



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ПК БГТУ

  
В.М. Малашенко  
« 30 » 08 20 19 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по изучению учебной дисциплины  
**ОП.13 Основы электротехники и электроники**

Специальность:	15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Присваиваемая квалификация:	Техник
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	2 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	среднее общее образование

Брянск 2019

### Методические рекомендации

по изучению учебной дисциплины *ОП.13 Основы электротехники и электроники* для специальности *15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)*  
(далее — МР)

Разработал(а):

— преподаватель ПК БГТУ



В.М. Малащенко

МР рассмотрены и одобрены на заседании предметно-цикловой комиссии «Автоматизация технологических процессов и производств» ПК БГТУ (далее — ПЦК)

от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель ПЦК



В.Н. Копелиович

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе



Т.Е. Балашова

© Малащенко В.М.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации по изучению учебной дисциплины *ОП.13 Основы электротехники и электроники* для специальности *15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)* (далее — методические рекомендации) составлены в соответствии с содержанием рабочей программы учебной дисциплины *ОП.13 Основы электротехники и электроники* (далее — дисциплина). Методические рекомендации направлены на освоение практических умений и знаний, формирование общих и профессиональных компетенций согласно требованиям федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности *15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)*.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

а) уметь:

- использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности;
- читать принципиальные электрические схемы устройств;
- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;
- анализировать электронные схемы;
- правильно эксплуатировать электрооборудование;
- использовать электронные приборы и устройства.

б) знать:

- физические процессы, протекающие в проводниках, полупроводниках и диэлектриках, свойства электротехнических материалов;
- основные законы электротехники и методы расчета электрических цепей;
- условно-графические обозначения электрического оборудования;
- принципы получения, передачи и использования электрической энергии;
- основы теории электрических машин;
- виды электроизмерительных приборов и приемы их использования;
- базовые электронные элементы и схемы;
- виды электронных приборов и устройств;
- релейно-контактные и микропроцессорные системы управления: состав и правила построения.

Методические рекомендации содержат теоретическую часть, который кратко представляет основной материал, необходимый для освоения умений и знаний, а также практические задания. Методические рекомендации могут быть использованы студентами для самостоятельной работы, преподавателями на учебных занятиях по дисциплине.

При подготовке к учебным занятиям и в процессе их проведения рекомендуется придерживаться следующих правил:

1. К учебному занятию необходимо подготовиться до его начала.

2. При подготовке к учебному занятию используйте рекомендованную литературу, предложенную в данных методических рекомендациях, конспекты лекций.

3. К выполнению практической работы (лабораторной работы) допускаются студенты, освоившие необходимый теоретический материал.

4. Выполняя практические задания, пишите технически грамотно и четко в журнале практических работ (лабораторных работ) по дисциплине.

5. Если практическая работа (лабораторная работа) не сдана в указанные преподавателем сроки по неуважительной причине, оценка за работу может снижаться.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

<b>Тема:</b>	Применение основных понятий и законов электростатики
<b>Цель работы:</b>	Применение основных понятий и законов электростатики для расчета параметров электрических цепей. В результате выполнения практической работы студенты должны уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> должны знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- основы физических процессов в проводниках, полупроводниках и диэлектриках;</li> <li>- свойства проводников, полупроводников, электроизоляционных, магнитных материалов;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Основные понятия и законы электростатики».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

### *Теоретическая часть*

Закон Кулона.  $F_s = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_a \cdot r^2} = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot r^2}, Н$

Напряженность электрического поля  $E = \frac{F}{Q} = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot r^2}, В / м$

Пробивная напряжённость диэлектрика  $E_{np} = \frac{U_{np}}{d}$

### *Задания практической работы № 1*

1. Напишите формулу закона Кулона.
2. Определить, какими должны быть полярность и расстояние между двумя зарядами  $Q_1 = 1,6 \cdot 10^{-6}$  Кл и  $Q_2 = 8 \cdot 10^{-5}$  Кл, чтобы они отталкивались с силой  $F = 3,2$  Н, будучи помещёнными в воду, в керосин.
3. В вершины прямоугольного треугольника ABC (с прямым углом в вершине A) помещены заряды: в вершины B и C – положительные  $Q_1 = Q_2 = 0,8 \cdot 10^{-6}$  Кл, в вершину A – отрицательный  $Q_3 = 2 \cdot 10^{-6}$  Кл. Заряды находятся в спирте и расстояние между ними  $AB = 6$  см,  $AC = 8$  см. Определить значения и направления составляющих сил взаимодействия этих зарядов во всех точках.
4. Определить напряжённость электрического поля, действующего с силой  $F = 5,4 \cdot 10^{-4}$  Н на заряд  $Q = 1,8 \cdot 10^{-3}$  Кл.
5. Положительные заряды  $Q = 350 \cdot 10^{-10}$  Кл находятся в трёх вершинах

квадрата со стороной 30 см. Определить напряжённость поля в четвёртой вершине квадрата (воздух).

6. Сформулируйте определение потенциала, напряжения и напряжённости электрического поля.

7. Потенциал электрического поля  $\varphi = 20$  В. Определить работу, совершаемую силами этого поля, при внесении в него заряда  $Q = 5,5 \cdot 10^{-4}$  Кл.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

<b>Тема:</b>	Применение основных понятий и законов электротехники
<b>Цель работы:</b>	<p>Применение основных понятий и законов электротехники для расчета параметров электрических цепей.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- основы физических процессов в проводниках, полупроводниках и диэлектриках;</li> <li>- свойства проводников, полупроводников, электроизоляционных, магнитных материалов;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Основные понятия и законы электротехники».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

### *Теоретическая часть*

Плотность тока в проводнике.  $J = \frac{I}{S}, \frac{\text{А}}{\text{м}^2}$

Закон Ома для участка цепи.  $I = \frac{U}{R}$

Закон Ома для замкнутой цепи.  $I = \frac{E}{R_0 + R}$

Полезная мощность:  $P = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$

Коэффициент полезного действия КПД  $\eta = \frac{P}{P_{\text{ист}}} \cdot 100 \%$

Закон Джоуля – Ленца.  $Q = W = P \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$

Первый закон Кирхгофа. Сумма токов, направленных к узлу электрической цепи, равна сумме токов, направленных от узла.

Второй закон Кирхгофа. В контуре электрической цепи алгебраическая сумма падений напряжения в пассивных элементах равна алгебраической сумме ЭДС этого контура.  $\sum I \cdot R = \sum E$

### Задания практической работы № 2

1. Заполните таблицу.

0,15 А	25 мкА	140 мкА	52 мА	1,7 А	0,42 мА
... мА	... мА	... А	... А	... мкА	... мкА

2. Через проводник в течение 0,5 часа проходит заряд  $Q = 2700$  Кл. Определить ток в электрической цепи.

3. Через поперечное сечение проводника  $S = 2,5 \text{ мм}^2$  за время  $t = 0,04$  с прошёл заряд  $Q = 20 \cdot 10^{-3}$  Кл. Определить плотность тока в проводнике.

4. Заполните таблицу.

10 МОм	680 Ом	0,33 МОм	47 кОм	1500 Ом	1,9 кОм
... Ом	... кОм	... кОм	... МОм	... МОм	... Ом

5. Определить сопротивление провода, имеющего длину  $l = 150$  м и диаметр  $d = 0,2$  мм, выполненного из константана.

6. Определить материал проводника, если его сопротивление при  $20^\circ \text{C}$  составляет 400 Ом, а при  $75^\circ \text{C}$  равно 503,2 Ом.

7. Заполните таблицу.

R	100 Ом	2 кОм	0,6 МОм	0,5 Ом	0,25 кОм
G, См					

8. Определить сопротивление резистора и напряжение, подведённое к нему, если потребляемый ток  $I = 3,5$  А, а количество теплоты, выделившейся на резисторе в течение 1 часа,  $Q = 81,65$  ккал.

9. Заполните таблицу.

0,2 В	15 кВ	300 мВ	25 мВ	1200 мкВ	220 В
... мВ	... В	... кВ	... мкВ	... В	... кВ

10. Напишите формулы закона Ома для участка цепи и полной цепи.

11. Сформулируйте определение ветви, контура и узла электрической цепи:

Узел –

Ветвь –

Контур –

12. К источнику постоянного тока с ЭДС  $E = 1,5$  В и внутренним сопротивлением  $R_0 = 2,5$  Ом подключен резистор сопротивлением  $R = 10$  Ом. Определить ток в цепи и падение напряжения на источнике.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

<b>Тема:</b>	Расчёт простых цепей со смешанным соединением резисторов
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт простых цепей со смешанным соединением резисторов. В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт простых цепей со смешанным соединением резисторов».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

#### *Теоретическая часть*

Последовательное соединение резисторов:  $I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

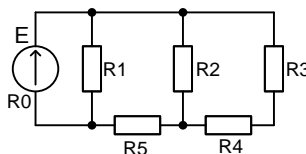
Параллельное соединение резисторов:  $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad \text{или} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

#### *Задания практической работы № 3*

1. Цепь постоянного тока состоит из смешанного соединения резисторов.  $U = 150 \text{ В}$ ;  $R_0 = 3 \text{ Ом}$ ;  $R_1 = 20 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ;  $R_3 = 11 \text{ Ом}$ ;  $R_4 = 19 \text{ Ом}$ ;  $R_5 = 18 \text{ Ом}$ . Определить: общий ток цепи  $I$ ; напряжения и токи, протекающие по каждому резистору. Составить баланс мощностей цепи.



### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

<b>Тема:</b>	Расчёт сложных цепей методом узловых напряжений
--------------	---



<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт сложных цепей методом узловых напряжений.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт сложных цепей методом узловых напряжений».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

### ***Теоретическая часть***

Этот метод позволяет уменьшить число уравнений до (число узлов – 1). Один из узлов схемы принимается за базисный, и его потенциал считается равным нулю.

Узловым напряжением называется разность потенциалов между данным узлом и базисным.

Выражаются напряжения ветвей через узловые напряжения:

Из этих уравнений выражаются токи ветвей:

Выражения токов поставляются в уравнение по 1 закону Кирхгофа:

Определяется потенциал  $\varphi$ :

Найденное значение поставляется в формулы токов, и определяются токи  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ .

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5**

<b>Тема:</b>	Расчёт сложных цепей методом контурных токов
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт сложных цепей методом контурных токов.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных</li> </ul>

	полей.
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт сложных цепей методом контурных токов».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

### ***Теоретическая часть***

При этом число уравнений будет равно числу контурных токов.

Контурный ток – это некоторая расчётная величина, которая одинакова для всех ветвей данного контура.

Контурный ток равен действительному току ветви, которая принадлежит только этому контуру. Действительный ток ветви, принадлежащей двум смежным контурам равен алгебраической сумме контурных токов, в контуры которых входит эта ветвь.

В уравнениях составленные по 2-му закону Кирхгофа заменяют действительные токи на контурные:

Для двух неизвестных контурных токов достаточно двух уравнений. В правой части уравнений алгебраическая сумма ЭДС источников данного контура, которая называется контурной ЭДС. В левой части – сумма падений напряжений.

Решается система уравнений, определяются контурные токи, а затем переходят к действительным токам.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

<b>Тема:</b>	Расчёт сложных цепей методом наложения
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт сложных цепей методом наложения.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт сложных цепей методом наложения».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

### Теоретическая часть

На основе исходной схемы (рисунок А) составляются простые, в которых действует только один источник ЭДС. Другие источники исключают, оставляя только их внутренние сопротивления.

Для каждой схемы определяют токи ветвей:

схема 1:  $I'_1, I'_2, I'_3$

схема 2:  $I''_1, I''_2, I''_3$

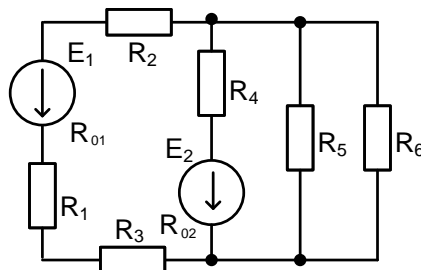
схема 3:  $I'''_1, I'''_2, I'''_3$

Наложением (алгебраическим сложением) определяют токи ветвей. При этом если направление тока совпадает с исходным, то ставится знак «+», если не совпадает, то знак «-»:

### Задания практической работы № 4, 5, 6

1. Электрическая цепь имеет параметры:  $E_1 = 200 \text{ В}$ ;  $E_2 = 100 \text{ В}$ ;  $R_{01} = 1 \text{ Ом}$ ;  $R_{02} = 2 \text{ Ом}$ ;  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ ;  $R_3 = 7 \text{ Ом}$ ;  $R_4 = 10 \text{ Ом}$ ;  $R_5 = 8 \text{ Ом}$ ;  $R_6 = 15 \text{ Ом}$ .

Определить токи во всех ветвях методами: 1) наложения; 2) контурных токов; 3) узловых напряжений. Составить баланс мощностей.



### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

<b>Тема:</b>	Расчёт параметров магнитного поля
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт параметров магнитного поля.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- свойства проводников, полупроводников, электроизоляционных, магнитных материалов;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Магнитное поле».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> </ol>

	3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю
--	--

### **Теоретическая часть**

Магнитный поток  $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$

Электромагнитная сила  $F = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$

ЭДС в проводнике  $E = B \cdot v \cdot l \cdot \sin \alpha$

Закон полного тока  $H \cdot l = \sum I$

Напряжённость магнитного поля вне проводника  $H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot R}$

Напряжённость магнитного поля внутри проводника  $H = \frac{I \cdot a}{2 \cdot \pi \cdot R^2}$

Напряжённость магнитного поля в центре кольцевого проводника  $H = \frac{I}{2 \cdot R}$

Напряжённость магнитного поля внутри кольцевой катушки  $H = \frac{I \cdot w}{2 \cdot \pi \cdot R}$

Силы взаимодействия проводников с токами  $F_M = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot l$

Потокоцепление:  $\psi = w \cdot \Phi$

Закон электромагнитной индукции.  $E = -\frac{d\Phi}{dt}$

Индуктивность  $L = \frac{\psi_L}{I}$

Энергия магнитного поля  $W = \frac{\psi \cdot I}{2} = \frac{L \cdot I^2}{2}$

Взаимная индуктивность  $M = k \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2}$

### **Задания практической работы № 7**

1. Сформулируйте определение «магнитного потока».

*Магнитный поток – это...*

2. В однородное магнитное поле с индукцией  $B = 1,7 \text{ Тл}$  внесена квадратная рамка с размером стороны  $600 \text{ мм}$  под углом  $60^\circ$  к линиям магнитного поля. Определить магнитный поток, пронизывающий эту рамку.

3. Прямолинейный проводник длиной  $l = 0,3 \text{ м}$ , по которому проходит ток  $I = 12 \text{ А}$ , помещён в однородное магнитное поле с магнитной индукцией  $B = 0,5 \text{ Тл}$ . Определить силу, действующую на проводник, если он расположен перпендикулярно линиям поля.

4. По кольцевому проводнику проходит ток  $I = 12 \text{ А}$ . Определить напряжённость магнитного поля в его центре, если диаметр кольца  $d = 25 \text{ мм}$ .

5. Заполните таблицу.

0,5 Гн	2,6 мГн	3753 мкГн	521 Гн	1210 мГн	17 Гн
... мГн	... Гн	... Гн	... мГн	... Гн	... мГн

6. Сформулируйте определение «гистерезис».

*Гистерезис – это...*

7. Определить величину и направление силы взаимодействия двух проводников с током, расположенных на расстоянии 5 мм друг от друга в воздухе, по которым в одном направлении проходят токи  $I_1 = 10\text{ А}$ ,  $I_2 = 15\text{ А}$ . Проводники имеют длину  $l = 200\text{ мм}$  каждый.

8. Контур, по которому проходит ток  $I = 4,2\text{ А}$ , имеет потокосцепление самоиндукции  $\psi_L = 0,09\text{ Вб}$ . Определить индуктивность контура.

9. Взаимная индуктивность двух контуров  $M = 100\text{ мГн}$ . Определить ток во втором контуре при потокосцеплении первого контура со вторым  $\psi_{21} = 0,025\text{ Вб}$ .

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

<b>Тема:</b>	Расчёт простых цепей переменного тока
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт простых цепей переменного тока.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт простых цепей переменного тока».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

### *Теоретическая часть*

Частота переменного тока  $f = \frac{pn}{60} = \frac{1}{T}$

Период  $T = \frac{1}{f}$

Угловая частота  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$

Сдвиг фаз  $\varphi = \psi_u - \psi_i$

Действующее значение  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ ,  $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$ ,  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

### *Задания практической работы № 8*

1. Определить период сигнала, если частота переменного тока  $f = 400\text{ Гц}$ ; 25

кГц; 2 МГц.

2. Переменный синусоидальный сигнал имеет период  $T = 0,2 \text{ с}; 40 \text{ мс}; 0,8 \text{ мкс}$ . Определить для этих значений частоту переменного тока  $f$ .

3. Определить угловую частоту синусоидального тока, если период  $T = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ с}; 10^{-3} \text{ с}; 20 \cdot 10^{-2} \text{ с}$ .

4. Угловая частота переменного тока  $\omega = 3140 \text{ с}^{-1}; 942 \text{ с}^{-1}; 12560 \text{ с}^{-1}$ . Определить частоту и период сигнала.

5. Действующее значение переменного тока в цепи  $I = 10,5 \text{ А}$ . Определить его амплитудное значение.

6. Мгновенное значение тока  $i = 16 \cdot \sin 157t \text{ А}$ . Определить амплитудное и действующее значения этого тока.

7. В электрической цепи переменного тока действуют два напряжения:  $u_1 = 40 \cdot \sin(\omega t + \pi/2) \text{ В}; u_2 = 60 \cdot \sin(\omega t - \pi/2) \text{ В}$ . Определить сдвиг фаз этих напряжений, а также их действующие значения.

8. В электрической цепи переменного тока проходит ток  $i = 0,6 \cdot \sin(1256t - \pi/3) \text{ А}$ . Определить амплитудное и действующее значения тока, частоту и угловую частоту, начальную фазу. Построить график изменения тока.

9. В электрической цепи действуют напряжение  $u = 20 \cdot \sin(\omega t - \pi/3) \text{ В}$  и ток  $i = 1,3 \cdot \sin(\omega t - \pi/10) \text{ А}$ . Определить действующие значения тока и напряжения, фазовый сдвиг между ними. Построить векторную диаграмму тока и напряжения.

10. В электрической цепи переменного тока проходит ток  $i = I_m \cdot \sin(\omega t - \pi/6) \text{ А}$ . Определить амплитудное и действующие значения тока, если в момент времени  $t = 0$  мгновенное значение тока  $i = 12,5 \text{ А}$ .

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

<b>Тема:</b>	Расчёт цепей переменного тока с последовательным соединением элементов
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт цепей переменного тока с последовательным соединением элементов.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<p>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт цепей переменного тока с последовательным соединением элементов».</p> <p>2. Выполнить и записать задания практической работы в</p>

	тетрадь. 3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю
--	--

### **Теоретическая часть**

Индуктивное сопротивление.  $X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$

Ёмкостное сопротивление.  $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$

Коэффициентом мощности:  $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$

Полная мощность цепи  $S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Активная мощность  $P = S \cdot \cos \varphi = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Реактивная мощность цепи  $Q = S \cdot \sin \varphi = U \cdot I \cdot \sin \varphi$

Полное сопротивление.  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$$\sin \varphi = \frac{X}{Z} = \frac{X_L - X_C}{Z}; \text{ или } \operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

### **Задания практической работы № 9**

1. Мгновенное значение тока, проходящего по цепи с активным сопротивлением,  $i = 2,7 \cdot \sin (\omega t + \pi/3)$  А, при этом напряжение изменяется по закону  $u = 50 \cdot \sin (\omega t + \pi/3)$  В. Определить сопротивление и потребляемую мощность цепи, действующие значения тока и напряжения. Построить векторную диаграмму.

2. К идеальной катушке индуктивности приложено напряжение переменного тока частотой  $f = 0,3$  кГц и действующим значением напряжения  $U = 66$  В при амплитудном значении тока  $I_m = 0,5$  А. Определить индуктивность катушки. Построить векторную диаграмму.

3. Действующее значение переменного тока с частотой  $f = 450$  Гц, проходящего по катушке,  $I = 1,2$  А. Активное сопротивление катушки  $R = 20$  Ом. Падение напряжения на индуктивном сопротивлении катушки в пять раз больше напряжения на её активном сопротивлении. Определить индуктивность катушки, действующее значение напряжения на катушке. Построить векторную диаграмму.

4. По двум катушкам соединенным последовательно проходит ток  $i = 0,8 \cdot \sin (1570t)$  А. Действующее значение напряжения цепи  $U = 220$  В, первой катушки  $U_1 = 100$  В. Определить индуктивности катушек, их сопротивления, реактивную мощность цепи. Построить векторную диаграмму.

5. Через конденсатор ёмкостью  $C = 0,1$  мкФ проходит ток, действующее значение которого  $I = 50$  мА. Частота источника  $f = 500$  Гц. Определить действующее значение напряжения на конденсаторе, его сопротивление. Построить векторную диаграмму.

6. К цепи с последовательно соединенными конденсатором и резистором подведено переменное напряжение, действующее значение которого  $U = 500$  В. Активная мощность цепи  $P = 320$  Вт при коэффициенте мощности  $\cos \varphi = 0,75$ .

Определить ток в цепи, полную и реактивную мощности; полное, активное и реактивное сопротивления. Построить векторную диаграмму.

7. Два конденсатора соединённых последовательно подключены к источнику переменного тока частотой  $f = 1500 \text{ Гц}$ . Полное сопротивление цепи  $Z = 64 \text{ Ом}$ , действующие значения напряжения на каждом конденсаторе  $U = 40 \text{ и } 80 \text{ В}$ . Определить ёмкость каждого конденсатора, ёмкость всей цепи, действующее значение тока, реактивную мощность. Построить векторную диаграмму.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

<b>Тема:</b>	Расчёт неразветвлённой цепи переменного тока
<b>Цель работы:</b>	Расчёт неразветвлённой цепи переменного тока. В результате выполнения практической работы студенты должны уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> должны знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт неразветвлённой цепи переменного тока».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

#### *Теоретическая часть*

Индуктивное сопротивление.  $X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$

Ёмкостное сопротивление.  $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$

Коэффициентом мощности:  $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$

Полная мощность цепи  $S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$

Активная мощность  $P = S \cdot \cos \varphi = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Реактивная мощность цепи  $Q = S \cdot \sin \varphi = U \cdot I \cdot \sin \varphi$

Полное сопротивление.  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$$\sin \varphi = \frac{X}{Z} = \frac{X_L - X_C}{Z}; \text{ или } \operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

#### *Задания практической работы № 10*



1. К источнику переменного тока поочерёдно подключают две катушки индуктивности. Для одной катушки полная и активная мощности  $S_1 = 1000 \text{ ВА}$  и  $P_1 = 320 \text{ Вт}$ , действующее значение тока  $I_1 = 4 \text{ А}$ . Для второй катушки  $S_2 = 250 \text{ ВА}$ ,  $P_2 = 150 \text{ Вт}$  и  $I_2 = 1 \text{ А}$ . Эти катушки соединили последовательно и подключили к тому же источнику.

Определить действующее значение приложенного напряжения и тока в цепи; полную, активную и реактивную мощности.

2. К электрической цепи из последовательно соединённых резистора сопротивлением  $R = 6,5 \text{ Ом}$ , катушки с индуктивностью  $L = 20 \text{ мГн}$  и конденсатора ёмкостью  $C = 30 \text{ мкФ}$  подведено напряжение переменного тока с частотой  $f = 150 \text{ Гц}$  и действующим значением напряжения  $U = 30 \text{ В}$ .

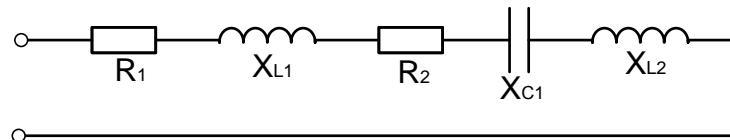
Определить полное сопротивление цепи, действующее значение тока, полную потребляемую мощность, коэффициент мощности.

3. Катушка с активным сопротивлением  $R = 16 \text{ Ом}$  и индуктивностью  $L = 65 \text{ мГн}$  последовательно соединена с конденсатором  $C$ . Действующее значение напряжения в цепи  $U = 100 \text{ В}$  при частоте  $f = 100 \text{ Гц}$ .

Определить ёмкость конденсатора, если в цепи получен резонанс напряжений. Определить действующее значение тока цепи, полную, активную и реактивную мощность цепи.

4. Цепь подключена к однофазной сети переменного тока. Параметры цепи: действующее значение напряжения  $U = 100 \text{ В}$ ;  $R_1 = 38 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 24 \text{ Ом}$ ;  $X_{L1} = 34 \text{ Ом}$ ;  $X_{L2} = 32 \text{ Ом}$ ;  $X_{C1} = 66 \text{ Ом}$ .

Определить: действующее значение тока в цепи, угол сдвига фаз. Построить векторную диаграмму.



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

<b>Тема:</b>	Расчёт цепей переменного тока с параллельным соединением элементов
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт цепей переменного тока с параллельным соединением элементов.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных</li> </ul>

	полей.
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт цепей переменного тока с параллельным соединением элементов».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

### **Теоретическая часть**

Индуктивное сопротивление.  $X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$

Ёмкостное сопротивление.  $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$

Коэффициентом мощности:  $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$

Полная мощность цепи  $S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Активная мощность  $P = S \cdot \cos \varphi = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Реактивная мощность цепи  $Q = S \cdot \sin \varphi = U \cdot I \cdot \sin \varphi$

Полное сопротивление.  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$$\sin \varphi = \frac{X}{Z} = \frac{X_L - X_C}{Z}; \text{ или } \operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

### **Задания практической работы № 11**

1. Два параллельно соединённых резистора сопротивлениями  $R_1 = 100 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 20 \text{ Ом}$  подключены к источнику переменного тока. Ток в неразветвлённой части цепи  $i = 3,4 \cdot \sin(\omega t - \pi/4) \text{ А}$ .

Определить действующие значения токов ветвей и входного напряжения, полную потребляемую мощность. Построить векторную диаграмму.

2. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = 15 \text{ мкГн}$  и  $L_2 = 35 \text{ мкГн}$ , соединены параллельно, включены в цепь переменного тока. В неразветвлённой части цепи ток изменяется по закону  $i = 6,1 \cdot \sin 3140t \text{ А}$ .

Определить действующее значение напряжения цепи, токи на каждой катушке, реактивную мощность каждой катушки. Построить векторную диаграмму.

3. Полное сопротивление цепи, состоящей из двух параллельно соединённых конденсаторов,  $Z = 114 \text{ Ом}$ . Мгновенное значение тока в неразветвленной части цепи  $i = 1,2 \sin(2198t + 30^\circ) \text{ А}$ , ёмкость  $C_1 = 2,5 \text{ мкФ}$ .

Определить действующее значение входного напряжения и токов в ветвях, полную потребляемую мощность. Построить векторную диаграмму.

4. К источнику переменного тока с частотой  $f = 400 \text{ Гц}$  подключены параллельно соединённые резистор и конденсатор  $C = 1,65 \text{ мкФ}$ . Действующее значение тока в неразветвленной части цепи  $I = 1,1 \text{ А}$ , тока через конденсатор  $I_C = 0,72 \text{ А}$ .

Определить действующие значения входного напряжения и тока через резистор, его сопротивление, полную мощность. Построить векторную диаграмму.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

<b>Тема:</b>	Расчёт разветвлённой цепи переменного тока
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт разветвлённой цепи переменного тока.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт разветвлённой цепи переменного тока».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

### *Теоретическая часть*

Индуктивное сопротивление.  $X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$

Ёмкостное сопротивление.  $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$

Коэффициентом мощности:  $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$

Полная мощность цепи  $S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Активная мощность  $P = S \cdot \cos \varphi = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Реактивная мощность цепи  $Q = S \cdot \sin \varphi = U \cdot I \cdot \sin \varphi$

Полное сопротивление.  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$$\sin \varphi = \frac{X}{Z} = \frac{X_L - X_C}{Z}; \text{ или } \operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

### *Задания практической работы № 12*

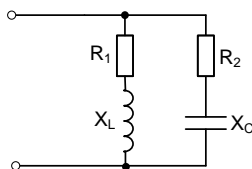
1. Полное сопротивление катушки индуктивности  $L = 26 \text{ мГн}$  составляет  $Z = 100 \text{ Ом}$ . Катушка подключена к источнику переменного тока с частотой  $f = 2500 \text{ Гц}$  и действующим напряжением  $U = 150 \text{ В}$ .

Определить ёмкость конденсатора, подключаемого параллельно катушке,

для получения в цепи резонанса токов, действующие значения токов в ветвях.

2. Для цепи представленной на рисунке известны параметры:  $U_{BX} = 200 \text{ В}$ ,  $R_1 = 40 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 120 \text{ Ом}$ ,  $L = 0,02 \text{ Гн}$ ,  $Z_2 = 210 \text{ Ом}$ ,  $\omega = 3140 \text{ рад/с}$ .

Определить ёмкость конденсатора, действующие значения токов ветвей; полную, активную и реактивную мощность.



### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13

<b>Тема:</b>	Расчёт трёхфазной цепи переменного тока
<b>Цель работы:</b>	Расчёт трёхфазной цепи переменного тока. В результате выполнения практической работы студенты должны уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> должны знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт трёхфазной цепи переменного тока».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

#### Теоретическая часть

Соединение звездой  $U_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ф}}; I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}$

Соединение треугольником  $U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}; I_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ф}}$

Активная мощность трёхфазной цепи  $P = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \cos \varphi$

Реактивная мощность трёхфазной цепи  $Q = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \sin \varphi$

Полная мощность трёхфазной цепи  $S = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}}$  или  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

#### Задания практической работы № 13

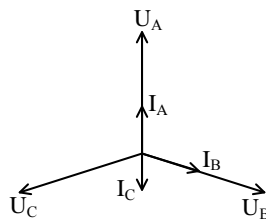
1. Три резистора по  $125 \text{ Ом}$  каждый соединены по схеме «звезда» и включены в трёхфазную четырёхпроводную сеть. Ток каждой фазы  $I_{\text{ф}} = 880 \text{ мА}$ .

Определить действующие значения фазного и линейного напряжений. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

2. Потребитель, соединённый по схеме «звезда» (нагрузка равномерная) включен в трёхфазную сеть переменного тока с действующим значением линейного напряжения  $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$ . Коэффициент нагрузки  $\cos \varphi = 0,5$ . Ток в фазе  $I_{\phi} = 22 \text{ А}$ .

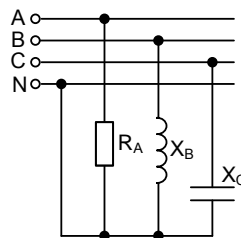
Определить полное, активное и реактивное сопротивления потребителя в фазе. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

3. Для векторной диаграммы, представленной на рисунке, определить характер нагрузки в каждой фазе. Приёмники соединены по схеме «звезда».



4. Цепь трёхфазного тока включена на номинальное напряжение  $U_{\text{н}} = 1038 \text{ В}$ . Параметры цепи:  $R_A = 40 \text{ Ом}$ ;  $X_B = 30 \text{ Ом}$ ;  $X_C = 6 \text{ Ом}$ .

Определить токи фаз; активные и реактивные мощности фаз; полную мощность цепи; ток в нулевом проводе. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.



5. Три группы ламп накаливания, соединённые по схеме «треугольник», подключены к источнику трёхфазного тока с действующим значением линейного напряжения  $U_{\text{л}} = 127 \text{ В}$ . Ток потребления каждой группы  $I_{\phi} = 16 \text{ А}$ .

Определить действующие значения линейного тока, полную мощность и сопротивление в фазе. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

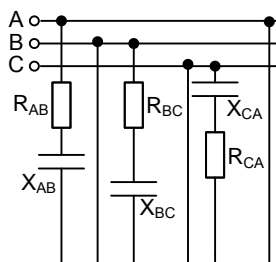
6. Приёмник электрической энергии, соединённый по схеме «треугольник», подключен к трёхфазной сети с действующим значением линейного напряжения  $U_{\text{л}} = 220 \text{ В}$  при частоте  $f = 50 \text{ Гц}$ . В фазу АВ включен конденсатор ёмкостью  $C = 116 \text{ мкФ}$ , в фазу ВС – резистор сопротивлением  $R = 27,5 \text{ Ом}$ , в фазу СА – катушка с индуктивностью  $L = 87,5 \text{ мГн}$ .

Определить действующие значения фазных и линейных токов, полную мощность нагрузки. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

7. В трёхфазную сеть включен потребитель на номинальное напряжение  $U_{\text{л}} = 500 \text{ В}$ . Параметры цепи:  $R_{AB} = 60 \text{ Ом}$ ;  $X_{AB} = 80 \text{ Ом}$ ;  $R_{BC} = 15 \text{ Ом}$ ;  $X_{BC} = 20 \text{ Ом}$ ;

$R_{CA} = 30 \text{ Ом}; X_{CA} = 40 \text{ Ом}.$

Определить: токи фаз; линейные токи; полную мощность цепи. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.



### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14

<b>Тема:</b>	Расчёт несинусоидальной цепи переменного тока
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт несинусоидальной цепи переменного тока.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок выполнения практической работы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт несинусоидальной цепи переменного тока».</li> <li>2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь.</li> <li>3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю</li> </ol>

#### Теоретическая часть

Индуктивное сопротивление  $X_{Lk} = k \cdot \omega \cdot L = k \cdot X_{Ll}$

Емкостное сопротивление  $X_{Ck} = \frac{1}{k \cdot \omega \cdot C} = \frac{X_{Cl}}{k}$

Полное сопротивление  $Z_k = \sqrt{R^2 + (X_{Lk} - X_{Ck})^2}$

Угол сдвига фаз  $\varphi_k = \arctg \frac{X_k}{R} = \arctg \frac{X_{Lk} - X_{Ck}}{R}$

Амплитуды токов  $I_{mk} = \frac{U_{mk}}{Z_k}$

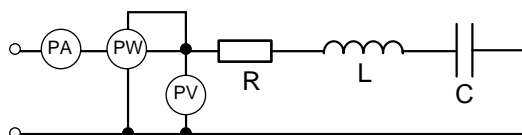
Действующее значение несинусоидального тока  $I = \sqrt{I_0^2 + \frac{I_{m1}^2}{2} + \frac{I_{m2}^2}{2} + \dots + \frac{I_{mk}^2}{2}}$

### Задания практической работы № 14

1. К цепи, состоящей из последовательно соединённых конденсатора  $C = 200 \text{ мкФ}$  и катушки индуктивности с параметрами  $L = 14 \text{ мГн}$  и  $R = 100 \text{ Ом}$  приложено несинусоидальное напряжение:

$$u = 180 \cdot \sin \omega t + 140 \cdot \sin 3\omega t + 120 \cdot \sin 5\omega t + 80 \cdot \sin 7\omega t$$

Частота первой гармоники  $f_1 = 60 \text{ Гц}$ .



Определить показания амперметра, вольтметра и ваттметра в этой цепи. Записать уравнение тока  $i = f(t)$ .

2. В цепи с индуктивностью  $L = 5 \text{ мГн}$  протекает несинусоидальный ток. Действующие значения гармонических составляющих тока:  $I_1 = 30 \text{ А}$ ;  $I_3 = 15 \text{ А}$ ;  $I_5 = 10 \text{ А}$ . Частота первой гармоники  $f_1 = 60 \text{ Гц}$ .

Определить показания амперметра, вольтметра и ваттметра в этой цепи. Записать уравнения для мгновенных значений тока  $i = f(t)$  и напряжения  $u = f(t)$ .

3. К цепи, состоящей из последовательно соединённых конденсатора  $C = 500 \text{ мкФ}$  и активного сопротивления  $R = 10 \text{ Ом}$  приложено несинусоидальное напряжение.

Действующие значения гармонических составляющих напряжения:  $U_1 = 400 \text{ В}$ ;  $U_3 = 300 \text{ В}$ ;  $U_5 = 200 \text{ В}$ ;  $U_7 = 150 \text{ В}$ . Частота первой гармоники  $f_1 = 10 \text{ Гц}$ .

Определить показания амперметра, вольтметра и ваттметра в этой цепи. Записать уравнения для мгновенных значений тока  $i = f(t)$  и напряжения  $u = f(t)$ .

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15

<b>Тема:</b>	Расчёт параметров цепей в переходных режимах
<b>Цель работы:</b>	<p>Расчёт параметров цепей в переходных режимах.</p> <p>В результате выполнения практической работы студенты должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей.</li> </ul> <p>должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчёта и измерения основных параметров электрических и магнитных цепей;</li> <li>- основные законы электротехники;</li> <li>- параметры электрических схем и единицы их измерения;</li> <li>- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.</li> </ul>
<b>Порядок</b>	1. Усвоить теоретический материал по теме: «Расчёт

<b>выполнения практической работы</b>	параметров цепей в переходных режимах». 2. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь. 3. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю
---	---

### *Теоретическая часть*

Законы коммутации:

- 1) ток в индуктивности не может изменяться скачком;
- 2) напряжение на емкости не может изменяться скачком.

Постоянная времени  $\tau_L = \frac{L}{R}$  и  $\tau_C = R \cdot C$

Изменение тока в катушке индуктивности  $i = I \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau_L}})$

Установившийся ток  $I = \frac{U}{R}$

ЭДС самоиндукции  $e_L = U \cdot e^{-\frac{t}{\tau_L}}$

Изменение напряжения на конденсаторе  $u_C = U \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau_C}})$

Ток при зарядке конденсатора  $i = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau_C}}$

### *Задания практической работы № 15*

1. Катушка электромагнита с параметрами  $R = 11 \text{ Ом}$  и  $L = 0,11 \text{ мГн}$  питается от сети постоянного тока напряжением  $U = 110 \text{ В}$ . Определить время  $t$ , за которое ток в катушке увеличиться до  $8 \text{ А}$ .

2. Катушка с параметрами  $R = 10 \text{ Ом}$  и  $L = 100 \text{ мГн}$  включена на постоянное напряжение  $U = 100 \text{ В}$ . Определить время  $t$ , за которое переходный процесс будет практически закончен.

3. Конденсатор  $C = 2 \text{ мкФ}$  соединен последовательно с резистором. При каком сопротивлении  $R$  переходный процесс практически закончиться в течение  $t = 10 \text{ с}$ , если практическое окончание переходного процесса произойдет за время  $t = 5\tau$ ?

4. В цепь с постоянным напряжением  $U = 120 \text{ В}$  включены параллельно конденсатор  $C = 3 \text{ мкФ}$  и резистор  $R = 40 \text{ Ом}$ . Определить начальный ток, практическую длительность разряда конденсатора при мгновенном отключении параллельного участка цепи.



## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ УЧЕБНЫХ ИЗДАНИЙ, ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ, ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### **Основная литература:**

1. Гальперин М.В. Электротехника и электроника: учебник / М.В. Гальперин. — 2-е изд. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2016. — 480 с. (2 экз.).
2. Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники: учебник / И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.Я. Фролов. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-0523-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112073> (дата обращения: 26.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Тимофеев, И.А. Основы электротехники, электроники и автоматики. Лабораторный практикум: учебное пособие / И.А. Тимофеев. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-2264-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87595> (дата обращения: 26.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная литература:**

1. Алиев И.И. Электротехника и электрооборудование [Электронный ресурс]: справочник. Учебное пособие для вузов / Алиев И.И. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 1199 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9654.html>. — ЭБС «IPRbooks».

### **Интернет-ресурсы:**

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru>.
2. Национальная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>.
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru>.
4. Федеральный Интернет-портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>.