$

### Вариант 2

1. К катушке приложено несинусоидальное напряжение. Определить индуктивное

сопротивление, которое оказывает катушка третьей гармонике тока, если ее индуктивность  $L=0,0318$  Гн, а частота первой гармоники  $f_1=50$  Гц.

2. К катушке индуктивности приложено несинусоидальное напряжение  $u=10+28,2\sin(500t)$  В. Показания амперметров: магнитоэлектрической системы 1 А, электромагнитной системы 1,41 А. Записать уравнение мгновенного значения тока, а также активное сопротивление и индуктивность катушки. Определить коэффициенты искажений, амплитуды и формы.

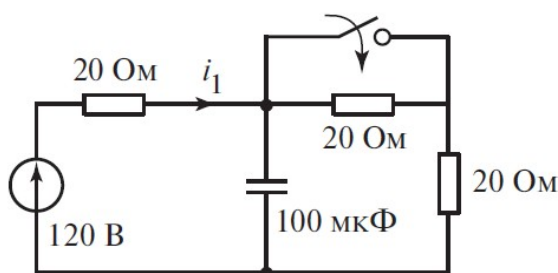
**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 1 балл, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Отчет по ЛБ 9. Исследование аperiodического разряда конденсатора

#### Вариант 1

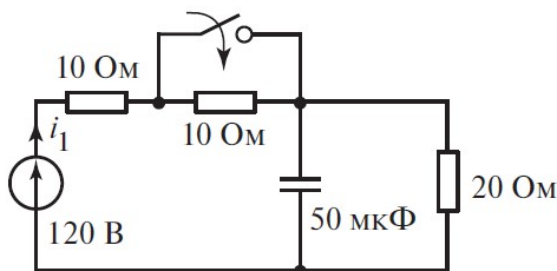
Рассчитать переходный процесс в цепи относительно указанного параметра (тока или напряжения). Значения параметров элементов схемы приведены на схеме рядом с каждым элементом цепи.



$$i_1(t) = ?$$

#### Вариант 2

Рассчитать переходный процесс в цепи относительно указанного параметра (тока или напряжения). Значения параметров элементов схемы приведены на схеме рядом с каждым элементом цепи.



$$i_1(t) = ?$$

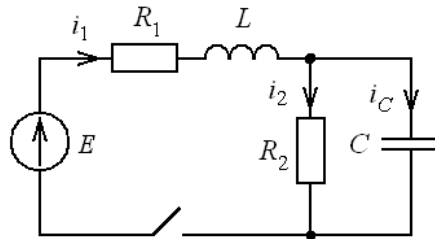
**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Отчет по ЛБ 10. Исследование колебательного разряда конденсатора

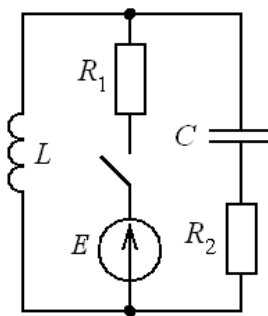
#### Вариант 1

1. Определить корни характеристического уравнения для цепи, представленной на рис., если известны параметры схемы:  $R_1=10\text{ Ом}$ ,  $R_2=100\text{ Ом}$ ,  $L=5\text{ мГн}$ ,  $C=0,5\text{ мкФ}$ ,  $E=15\text{ В}$ . Определить независимые начальные условия и установившиеся значения тока через индуктивность и напряжения на конденсаторе.



#### Вариант 2

1. Определить корни характеристического уравнения для цепи, представленной на рис., если известны параметры схемы:  $R_1=R_2=1\text{ кОм}$ ,  $L=1\text{ Гн}$ ,  $C=1\text{ мкФ}$ ,  $E=100\text{ В}$ . Определить независимые начальные условия и установившиеся значения тока через индуктивность и напряжения на конденсаторе.



**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

### Отчет по ЛБ 11. Исследование пассивных четырехполюсников

#### Вариант 1

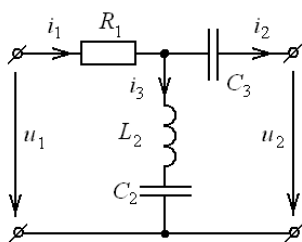


Рис.1

Пассивный четырехполюсник (рис.1) имеет следующие параметры элементов:  $R_1=17\text{ Ом}$ ;  $L_2=1,74\text{ мГн}$ ,  $C_2=10,6\text{ мкФ}$ ,  $C_3=4,02\text{ мкФ}$  при частоте сети 1100 Гц.

Необходимо: Составить уравнения четырехполюсника в А-форме. Определить числовые значения параметров четырехполюсника. Проверить полученные значения с помощью основного уравнения для коэффициентов четырехполюсника.

#### Вариант 2

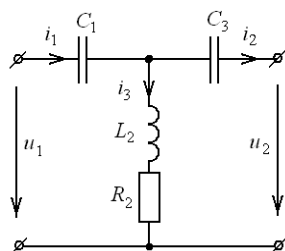


Рис.1

Пассивный четырехполюсник (рис.1) имеет следующие параметры элементов:  $R_2=25\text{ Ом}$ ;  $L_2=50\text{ мГн}$ ,  $C_1=1\text{ мкФ}$ ,  $C_3=0,4\text{ мкФ}$  при частоте сети 800 Гц.

Необходимо: Составить уравнения четырехполюсника в А-форме. Определить числовые значения параметров четырехполюсника. Проверить полученные значения с помощью основного уравнения для коэффициентов четырехполюсника.

**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Отчет по ЛБ 12. Режимы работы длинной линии без потерь. Стоячие волны**

Контрольные вопросы:

5. Стоячие волны в длинных линиях без потерь: условия возникновения; графики токов, напряжений и входных сопротивлений от длины линии.
6. Первичные и вторичные параметры длинной линии в режимах холостого хода (ХХ), короткого замыкания (КЗ) и реактивной нагрузок.
7. Длинная линия как четырехполюсник. Уравнения длинной линии в комплексном виде.
8. Расчет токов и напряжений в начале и конце длинной линии в исследуемых режимах.
9. Активная мощность в режимах стоячей волны.

**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Отчет по ЛБ 13. Режимы работы длинной линии с потерями. Прямые и обратные волны**

Контрольные вопросы:

1. Область применения понятия «цепи с распределенными параметрами». Однородная линия.
2. Первичные и вторичные параметры длинной линии: коэффициенты распространения, затухания, фазы; волновое сопротивление, фазовая скорость, длина волны.
3. Коэффициенты отражения, бегущей волны, стоячей волны.
4. Уравнения длинной линии в комплексном виде.
5. Длинная линия как четырехполюсник. Уравнения линии в гиперболических функциях.
6. Неискажающая линия. Бегущие волны: прямая и обратная волна.
7. Линия без потерь при согласованной и активной нагрузке: основные параметры и уравнения.

**По результатам отчета лабораторной работы выставляется:**

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 50...79% заданий.

**Расчетное задание: «Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях»**

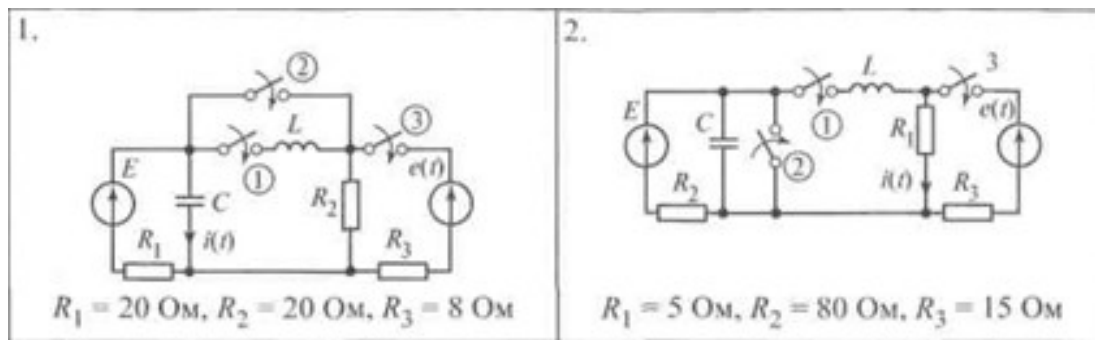
Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания.

**I. Выполнить:**

Рассчитать классическим и операторным методом ток  $i(t)$  на трех этапах, соответствующих последовательному замыканию (или размыканию) трех ключей. Построить график зависимости тока  $i(t)$  для трех этапов. Для первой и второй коммутаций воспользоваться операторным методом для полных составляющих тока, а для третьей коммутации применить операторный метод для свободной составляющей тока.

**II. Исходные данные для задания:**

Цепь содержит источники постоянного напряжения  $E=10$  В и тока  $J=0,4$  А, а также источники гармонического напряжения  $e(t)=10\sin(\omega t+30^\circ)$  и тока  $j(t)=0,4\sin(\omega t+60^\circ)$  с угловой частотой  $\omega=1000$  рад/с. Для всех схем  $L=20$  мГн;  $C=100$  мкФ, а значения сопротивлений указаны на схеме.



### III. Технология выполнения задания:

1. Для каждой коммутации сначала выполняется расчет классическим методом, а затем операторным. При совпадении результатов расчета обоими методами приступить к расчету следующей коммутации.
  2. Ключи замыкаются (размыкаются) поочередно в соответствии с указанными на схеме номерами через интервал  $t_k = 1/|p|$ , где  $p$  – меньший по модулю (или единственный) корень характеристического уравнения. При возникновении колебательного процесса  $t_k = T/6$ , где  $T$  – период собственных колебаний.
  3. Построить совмещенный график изменения найденной величины для трех этапов рассчитанной в п.2 длительности.
- Минимальный объем расчетного задания 7 страниц печатного текста шрифт 14 Times New Roman, интервал 1,5.

IV. Срок выполнения расчетного задания: одна учебная неделя цикла.

### V. Дополнительные сведения

- а) При выполнении работы следует использовать учебное пособие 5.
- в) Домашнее задание выполняется на компьютере в машинописной/рукописной форме.

### По результатам расчетного задания выставляется:

- 17 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 15...16 баллов, если правильно выполнено 71...89% заданий.
- 13...14 баллов, если правильно выполнено 50...70% заданий.

### Б) Для промежуточной аттестации:

#### 3 семестр

#### Экзамен

Проводится в письменной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен:

- 1 Электрическая цепь: определение, элементы электрических цепей, изображение электрических цепей. Параметры электрической цепи и её элементов. Виды электрических цепей. Магнитное поле и его параметры.
- 2 Источники питания электрических цепей. Параметры реального источника питания. Идеальный источник ЭДС и идеальный источник тока. Схемы замещения реального источника электрической энергии идеальным источником ЭДС и источником тока. Магнитное поле проводника и катушки с током.
- 3 Топология электрических цепей. Определение ветви, узла и контура. Напряжение на участке цепи и закон Ома для участка цепи. Потенциальная диаграмма. Магнитное поле в

- ферромагнитном материале
- 4 Первый и второй законы Кирхгофа. Алгоритм расчёта сложных цепей непосредственным применением законов Кирхгофа. Энергетический баланс в электрических цепях.
  - 5 Законы магнитных цепей и методы расчёта магнитных цепей на постоянном токе
  - 6 Индукция ЭДС: самоиндукция и взаимная индукция. Магнитно-связанные катушки индуктивности
  - 7 Методы расчёта электрических цепей с одним источником энергии: метод пропорциональных величин (метод подобия) и метод свёртывания.
  - 8 Алгоритм расчёта электрических цепей методом контурных токов. Энергетический баланс в электрических цепях.
  - 9 Расчёт электрических цепей методом двух узлов. Принцип и метод наложения
  - 10 Алгоритм расчёта электрических цепей методом узловых потенциалов. Принцип и метод наложения
  - 11 Теорема компенсации. Активный двухполюсник. Расчёт цепей методом эквивалентного генератора, а также методом холостого хода и короткого замыкания.
  - 12 Условия передачи энергии от активного двухполюсника нагрузке. Передача электрической энергии по линиям.
  - 13 Синусоидальный ток и основные характеризующие его величины. Действующие и средние параметры электрической цепи. Коэффициенты амплитуды и фазы. Мгновенная мощность.
  - 14 Изображение синусоидального тока, напряжения и ЭДС векторами и комплексами значений. Векторные диаграммы.
  - 15 Резистивные и ёмкостные элементы в цепях синусоидального тока. Сопротивление элементов цепей синусоидального тока, фазовые соотношения между током и напряжением и мгновенная потребляемая мощность этих элементов.
  - 16 Резистивные и индуктивные элементы в цепях синусоидального тока. Сопротивление элементов цепей синусоидального тока, фазовые соотношения между током и напряжением и мгновенная потребляемая мощность этих элементов.
  - 17 Ёмкостные и индуктивные элементы в цепях синусоидального тока. Сопротивление элементов цепей синусоидального тока, фазовые соотношения между током и напряжением и мгновенная потребляемая мощность этих элементов.
  - 18 Символический метод расчёта цепей синусоидального тока. Законы Кирхгофа в символической форме записи.
  - 19 Комплексное сопротивление и комплексная проводимость ветви цепи синусоидального тока. Треугольник сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Топографическая диаграмма напряжений.
  - 20 Активная, реактивная и полная мощность. Треугольник мощностей. Выражение мощности в комплексной форме записи. Измерение мощности ваттметром.
  - 21 Двухполюсник в цепях синусоидального тока. Условия резонанса. Резонанс напряжений. Компенсация сдвига фаз.
  - 22 Двухполюсник в цепях синусоидального тока. Условия резонанса. Резонанс токов. Компенсация сдвига фаз.
  - 23 Резонансные кривые реактивных двухполюсников.
  - 24 Магнитное поле катушки с синусоидальным током. Получение вращающегося магнитного поля
  - 25 Магнитно-связанные катушки индуктивности. Расчёт цепей с магнитно-связанными катушками индуктивности.
  - 26 Трансформаторы. Основные соотношения и векторная диаграмма идеального трансформатора.
  - 27 Трёхфазные цепи синусоидального тока: трёхфазная система ЭДС, графики её мгновенных значений, комплексы и векторная диаграмма комплексов её действующих значений. Последовательность фаз
  - 28 Трёхфазные цепи синусоидального тока: трёхфазная цепь, фаза трёхфазной цепи, соединение источников и потребителей в трёхфазных цепях. Соотношения между

- линейными фазовыми величинами в трёхфазных цепях
- 29 Трёхфазные цепи синусоидального тока: Соединение звезда – звезда с нулевым (нейтральным) проводом. Основные соотношения между напряжением и током при симметричной и несимметричной нагрузке. Векторные диаграммы при различных видах нагрузки.
  - 30 Трёхфазные цепи синусоидального тока: Соединение звезда – звезда без нулевого (нейтрального) провода. Основные соотношения между напряжением и током при симметричной и несимметричной нагрузке. Векторные диаграммы при различных видах нагрузки.
  - 31 Трёхфазные цепи синусоидального тока: Соединение трёхфазной нагрузки треугольником. Основные соотношения между напряжением и током при симметричной и несимметричной нагрузке. Векторные диаграммы при различных видах нагрузки.
  - 32 Мощность в цепях трёхфазного тока. Определение мощности через фазные и линейные параметры трёхфазных цепей
  - 33 Нелинейные элементы. Нелинейные резисторы: управляемые и неуправляемые нелинейные резисторы – семейство вольтамперных характеристик. Расчёт цепей при последовательном соединении нелинейных резисторов.
  - 34 Нелинейные элементы. Нелинейные резисторы: управляемые и неуправляемые нелинейные резисторы – семейство вольтамперных характеристик. Расчёт цепей при параллельном и смешанном соединении нелинейных резисторов.

#### Примерный перечень экзаменационных задач

##### Задача 1

Для мостовой цепи получения напряжения, сдвинутого по фазе на  $\pi/2$ , согласно приведённой схеме, дано напряжение питания  $\dot{U} = \dot{U}_{cd}$  и сопротивления в плечах моста  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$ .



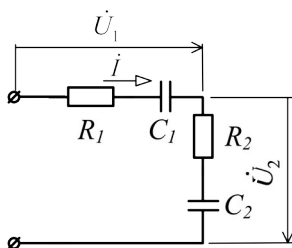
Записать выражения для определения токов цепи и напряжения в диагонали моста.

Определить токи цепи и напряжение в диагонали моста для следующих значений элементов схемы:  $\dot{U} = 100 \text{ В}$ ;  $Z_1 = Z_2 = 10 \text{ Ом}$ ;  $Z_3 = j10 \text{ Ом}$ ;  $Z_4 = -j10 \text{ Ом}$ .

Нарисовать схему моста для заданных элементов.

Построить векторную диаграмму токов цепи и топографическую диаграмму напряжений.

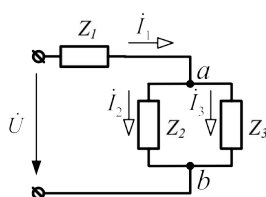
##### Задача 2



К цепи, согласно приведённой схеме, напряжение  $U_1$  на участке  $R_1, C_1$  равно 24 В. Значения элементов цепи:  $R_1 = 30 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 40 \text{ Ом}$ ,  $C_1 = 5 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 1 \text{ мкФ}$ . Угловая частота  $\omega = 5000 \text{ сек}^{-1}$ .

Чему равно напряжение, приложенное к цепи?

##### Задача 3

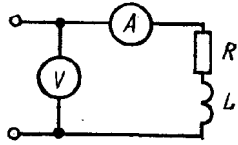


В цепи, согласно приведённой схеме, приложенное напряжение  $U_1 = 120 \text{ В}$ . Значения элементов цепи:  $Z_1 = R_1 + jX_1 = (10 + j6) \text{ Ом}$ ,  $Z_2 = R_2 - jX_2 = (24 - j7) \text{ Ом}$ ,  $Z_3 = R_3 + jX_3 = (15 + j20) \text{ Ом}$ .

Определить токи ветвей, активные и реактивные мощности ветвей и всей цепи. Построить векторную диаграмму.



#### Задача 4



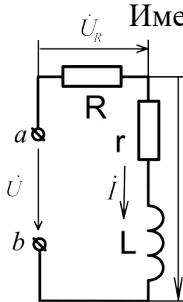
Для определения параметров катушки: её омического сопротивления  $R$  и индуктивности  $L$ , выполнены два измерения подводимого напряжения и тока в катушке при:

-  $f_1 = 0$  Гц,  $U_1 = 100$  В,  $I_1 = 1$  А;

-  $f_2 = 500$  Гц,  $U_2 = 100$  В,  $I_2 = 0,5$  А.

Рассчитать значения  $R$ ,  $L$  и показание амперметра при  $f_3 = 1000$  Гц и  $U_3 = 100$  В.

#### Задача 5



Имеется цепь из последовательно соединённого резистора  $R = 20$  Ом и катушки с омическим сопротивлением  $r = 6,7$  Ом и индуктивностью  $L = 42,7$  мГн.

Определить ток, проходящий в цепи, разность фаз между током и напряжением, напряжения на резисторе  $U_R$  и катушке  $U_L$ , а также сдвиг фаз между напряжением источника и напряжением на катушке, если действующее напряжение источника  $U = 220$  В. Частота переменного тока  $f = 50$  Гц.

Вычислить активную, реактивную и полную мощность катушки. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

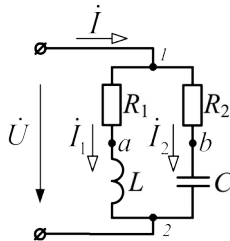
#### Задача 6

К цепи, состоящей из последовательно соединённого резистора  $R = 3$  Ом и катушки с индуктивностью  $L = 8$  мГн и конденсатора ёмкостью  $C = 15$  мкФ, подключено напряжение  $U = 20$  В частотой  $f = 500$  Гц.

Определить ток и напряжение на каждом элементе цепи, а также мощность, расходуемую в цепи.

Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

#### Задача 7

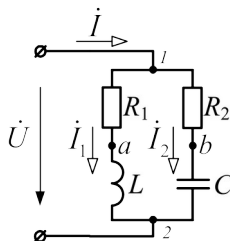


К цепи, состоящей из двух параллельных ветвей, сопротивления которых  $R_1 = 8$  Ом,  $X_L = 6$  Ом и  $R_2 = 12$  Ом,  $X_C = 5$  Ом, присоединены к источнику напряжения  $U = 130$  В.

Определить токи в ветвях  $I_1$ ,  $I_2$  и общий ток цепи  $I$ .

Построить совмещённо векторную и топографическую диаграммы. Вычислить активные и реактивные мощности каждой ветви и всей цепи.

#### Задача 8

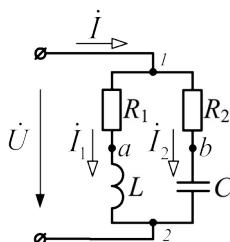


К цепи, состоящей из двух параллельных ветвей, сопротивления которых  $R_1 = 8$  Ом,  $X_L = 6$  Ом и  $R_2 = 12$  Ом,  $X_C = 5$  Ом, присоединены к источнику напряжения  $U = 130$  В.

Определить токи в ветвях  $I_1$ ,  $I_2$  и общий ток цепи  $I$ .

Построить совмещённо векторную и топографическую диаграммы. Вычислить полные мощности каждой ветви и всей цепи

#### Задача 9

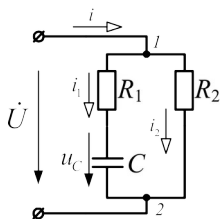


К цепи, состоящей из двух параллельных ветвей, сопротивления которых  $R_1 = 8$  Ом,  $X_L = 6$  Ом и  $R_2 = 12$  Ом,  $X_C = 5$  Ом, присоединены к источнику напряжения  $U = 130$  В.

Определить токи в ветвях  $I_1$ ,  $I_2$  и общий ток цепи  $I$ .

Построить совмещённо векторную и топографическую диаграммы. Найти напряжение между точками  $a$  и  $b$ .

### Задача 10



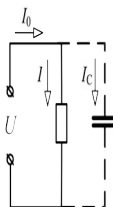
В цепи напряжение на конденсаторе  $U_C = 192$  В, а сопротивления элементов цепи равны  $R_1 = 28$  Ом,  $R_2 = 50$  Ом и  $X_C = 96$  Ом.

Какое напряжение приложено к цепи?

Вычислить токи в ветвях  $I_1$ ,  $I_2$  и общий ток цепи  $I$ . Записать уравнения для мгновенных значений токов и напряжения, приложенного к цепи, если  $u_C = 192\sqrt{2} \sin \omega t$  В.

Построить векторную диаграмму цепи.

### Задача 11



Приёмник электрической энергии потребляет мощность  $P = 2$  кВт при напряжении  $U = 220$  В и  $\cos \varphi = 0,65$  (индуктивный). Частота переменного тока  $f = 50$  Гц. Для повышения мощности до 0,9 (индуктивный) устанавливается батарея конденсаторов.

Используя векторную диаграмму найти ёмкость батареи конденсаторов и её реактивную мощность.

### По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки.

## 4 семестр

### Экзамен

Проводится в письменной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

- 1) Теоретические основы метода симметричных составляющих.
- 2) Расчет режима симметричной трехфазной цепи при несимметричном напряжении.
- 3) Расчет токов коротких замыканий в энергосистеме методом симметричных составляющих.
- 4) Переходные процессы в электрических цепях: основные определения; законы коммутации; методы решения.
- 5) Классический метод решения переходных процессов: этапы решения, алгоритм расчета.
- 6) Классический метод решения переходных процессов: определение начальных условий при различных видах источников.
- 7) Классический метод решения переходных процессов: определение установившейся составляющей при различных видах источников.
- 8) Классический метод решения переходных процессов: способы составления характеристического уравнения.

- 9) Классический метод решения переходных процессов: определение постоянных интегрирования в цепях первого и второго порядков.
- 10) Классический метод решения переходных процессов: включение цепи R-L на постоянное напряжение.
- 11) Классический метод решения переходных процессов: включение цепи R-L на синусоидальное напряжение.
- 12) Классический метод решения переходных процессов: включение цепи R-C на постоянное напряжение.
- 13) Классический метод решения переходных процессов: включение цепи R-C на синусоидальное напряжение.
- 14) Анализ переходных процессов в цепи R-L-C при вещественных неравных корнях характеристического уравнения.
- 15) Анализ переходных процессов в цепи R-L-C при вещественных равных корнях характеристического уравнения.
- 16) Анализ переходных процессов в цепи R-L-C при комплексно-сопряженных корнях характеристического уравнения.
- 17) Операторный метод решения переходных процессов: прямое преобразование Лапласа, алгоритм расчета.
- 18) Операторный метод решения переходных процессов: изображение основных функций времени.
- 19) Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.
- 20) Операторный метод решения переходных процессов: способы составления операторных уравнений, алгоритм расчета операторным методом.
- 21) Переход от изображения к оригиналу. Формула разложения: порядок применения.
- 22) Переход от изображения к оригиналу. Замечания к формуле разложения.
- 23) Обобщенные законы коммутации.
- 24) Основные уравнения четырехполюсника в A-форме; уравнение связи между коэффициентами четырехполюсника.
- 25) Уравнения четырехполюсника в Z, Y, H, G –формах; соотношения между коэффициентами различных форм.
- 26) T- и П-образные схемы замещения четырехполюсников. Вывод сопротивлений T- и П-образных схем замещения через коэффициенты формы A.
- 27) Определение коэффициентов четырехполюсников: 1 расчетный метод и экспериментальный путь.
- 28) Определение коэффициентов четырехполюсников: 2 расчетный метод и экспериментальный путь.
- 29) Характеристические параметры четырехполюсников.
- 30) Определение коэффициентов четырехполюсников через его характеристические параметры для симметричного и несимметричного четырехполюсников.
- 31) Определение характеристических параметров четырехполюсников через его сопротивления холостого хода и короткого замыкания для симметричного и несимметричного четырехполюсников.
- 32) Определение входных сопротивлений четырехполюсников через его сопротивления холостого хода и короткого замыкания и характеристических параметры для симметричного и несимметричного четырехполюсников.
- 33) Способы соединения четырехполюсников: каскадное.
- 34) Способы соединения четырехполюсников: последовательное.
- 35) Способы соединения четырехполюсников: параллельное.
- 36) Способы соединения четырехполюсников: последовательно-параллельное.
- 37) Способы соединения четырехполюсников: параллельно-последовательное.
- 38) Цепи с распределенными параметрами: основные понятия, первичные параметры линии.
- 39) Вывод уравнений однородной двухпроводной линии в установившемся режиме, телеграфные уравнения линии.

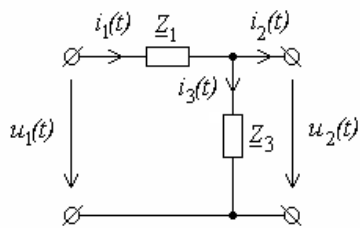
- 40) Решение уравнений линии при установившемся синусоидальном режиме. Токи и напряжения линий в комплексной и временной областях.
- 41) Уравнение однородной линии в гиперболических функциях.
- 42) Вторичные параметры длинных линий; фазовая скорость и длина волны.
- 43) Падающие и отраженные волны в линии.
- 44) Линия без искажения.
- 45) Установившийся режим в длинной линии при согласованной нагрузке.
- 46) Установившийся режим в линии без потерь.
- 47) Переходные процессы в длинных линиях: волновые уравнения, прямая и обратная волна.
- 48) Расчет падающих волн в начале ЛБП. Процесс включения однородной незаряженной линии без потерь с источниками идеальной и неидеальной ЭДС.
- 49) Расчет падающих волн в начале ЛБП. Процесс включения однородной незаряженной линии без потерь при наличии в начале линии накопителей энергии.
- 50) Переходные процессы в длинных линиях: отражение волн от конца линии. Комплексные коэффициенты отражения волн в линиях.
- 51) Переходные процессы в длинных линиях: отражение волн от конца линии. Согласованная нагрузка.
- 52) Переходные процессы в длинных линиях: отражение волн от конца линии при несогласованной активной нагрузке.
- 53) Система уравнений Максвелла. Классификация электромагнитных явлений
- 54) Уравнение непрерывности
- 55) Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля
- 56) Условия сопряжения векторов напряженности и индукции электрического поля на границах раздела двух сред
- 57) Поле одной и двух заряженных осей
- 58) Поле двухпроводной линии
- 59) Метод изображений. Поле заряда, находящегося вблизи проводящей плоскости.
- 60) Поле заряда, находящегося вблизи плоской поверхности раздела двух диэлектриков
- 61) Потенциальные коэффициенты. Первая группа формул Максвелла
- 62) Емкостные коэффициенты. Вторая группа формул Максвелла
- 63) Потенциальные коэффициенты воздушных линий
- 64) Диполь. Двойной электрический слой
- 65) Уравнения Лапласа и Пуассона. Методы расчета полей
- 66) Метод Фурье решения дифференциальных уравнений в частных производных
- 67) Цилиндр в однородном внешнем поле
- 68) Проводящий шар в однородном поле
- 69) Диэлектрический шар в однородном поле
- 70) Электрическое поле в проводящей среде
- 71) Аналогия поля постоянного тока и электростатического поля в диэлектрике
- 72) Граничные условия в проводящей среде. Метод изображений
- 73) Защитные заземления
- 74) Основные характеристики магнитного поля
- 75) Условия сопряжения векторов напряженности и индукции магнитостатического поля на границах раздела двух сред
- 76) Скалярный потенциал магнитного поля
- 77) Аналогия магнитостатических и электростатических полей
- 78) Расчет магнитостатических полей при помощи векторного потенциала
- 79) Выражение энергии магнитного поля через векторный потенциал
- 80) Векторный потенциал магнитного поля
- 81) Плотность и поток энергии
- 82) Передача энергии в пространстве
- 83) Энергия и силы в системах с сосредоточенными параметрами
- 84) Энергия электрического потенциального поля

- 85) Уравнения Максвелла в комплексной форме
- 86) Диэлектрики в переменном поле
- 87) Плотность полного тока в переменном поле. Диэлектрические потери
- 88) Граничные условия на поверхности раздела двух несовершенных диэлектриков
- 89) Теорема Пойнтинга в комплексной форме
- 90) Переменное магнитное поле в тонкой проводящей пластине
- 91) Глубина проникновения
- 92) Поверхностный эффект

Примерный перечень экзаменационных билетов:

*Билет №1*

1. Разложение периодических негармонических колебаний в гармонический ряд Фурье.
2. Классический метод решения переходных процессов: определение начальных условий при различных видах источников.



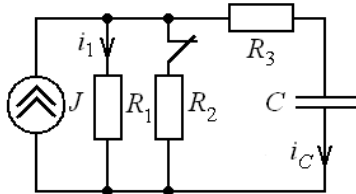
3. Рассчитать А-параметры четырехполюсника, если заданы параметры элементов цепи:  $Z_1=100+j200$  Ом;  $Z_3=200-j350$  Ом.

**Требуется:**

- 1) Записать систему уравнений четырехполюсника в А-форме. Составить схемы для опытов хх и кз и вывести для них в общем виде коэффициенты четырехполюсника.
- 2) Определить коэффициенты четырехполюсника. Проверить выполнение основного соотношения для коэффициентов.
- 3) Определить параметры П-образной схемы замещения этого четырехполюсника.

*Билет №2*

1. Периодические негармонические воздействия: виды симметрии и особенности описания.
2. Расчет переходных процессов методом интеграла Дюамеля. Последовательность расчета переходных процессов при помощи интеграла Дюамеля.



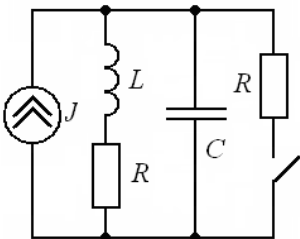
3. Рассчитать переходный процесс в цепи после коммутации классическим методом, если заданы параметры элементов:  $J=1$  А;  $R_1=100$  Ом;  $R_2=R_3=200$  Ом;  $C=10$  мкФ.

**Требуется:**

- 1) Определить независимые начальные условия, принужденную составляющую напряжения на конденсаторе и тока, протекающего через сопротивление  $R_1$ . Составить дифференциальное уравнение для цепи относительно напряжения на конденсаторе.
- 2) Определить законы изменения:  $u_C(t)$ ,  $i_C(t)$ . Качественно построить полученные графики функций.
- 3) Определить закон изменения  $i_1(t)$ . Качественно построить полученный график функции.

*Билет №3*

1. Действующие значения несинусоидальных периодических токов и напряжений.
2. Основные уравнения четырехполюсника в А-форме; уравнение связи между коэффициентами четырехполюсника.



3. Рассчитать переходный процесс в цепи после коммутации классическим методом, если заданы параметры элементов цепи:  $j(t)=2\sin(314t-30^\circ)$  А;  $R=100$  Ом;  $L=10$  мГн;  $C=20$  мкФ.

**Требуется:**

- 1) Определить независимые начальные условия и принужденные составляющие тока через индуктивность и напряжения на конденсаторе. Определить характер переходного процесса в цепи.
- 2) Определить законы изменения:  $u_L(t)$ ,  $i_L(t)$ . Качественно построить полученные графики

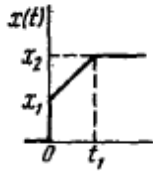
функций.

3) Определите напряжение на конденсаторе через 0,06 с после коммутации.

**Билет №4**

1. Уравнения Максвелла в комплексной форме

2. Классический метод решения переходных процессов: определение установившейся составляющей при различных видах источников.



3. Электрическая цепь с переходной характеристикой  $h(t)=(1/R)(1-e^{-Rt/L})$  подключается к источнику сложной формы (см. рис.) с параметрами  $x_1=50$  В;  $x_2=150$  В;  $t_1=2$  мс.

**Требуется:**

1) Аналитически описать заданное входное воздействие. Записать в общем виде интегралы Дюамеля для определения выходного напряжения цепи на каждом из рассматриваемых участков. Обосновать применение используемых форм интегралов.

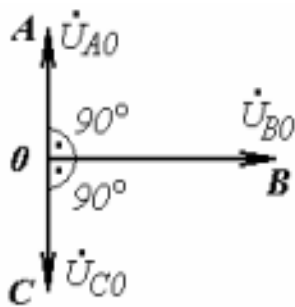
2) Провести расчеты выходного напряжения на каждом участке.

3) Провести расчет напряжения на границах каждого из участков интегрирования и по полученным значениям качественно построить график выходного напряжения.

**Билет №5**

1. Коэффициенты, характеризующие несинусоидальные функции.

2. Единичные функции, переходные и импульсные характеристики; классический метод определения переходных и импульсных характеристик.



3. Задана система векторов:

$U_A=U_C=100$  В;  $U_B=173$  В.

**Требуется:**

1) Разложить заданную систему на симметричные составляющие аналитически.

2) Проведенные расчеты подтвердить построениями на комплексной плоскости.

3) Провести проверку проведенного разложения графически, построив исходные векторы напряжений на основе полученных симметричных составляющих.

**Билет №6**

1. Действующее и среднее значения несинусоидальных периодических токов и напряжений: величины, измеряемые приборами при несинусоидальных токах.

2. Анализ переходных процессов в цепи  $R-L-C$  при вещественных равных корнях характеристического уравнения.

3. Измерения, проведенные с несимметричным четырехполюсником при холостом ходе и коротком замыкании при прямой передаче и при холостом ходе при обратной передаче, дали следующие результаты:

$U_{1x}=10$  В;  $I_{1x}=0,7$  А;  $P_{1x}=5$  Вт;  $\varphi_{1x}<0$ ;

$U_{1к}=10$  В;  $I_{1к}=0,45$  А;  $P_{1к}=2$  Вт;  $\varphi_{1к}<0$ ;

$U_{2x}=10$  В;  $I_{2x}=1,0$  А;  $P_{2x}=0$  Вт;  $\varphi_{2x}>0$ .

**Требуется:**

1) Записать систему уравнений четырехполюсника в А-форме. Определить комплексные сопротивления холостого хода и короткого замыкания.

2) Определить коэффициенты четырехполюсника. Проверить выполнение основного соотношения для коэффициентов.

3) Рассчитать сопротивления П-образной схемы замещения.

**Билет №7**

1. Расчет электрических цепей при несинусоидальных токах.

2. Т- и П-образные схемы замещения четырехполюсников. Вывод сопротивлений Т- и П-образных схем замещения через коэффициенты формы  $A$ .

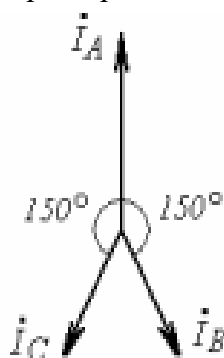
3. Рассчитать переходный процесс в цепи после коммутации классическим методом, если заданы параметры элементов:  $e(t)=141\sin(314t+50^\circ)$  В;  $R=100$  Ом;  $L=300$  мГн.

**Требуется:**

- 1) Определить независимые начальные условия и принужденные составляющую тока через индуктивность. Определить характер переходного процесса в цепи.
- 2) Определить законы изменения:  $u_L(t)$ ,  $i_L(t)$ . Качественно построить полученные графики функций.
- 3) Определить закон изменения  $u_R(t)$ . Качественно построить полученный график функции.

**Билет №8**

1. Особенности протекания несинусоидальных токов через пассивные элементы цепи.
2. Анализ переходных процессов в цепи  $R-L-C$  при вещественных неравных корнях характеристического уравнения.



3. Задана система векторов:

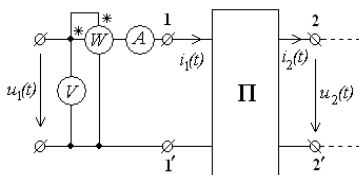
$$I_A = 3 \text{ A}; I_C = I_B = 1,73 \text{ A}.$$

**Требуется:**

- 1) Разложить заданную систему на симметричные составляющие аналитически.
- 2) Проведенные расчеты подтвердить построениями на комплексной плоскости.
- 3) Провести проверку проведенного разложения графически, построив исходные векторы напряжений на основе полученных симметричных составляющих.

**Билет №9**

1. Резонансные явления в цепях несинусоидального тока.
2. Емкостные коэффициенты. Вторая группа формул Максвелла



3. В симметричном пассивном четырехполюснике измерены в режиме холостого хода: напряжение  $U_{1xx}=100$  В; ток  $I_{1xx}=0,8$  А; активная мощность  $P_{1xx}=56,6$  Вт, угол сдвига фаз – отрицательный; в режиме короткого замыкания: напряжение  $U_{1кз}=100$  В; ток  $I_{1кз}=0,7$  А; активная мощность  $P_{1кз}=66,5$  Вт, угол сдвига фаз – отрицательный.

**Требуется:**

- 1) Записать систему уравнений четырехполюсника в А-форме. Определить комплексные сопротивления холостого хода и короткого замыкания.
- 2) Определить коэффициенты четырехполюсника. Проверить выполнение основного соотношения для коэффициентов.
- 3) Рассчитать сопротивления Т-образной схемы замещения.

**Билет №10**

1. Графоаналитический метод расчета при негармоническом воздействии и определение коэффициентов ряда Фурье.
2. Операторный метод решения переходных процессов: способы составления операторных уравнений, алгоритм расчета операторным методом.
3. Определить параметры четырехполюсника по результатам опытов хх и кз. Опыт хх (при прямом включении):  $\dot{i}_{1X} = 7,5 \text{ A}$ ;  $\dot{U}_{1X} = 100e^{j30^\circ} \text{ В}$ ;  $\dot{U}_{2X} = 50e^{j60^\circ} \text{ В}$ . Опыт кз (при обратном включении):  $\dot{i}_{2X'} = 3,75 \text{ A}$ ;  $\dot{U}_{1X} = 25e^{j60^\circ} \text{ В}$ ;  $\dot{U}_{2X} = 50e^{j90^\circ} \text{ В}$ .

**Требуется:**

- 1) Записать систему уравнений четырехполюсника в Z-форме. Рассчитать коэффициенты четырехполюсника.
- 2) Из основной системы уравнений определить входное и выходное напряжения.
- 3) Перейти к А-параметрам четырехполюсника. Проверить выполнение основного соотношения для коэффициентов.

**Билет №11**

1. Теоретические основы метода симметричных составляющих.
2. Классический метод решения переходных процессов: способы составления характеристического уравнения.
3. Электрическая цепь с переходной характеристикой  $h(t)=(10^{-3})(1-e^{-1000t})$  подключается к источнику сложной формы с параметрами:

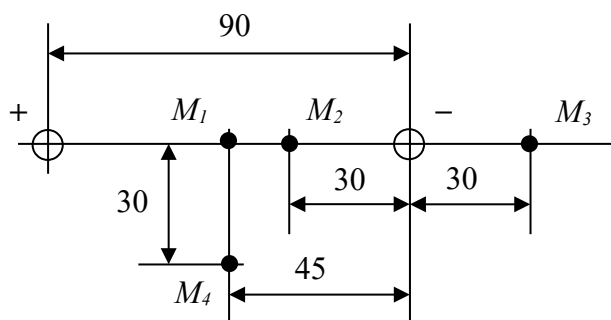
$$u = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ u_1 = \frac{100}{t_1} t \text{ В} & \text{при } 0 \leq t < t_1 = 10^{-3} \text{ с}, \\ u_2 = 100 \text{ В} & \text{при } t_1 \leq t < \infty. \end{cases}$$

**Требуется:**

- 1) Графически изобразить заданное входное воздействие. Записать в общем виде интегралы Дюамеля для определения выходного напряжения цепи на каждом из рассматриваемых участков. Обосновать применение используемых форм интегралов.
- 2) Провести расчеты выходного напряжения на каждом участке.
- 3) Провести расчет напряжения на границах каждого из участков интегрирования и по полученным значениям качественно построить график выходного напряжения.

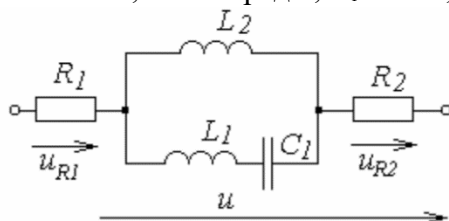
**Билет №12**

1. Расчет режима симметричной трехфазной цепи при несимметричном напряжении.
2. Условия сопряжения векторов напряженности и индукции электрического поля на границах раздела двух сред.
3. Рассчитать напряженность поля и потенциал в точках  $M_1, M_2, M_3, M_4$  вблизи двухпроводной линии с радиусами проводов  $r=2,5$  мм, находящейся под постоянным напряжением  $U=10$  кВ. Определить емкость линии. Размеры даны в мм.



**Билет №13**

1. Выражение энергии магнитного поля через векторный потенциал.
2. Характеристические параметры четырехполюсников.
3. Для заданной электрической цепи несинусоидального тока известны параметры:  $u(t)=14,67\sin\omega t+5\sin3\omega t$  В;  $\omega=200$  рад/с;  $R_1=5$  Ом;  $R_2=10$  Ом;  $L_1=10$  мГн;  $i(t)=1,33\sin5\omega t$  В.



**Требуется:**



- 1) Определить параметры реактивных элементов цепи  $L_2$  и  $C_1$ .
- 2) Определить мгновенные и действующие значения токов ветвей.
- 3) Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

**По результатам ответа на экзамене выставляется:**

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки.