

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Блинова Светлана Павловна

Должность: Заместитель директора по учебно-воспитательной работе

Дата подписания: 29.09.2020 11:02:32

Уникальный программный ключ:

1cafd4e102a27ce11a89a2a7ceb30237f3ab5c65

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Норильский государственный индустриальный институт»

**Политехнический колледж**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по организации самостоятельной работы  
для обучающихся очного отделения  
по учебной дисциплине  
«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»**

Для специальности:  
13.02.01 Тепловые электрические станции

Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Электротехника и электроника» для обучающихся очного отделения составлены на основе рабочей программы в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 13.02.01 Тепловые электрические станции.

Организация-разработчик: Политехнический колледж ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт»

Разработчик:  
Зайцева И.Н. - преподаватель

Рассмотрены на заседании цикловой комиссии:  
Тепловые электрические станции

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Семенова С.И.

Утверждена методическим советом политехнического колледжа ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Протокол заседания методического совета № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ С.П. Блинова

## Содержание

Введение	4
Методические указания по выполнению самостоятельной работы	5
Самостоятельная работа по дисциплине «Электротехника и электроника»	7
Библиографический список	38

## Введение

Самостоятельная работа студентов как форма самообразования является основной в технологии обучения.

Самостоятельная работа студентов – это *обязательный вид подготовки специалистов*, ведущей формой которой являются активные методы обучения, формирующие творческий подход к решению проблем, стремление к самообразованию, уверенность в себе.

Методические указания по самостоятельной работе для студентов по дисциплине «Электротехника и электроника», способствуют:

- систематизации и закреплению полученных теоретических знаний и практических умений;
- формирования умений использовать нормативную, специальную, дополнительную литературу;
- развитию познавательных способностей и активности студентов.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Электротехника и электроника» представляет собой:

- по форме изложения - письменную и устную форму;
- по форме организации – внеаудиторную форму.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Электротехника и электроника» заключается в:

- составление конспекта по теме;
- подготовка к выполнению лабораторных работ;
- решение задач;
- подготовка рефератов;
- составление сводных таблиц.

Студентам необходимо ознакомиться с методическими указаниями по выполнению самостоятельной работы перед её выполнением.

Контроль над выполнением самостоятельной работы студентами выполняется преподавателем проверкой тетрадей или устным опросом.

При необходимости, если возникли вопросы по выполнению самостоятельной работы или ее оформлению, студент может обратиться за консультацией к преподавателю с учетом его расписания.

Самостоятельная работа выполняется в сроки, установленные преподавателем в соответствии с графиком учебного процесса.

## **Методические указания по выполнению самостоятельной работы**

Работа с учебной литературой развивает умения и навыки самостоятельно приобретать необходимые знания.

### **Оформление компьютерной презентации**

Компьютерная презентация должна быть разработана в среде Microsoft PowerPoint. Рекомендуемое количество слайдов в презентации – не более 15. Фон слайда должен быть светлым (желательно - не белым).

Текст надписей должен быть крупным, темного цвета, хорошо различимым из аудитории.

Титульный слайд презентации в обязательном порядке должен содержать следующую информацию:

- наименование комиссии;
- наименование специальности;
- тема презентации;
- ФИО и код учебной группы студента;
- год выполнения работы.

Все слайды презентации (кроме титульного слайда и слайда с содержанием) должны содержать номера для удобства ссылки на них в процессе изложения доклада.

Графики, диаграммы и схемы должны быть, по-возможности, размером во весь экран и достаточно четко восприниматься из аудитории.

Звуковое сопровождение слайдов и излишнее применение анимационных эффектов не допускается.

Разработчику презентации необходимо знать, что восприятие цветовых гамм на экране монитора и на демонстрационном экране нередко различается. Поэтому перед показом на защите необходим предварительный просмотр презентации на демонстрационном экране, после чего может оказаться необходимой различного рода корректировка слайдов.

Управление показом презентации во время доклада должно осуществляться выступающим студентом самостоятельно в ручном режиме.

### **Подготовка к выполнению практических работ**

Выполнение практических работ является проверкой знаний студентов по определенной теме. Студент должен самостоятельно решить свою практическую работу, оформить и защитить её.

Выполнение практических работ начинается после определения номера варианта (по журналу). Задания, которые необходимо выполнить по данному варианту, выбираются из перечня, приведённого в примерной тематике практических работ (практических заданий). Студент должен проявить

максимум самостоятельности. Оформленная практическая работа (практическое задание) сдается преподавателю.

### **Решение задач**

Существуют различные типы задач: задачи – рисунки, графические, расчетные, ситуационные, задачи с образцами решения, экспериментальные. Учебная литература - учебник или методические указания по самостоятельной работе могут помочь в выработке умений решать их. При решении задач действуют по одному из нижеперечисленных способов:

- прочитать условие задачи и найти в учебной литературе тему или ее фрагмент с описанием того явления, о котором идет речь в условии;
- найти в учебной литературе условные обозначения, например, необходимых физических величин, формулы, таблицы для определения искомой величины;
- после решения задачи и получения ответа найти в учебнике тот материал, который подтвердит его правильность.

### **Составление сводной таблицы**

Положительной чертой этого вида самостоятельной работы является то, что она учит выбирать главное, четко и логично излагать мысли, дает возможность усвоить материал еще в процессе его изучения.

Она требует от студента серьезных усилий, так как развивает умения осуществлять выборку материала по определенной теме, систематизацию отобранного материала и представления его в табличном виде.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- уровень усвоения студентом учебного материалы;
- умения студента использовать теоретические знания при решении задач;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

## Самостоятельная работа по дисциплине «Электротехника и электроника»

### Раздел 1 Электротехника

#### Тема 1.1 Электрическое поле

##### Вид самостоятельной работы по теме:

- 1 решение задач;
- 2 составление сводной таблицы «Общая емкость цепи при последовательном, параллельном соединении конденсаторов».

#### Самостоятельная работа 1

Решение задач по теме «Проводники и диэлектрики в электрическом поле»

**Цель:** развить и закрепить навыки решения задач.

#### Типовые задачи с решениями

**Пример 1.** На заряд  $Q = 16 \cdot 10^{-8}$  Кл действует сила  $F = 2,4 \times 10^{-3}$  Н. Определить напряженность электрического поля в данной точке. Определить заряд  $Q_0$ , создающий это поле, если он удален от этой точки на расстояние  $r = 0,3$  м в вакууме.

**Решение.** Напряженность поля в данной точке, : В/м

$$E = F / Q = 2,4 \cdot 10^{-3} / (16 \cdot 10^{-8}) = 0,15 \cdot 10^5.$$

Значение заряда при данной напряженности, Кл:

$$Q_0 = E 4\pi\epsilon_0 r^2 = 0,15 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot (0,3)^2 = 15 \cdot 10^{-8}.$$

**Пример 2.** Два разнополярных заряда в стекле  $Q_1 = +3,5 \times 10^{-9}$  Кл и  $Q_2 = -3,5 \cdot 10^{-9}$  Кл находится на расстоянии  $r = 18$  см друг от друга. Заряд  $Q_3 = +2 \cdot 10^{-8}$  Кл расположен на расстоянии  $r = 24$  см от этих двух зарядов. Определить значение и направление напряженности поля  $E$  в точке, находящейся посередине между зарядами  $Q_1$  и  $Q_2$ .

**Решение.** Определим напряженность электрического поля от действия заряда  $Q_1$  в искомой точке, В/м:

$$E_1 = \frac{Q_1}{4\epsilon_0 r_1^2} = \frac{3,5 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 3,14 \cdot 7 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 9^2 \cdot 10^{-4}} = 550.$$

Напряженность  $E_2 = 550$  В/м, так как  $Q_1 = Q_2$  и  $r_1 = r_2$ .

Для определения напряженности в этой же точке от действия заряда  $Q_3$  необходимо найти расстояния  $r_3$  этой точки от заряда  $Q_3$  (из прямоугольного треугольника имеем), см:

$$r_3 = \sqrt{24^2 - 9^2} = 22,2.$$

Найдем напряженность  $E_3$ , В/м:

$$E_3 = \frac{Q_3}{4\pi\epsilon_0 r_3^2} = \frac{2 \cdot 10^{-8}}{4 \cdot 3,14 \cdot 7 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} (22,2)^2 \cdot 10^{-4}} = 520.$$

Определим вектор напряженности поля в указанной точке, В/м:

$$E = E_1 + E_2 + E_3.$$

Векторы  $E_1$  и  $E_2$  направлены в одну сторону (так как заряды  $Q_1$  и  $Q_2$  - разноименные) и

$$E_{12} = E_1 + E_2 = 1100.$$

Вектор  $E_3$  направлен перпендикулярно вектору  $E_{12}$ , и суммарный вектор напряженности, В/м :

$$E = \sqrt{1100^2 + 520^2} = 1220.$$

При определении направления вектора  $E$  необходимо помнить, что оно совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд.

**Пример 3.** К выводам плоского воздушного конденсатора приложено напряжение  $U=800$  В. Определить напряженность электрического поля конденсатора при расстоянии между пластинами  $r = 5$  мм и силу, действующую в этом поле на единичный заряд  $Q = 1,5 \cdot 10^{-5}$  Кл. Определить емкость конденсатора, если площадь каждой  $S=24$  см<sup>2</sup>. Как изменится его емкость, если конденсатора поместить в спирт?

**Решение.** Напряженность электрического поля плоского конденсатора, В/см:

$$E = U / d = 800 / 0,5 = 1600.$$

Если заряд помещен в электрическое поле конденсатора, то, Н:

$$F = EQ = 1600 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} = 0,024.$$

Емкость плоского воздушного конденсатора, пФ:

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 24}{0,5} = 425 \cdot 10^{-12} \Phi = 425.$$

Если конденсатор помещен в спирт, диэлектрическая проницаемость которого  $\epsilon = 33$ , емкость увеличивается в 33 при неизменных расстоянии между пластинами и площади пластин:

$$C' = C\epsilon = 425 \cdot 33 = 14000, \text{ пФ}.$$

**Пример 4.** Два плоских конденсатора емкостями  $C_1 = 0,5$  мкФ и  $C_2 = 1,5$  мкФ соединены последовательно и подключены к источнику питания. При этом на обкладках конденсаторов появился заряд  $Q = 4,5 \cdot 10^{-4}$  Кл. Оба конденсатора имеют одинаковые площади пластин и одинаковый диэлектрик. Определить общую (эквивалентную) емкость соединения, подведенное напряженность электрического поля второго конденсатора  $E = 2000$  В/см. Определить энергию электрического поля эквивалентного конденсатора.

**Решение.** Определим напряжения  $U_1$  и  $U_2$  на конденсаторах, В:

$$U_1 = Q / C_1 = 4,5 \cdot 10^{-4} / (0,5 \cdot 10^{-3}) = 900,$$

$$U_2 = Q / C_2 = 4,5 \cdot 10^{-4} / (1,5 \cdot 10^{-6}) = 300.$$

Напряжение, подведенное к зажимам цепи, В:

$$U = U_1 + U_2 = 900 + 300 = 1200.$$

Общая, или эквивалентная, емкость последовательно соединенных конденсаторов соединенных конденсаторов, мкФ:

$$C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2) = 0,5 \cdot 1,5 / (0,5 + 1,5) = 0,375$$

или

$$C = Q / U = 4,5 \cdot 10^{-4} / 1200 = 0,375 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 0,375.$$

Определим расстояние  $d_2$  между пластинами второго конденсатора, см:

$$d_2 = U_2 / E = 300 / 2000 = 0,15.$$

Если конденсаторы имеют одинаковые площади пластин и один и тот же диэлектрик, то

$$C_1 / C_2 = d_2 / d_1,$$

откуда

$$d_1 = \frac{C_2 d_2}{C_1} = \frac{1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 0,45.$$

Энергия электрического поля, Дж:

$$W = CU^2 / 2 = 0,375 \cdot 10^{-6} \cdot 1200^2 / 2 = 0,29.$$

### Задачи для самостоятельного решения

1 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 помещенными, в воду, керосин.

2 Два заряда  $Q_1 = 5 \cdot 10^{-8}$  Кл и  $Q_2 = 12 \cdot 10^{-8}$  Кл, находящиеся на расстоянии  $r = 20$  см друг от друга, разделены диэлектриком. В качестве диэлектрика использована парафинированная бумага. Определить силу взаимодействия этих зарядов. Как она изменится, если убрать диэлектрик?

3 Определить силу взаимодействия двух зарядов  $Q_1 = 3,5 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $Q_2 = 6 \cdot 10^{-7}$  Кл, находящихся на расстоянии  $r = 5$  см друг от друга и помещенных в воду. Как изменится сила взаимодействия, если воду заменить: 1) трансформаторным маслом; 2) спиртом; 3) керосином; 4) парафином?

4 Два заряда  $Q_1$  и  $Q_2$ , находящихся на расстоянии  $r = 10$  см в воздухе, взаимодействуют с силой  $F = 1,2$  Н. Определить заряд  $Q_2$ , если известно, что  $Q_1 = 6 \cdot 10^{-7}$  Кл.

5 Между двумя зарядами  $Q_1 = 22 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $Q_2 = 5 \cdot 10^{-7}$  Кл помещен электрокартон. Сила взаимодействия этих зарядов  $F = 0,8$  Н. Определить расстояние между ними.

6 Два заряда  $Q_1$  и  $Q_2$ , находящиеся на расстоянии  $r = 25$  см в воздухе, взаимодействуют с силой  $F = 0,1$  Н. Определить заряд  $Q_2$ , если  $Q_1 = 1,5 \cdot 10^{-6}$  Кл. Как изменится  $Q_2$ , если между зарядами поместить: 1) стекло; 2) плексиглас; 3) янтарь; 4) эбонит; 5) воду; 6) фарфор?

Литература: [1 с 9-36].

## Самостоятельная работа 2

Составление сводной таблицы «Общая емкость цепи при последовательном, параллельном соединении конденсаторов»

**Цель:** систематизация знаний о последовательном и параллельном соединении конденсаторов.

В таблице 1.1 представить основные уравнения для последовательного и параллельного соединения конденсаторов.

Таблица 1.1 - Общая емкость цепи при последовательном, параллельном соединении конденсаторов

Уравнения, характеристики	Вид соединения	
	Последовательное	Параллельное
Схема		
Общий заряд соединения		
Общее напряжение		
Заряд каждого конденсатора		
Напряжение на каждом конденсаторе		
Общая емкость соединения		
Емкость каждого конденсатора		

Литература: [1, с 38 - 42].

## Раздел 2 Электрические цепи постоянного тока

### Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока

**Вид самостоятельной работы по теме:**

- 1 решение задач;
- 2 составление сводной таблицы «Общее сопротивление цепи при последовательном, параллельном соединении резисторов»;
- 3 подготовка к выполнению лабораторных работ 1, 2, 3, 4, 5, 6;
- 4 оформление компьютерных презентаций.

## Самостоятельная работа 3

Решение задач по теме «Простые и сложные цепи постоянного тока»

**Цель:** развить и закрепить навыки решения задач.

### Типовые задачи с решениями

**Пример 5.** Определить э.д.с. генератора и его внутреннее сопротивление, если при мощности нагрузки  $P_1 = 2,7$  кВт напряжение на зажимах генератора  $U = 225$  В, при мощности  $P_2 = 1,84$  кВт напряжение  $U = 230$  В.

**Решение.** Определим токи, проходящие в нагрузке, для обоих случаев, А:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{2,7 \cdot 10^3}{225} = 12,$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{1,84 \cdot 10^3}{230} = 8.$$

Воспользуемся законом Ома для всей цепи:

$$I = E / (R + r) \text{ или } E = IR + Ir$$

И запишем два уравнения (для двух режимов работы цепи):

$$E = I_1 R + I_1 r = 225 + 12r,$$

$$E = I_2 R + I_2 r = 230 + 8r.$$

Решая эту систему уравнений, определяем  $E$  и  $r$ :

$$E = 240 \text{ В}, \quad r = 1,25, \text{ Ом}.$$

**Пример 6.** К источнику постоянного тока напряжением  $U = 150$  В подключена нагрузка, состоящая из четырех параллельных ветвей. Мощность, потребляемая каждой ветвью, соответственно  $P_1 = 90$  Вт,  $P_2 = 270$  Вт,  $P_3 = 157,5$  Вт,  $P_4 = 360$  Вт. Определить проводимость и ток каждой ветви, общую проводимость и эквивалентное сопротивление нагрузки, ток в неразветвленной части цепи.

**Решение.** Зная мощность и ток каждой ветви, при заданном значении входного напряжения можно записать:

$$P = UI = U^2 G,$$

Так как ток в каждой параллельной ветви:

$$I = UG.$$

Тогда проводимость в ветвях, Ом<sup>-1</sup>.

$$G_1 = 90/150^2 = 4 \cdot 10^{-3},$$

$$G_2 = 270/150^2 = 12 \cdot 10^{-3},$$

$$G_3 = 157,5/150^2 = 7 \cdot 10^{-3},$$

$$G_4 = 360/150^2 = 16 \cdot 10^{-3}.$$

Эквивалентная проводимость нагрузки, Ом<sup>-1</sup>:

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = 39 \cdot 10^{-3}.$$

Эквивалентное сопротивление нагрузки, Ом:

$$R = 1/G = 1/(39 \cdot 10^{-3}) = 25,6.$$

Токи в ветвях определим по формуле  $I = UG$ , А:

$$I_1 = UG_1 = 150 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 0,6,$$

$$I_2 = UG_2 = 150 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 1,8,$$

$$I_3 = UG_3 = 150 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 1,05,$$

$$I_4 = UG_4 = 150 \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 2,4.$$

Ток в неразветвленной части цепи, А:

$$I = UG = 150 \cdot 39 \cdot 10^{-3} = 5,85$$

или

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0,6 + 1,8 + 1,05 + 2,4 = 5,85.$$

**Пример 7.** На нагревательном элементе в течение 0,5 ч работы выделилось 550 ккал теплоты. Определить сопротивление элемента, потребляемый им ток, его мощность и затрачиваемую энергию при напряжении  $U=220$  В.

**Решение.** По закону Джоуля – Ленца:

$$Q=0,24UIt,$$

Откуда ток, А:

$$I = \frac{Q}{0,24Ut} = \frac{550 \cdot 10^3}{0,24 \cdot 220 \cdot 1800} = 5,8.$$

Сопротивление нагревателя, Ом:

$$R = U / I = 220 / 5,8 = 38.$$

Мощность нагревателя, кВт:

$$P = UI = 220 \cdot 5,8 = 1270 \text{ Вт} = 1,27.$$

Энергия, потребляемая за 0,5 ч работы, кВт·ч:

$$W = Pt = 1,27 \cdot 0,5 = 0,635.$$

**Пример 8.** Двухпроводная линия питается от источника мощностью  $P=2,5$  кВт при токе потребления  $I=12$  А. Определить мощность нагрузки, потерю напряжения и к. п. д. линии, если ее длина составляет  $l=1200$  м, а диаметр медных проводов  $d=4,5$  мм.

**Решение:** Определим сопротивление проводов линии, Ом:

$$R_{np} = \rho \frac{2l}{S} = \rho \frac{2l4}{\pi d^2} = 0,0175 \frac{2 \cdot 1200 \cdot 4}{3,14 \cdot 4,5^2} = 2,64.$$

Зная ток в линии, определим потерю напряжения в ней, В:

$$\Delta U = R_{np} I = 2,64 \cdot 12 = 31,7.$$

Мощность потерь в линии, Вт:

$$\Delta P_{л} = \Delta UI = 31,7 \cdot 12 = 380.$$

Мощность, потребляемая нагрузкой, кВт:

$$P_n = P_{уст} - \Delta P_{л} = 2500 - 380 = 2120 \text{ Вт} = 2,12.$$

Коэффициент полезного действия линии:

$$\eta = \frac{P_n}{P_{уст}} 100\% = \frac{2,12}{2,5} 100\% = 85\%.$$

### Задачи для самостоятельного решения

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

8 Определить время прохождения заряда  $Q=0,6$  Кл по проводнику при заданном значении тока: 1)  $I=0,5$  А; 2)  $I=0,03$  А; 3)  $I=2$  мА, 4)  $I=50$  мА; 6)  $I=2$  А.

9 Через пересеченное сечение проводника  $S=2,5$  мм<sup>2</sup> за время  $t=0,04$  с прошел заряд  $Q=20 \cdot 10^{-3}$  Кл. Определить плотность тока в проводнике.

10 По проводнику с поперечным сечением  $S=0,24$  мм<sup>2</sup> проходит ток, плотность которого  $J=5$  А/мм<sup>2</sup>. Определить ток и заряд, прошедший через проводник за время: 1) 0,005 с, 2) 1 с; 3) 100 мкс; 4) 20 мс; 5) 0,4 с; 6) 5 с.

11 Определить сопротивление провода, имеющего длину  $l=150$  м и диаметр  $d=0,2$  мм, выполненного из: 1) константана; 2) латуни; 3) стали; 4) фехраля; 5) платины; 6) алюминия.

12 Определить длину медного изолированного провода, если его диаметр  $d=0,3$  мм, а сопротивление  $R=82$  Ом.

Литература: [1, с 45 - 62].

### Самостоятельная работа 4

Составление сводной таблицы «Общее сопротивление цепи при последовательном, параллельном соединении резисторов.

**Цель:** систематизация знаний о последовательном и параллельном соединении резисторов.

В таблице 1.2 представить основные уравнения для последовательного и параллельного соединения резисторов.

Таблица 1.2 - Общее сопротивление цепи при последовательном, параллельном соединении резисторов

Уравнения, характеристики	Вид соединения	
	Последовательное	Параллельное
Схема		
Общий ток в соединении		
Общее напряжение		
Ток на каждом резисторе		
Напряжение на каждом резисторе		

Общее сопротивление соединения		
Проводимость каждого участка		
Общая проводимость соединения		

**Литература:** [1, с 66 - 77].

### **Самостоятельная работа 5**

Оформление компьютерных презентаций по теме «Простые и сложные цепи постоянного тока»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

**Темы презентаций:**

- Основные и вспомогательные элементы электрических цепей;
- Режимы работы электрических цепей.

### **Самостоятельная работа 6**

Подготовка рефератов по теме «Расчет электрических цепей постоянного тока»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, находить нужную информацию, выделять главное.

**Темы рефератов:**

- Метод контурных токов;
- Метод узлового напряжения;
- Метод наложения;
- Метод эквивалентного генератора.

Литература: [1, с 99-115].

### **Самостоятельная работа 7**

Оформление компьютерных презентаций по теме «Расчет электрических цепей постоянного тока»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

### Темы презентаций:

- Последовательное соединение пассивных элементов;
- Параллельное соединение пассивных элементов.

### Тема 1.3 Электромагнетизм

**Вид самостоятельной работы по теме:** решение задач.

#### Самостоятельная работа 8

Решение задач по теме «Магнитные цепи»

**Цель:** развить и закрепить навыки решения задач.

#### Типовые задачи с решениями

**Пример 9.** В однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,04$  Тл на подвесе помещен проводник длиной  $l=70$  см перпендикулярно линиям поля. Определить электромагнитную силу при токах  $I=0,5; 1,0; 1,5; 2,0$  и  $2,5$  А. При каком значении тока произойдет разрыв нити, если сила натяжения для разрыва нити составляет  $F_H=0,08$  Н, сила тяжести проводника  $P=0,018$  Н? Определить минимальный ток для разрыва нити подвеса.

**Решение.** На проводник с током действует сила

$$F = I \cdot B \cdot l.$$

Определяем  $F$  для указанных значений токов, Н:

$$F_1 = 0,5 \cdot 0,04 \cdot 70 \cdot 10^{-2} = 0,014,$$

$$F_2 = 1 \cdot 0,04 \cdot 70 \cdot 10^{-2} = 0,028,$$

$$F_3=0,042, F_4=0,056, F_5=0,07.$$

Разрыв нити произойдет при

$$F_H = P + F,$$

следовательно, электромагнитная сила разрыва, Н:

$$F = F_H - P = 0,08 - 0,018 = 0,062.$$

Тогда ток, А:

$$I = \frac{F}{Bl} = \frac{0,062}{0,04 \cdot 0,7} = 2,2,$$

т. е. минимальный ток разрыва нити подвеса составляет  $2,2$  А.

**Пример 10.** На половину длины каркаса с наружным диаметром  $D=240$  мм и внутренним  $d=190$  мм, имеющим прямоугольное сечение площадью  $S=400$  мм<sup>2</sup>, равномерно нанесена обмотка медным проводом. Определить число витков, индуктивность, сопротивление обмотки и необходимую длину провода (для намотки в один ряд), если магнитная индукция катушки на ее

оси составляет  $B = 1,6 \cdot 10^{-3}$  Тл при токе катушки  $I = 3,6$  А. Плотность тока  $J = 2$  А/мм<sup>2</sup>.

**Решение.** В связи с тем, что намотка произведена на половину длины каркаса, расчет надо вести по формулам для прямолинейной катушки.

Напряженность поля катушки:

$$H = Iw/l_K = 2Iw/l_{cp},$$

где  $l_K = 1/2 l_{cp}$  – половина длины каркаса;  $l_{cp} = \pi D_{cp}$  – средняя длина катушки, мм,

где

$$D_{cp} = \frac{D_{HAP} + D_{BH}}{2} = \frac{240 + 190}{2} = 215 \text{ мм};$$

$$l_{cp} = 3,14 \cdot 215 = 675.$$

Напряженность поля может быть определена из соотношения, А/м:

$$B = \mu_a H = \mu \cdot \mu_0 H,$$

откуда

$$H = \frac{B}{\mu \cdot \mu_0} = \frac{1,6 \cdot 10^{-3}}{1,256 \cdot 10^{-6}} = 1274,$$

тогда

$$w = \frac{H \cdot l_{cp}}{2I} = \frac{1274 \cdot 675 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,6} = 120 \text{ витков}.$$

Определим индуктивность катушки, Гн:

$$L = \frac{w \cdot \Phi}{I} = \frac{w \cdot B \cdot S}{I} = \frac{120 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 400 \cdot 10^{-6}}{3,6} = 21,4 \cdot 10^{-6}$$

или

$$L = \frac{\mu_a w^2 S}{l_{cp}} = \frac{1,256 \cdot 10^{-6} \cdot 120^2 \cdot 400 \cdot 10^{-6}}{0,5 \cdot 675 \cdot 10^{-3}} = 21,4 \cdot 10^{-6}.$$

Определим необходимую длину провода для намотки этой катушки.

Длина одного витка  $l_{\text{витка}} = 82$  мм.

Длина провода:

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{витка}} \cdot w = 82 \cdot 120 = 9840 \text{ мм} = 9,84 \text{ м}.$$

Определим диаметр (мм) и сечение (мм<sup>2</sup>) медного провода, примененного для намотки катушки:

$$S_{\text{пр}} = I/J = 3,6/2 = 1,8.$$

$$d_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{S_{\text{пр}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{1,8}{3,14}} = 0,57.$$

Тогда его сопротивление, Ом:

$$R = \rho \frac{l}{S} = 0,0176 \cdot \frac{9,84}{0,57} = 0,29.$$

**Пример 11.** Катушка, имеющая  $w=500$  витков, внесена в однородное магнитное поле, индукция которого возросла при этом от 0 до 0,8 Тл за время  $t=0,1$  с. К катушке подключен резистор сопротивлением  $R=20$  Ом. Определить ток и мощность, выделившуюся в резисторе, если сечение катушки  $S=12$  см<sup>2</sup> и ее сопротивление  $R_k = 4$  Ом.

**Решение.** Определим э. д. с, наведенную в катушке, В:

$$e = -wS \frac{dB}{dt} = -500 \cdot 12 \cdot 10^{-4} \frac{0,8}{0,1} = -4,8.$$

Зная сопротивление всей цепи  $R=24$  Ом, определим ток в катушке, А:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4,8}{24} = 0,2.$$

Мощность, выделившаяся на резисторе, Вт:

$$P = I^2 \cdot R = 0,2^2 \cdot 20 = 0,8.$$

### Задачи для самостоятельного решения

13 В однородное магнитное поле под углом  $60^\circ$  к линиям магнитного поля помещена прямоугольная рамка с размерами сторон 30 и 50 см. Определить поток, пронизывающий эту рамку, если  $B=0,9$  Тл.

14 Определить диаметр рамки, помещенной в однородное магнитное поле с магнитной индукцией  $B=0,6$  Тл под углом  $45^\circ$  к линиям магнитного поля, при этом  $\Phi=0,0085$  Вб.

15 Прямолинейный проводник длиной  $l=0,3$  м, по которому проходит ток  $I=12$  А, помещен в однородное магнитное поле с магнитной индукцией  $B=0,5$  Тл. Определить силу, действующую на проводник, если он расположен: а) перпендикулярно линиям поля; б) вдоль линий поля.

16 В однородном магнитном поле находится прямолинейный проводник с током  $I=25$  А и длиной  $l=80$  см под углом  $30^\circ$  к вектору магнитной индукции. Определить магнитную индукцию поля, если сила, действующая на проводник,  $F=3,2$  Н.

17 По прямолинейному проводнику проходит ток  $I=50$  А. Определить напряженность и индукцию поля в точке, отстоящей на расстоянии  $R=25$  мм от проводника. Окружающая среда – воздух. Определить те же величины при токах 10, 30 и 100 А.

18 По кольцевой катушке, намотанной на каркас из гетинакса, проходит ток 1,5 А. Катушка имеет  $w=250$  витков. Наружный диаметр её  $D=52$  мм, внутренний  $d=42$  мм. Определить максимальную, минимальную и среднюю напряженности поля внутри катушки.

Литература: [1, с 118-133].

## Самостоятельная работа 9

Решение задач по теме «Электромагнитная индукция, явление и ЭДС самоиндукции»

**Цель:** развить и закрепить навыки решения задач.

### Типовые задачи с решениями

**Пример 12.** Через центр кольца с площадью поперечного сечения  $S=1$  см<sup>2</sup>, средним диаметром  $d=3$  см и числом витков  $w=100$  пропущен провод. Определить э.д.с, наведенную в нем, если магнитная проницаемость сердечнике  $\mu=3000$ , а ток  $I$  в обмотке кольца за  $t=0,03$  секунд изменился на 12 А.

**Решение.** Э.д.с, наведенная в проводнике:

$$e = -M \frac{\Delta B}{\Delta t}.$$

Для определения ее необходимо найти значение взаимной индуктивности, Гн:

$$M = \frac{\Psi}{I} = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot w_1 \cdot w_2 \cdot S}{l_{cp}} = \frac{3000 \cdot 1,256 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-2}} = 0,4 \cdot 10^{-3}.$$

Тогда э.д.с, В:

$$e = -0,4 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{12}{0,03} = 0,16.$$

**Пример 13.** На стальное кольцо с магнитной проницаемостью  $\mu=4000$  намотаны равномерно две обмотки с числом витков  $w=800$  и 300. Сечение кольца круглое, площадью  $S=0,8$  см<sup>2</sup>, его наружный диаметр  $D=50$  мм. Определить энергию магнитного поля внутри кольца, если токи  $I = 2$  А и  $I = 4,5$  А проходят: а) в одном направлении; б) в противоположном.

**Решение.** Энергию магнитного поля двух связанных катушек определим из выражения:

$$W = \frac{L_1 I_1^2}{2} + \frac{L_2 I_2^2}{2} \pm M \cdot I_1 \cdot I_2.$$

Прежде чем определить эту энергию, найдем  $L_1$ ,  $L_2$  и  $M$ . Определим индуктивность первой катушки:

$$L_1 = \mu \cdot \mu_0 \frac{w_1^2}{l_{cp}} S,$$

где  $l_{cp} = \pi D_{cp}$ ;  $D_{cp} = D - d$ .

Найдем диаметр поперечного сечения кольца  $d$ , мм, из выражения  $S = \pi d^2 / 4$ :

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 80}{3,14}} = 10,4$$

и

$$D_{cp} = 50 - 10,4 = 39,6.$$

Индуктивность первой катушки, Гн:

$$L_1 = 4000 \cdot 1,256 \cdot 10^{-6} \frac{800^2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 39,6 \cdot 10^{-3}} = 2,06.$$

Рассчитаем индуктивность второй катушки, Гн:

$$L_2 = 4000 \cdot 1,256 \cdot 10^{-6} \frac{300^2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 39,6 \cdot 10^{-3}} = 0,29.$$

Определим взаимную индуктивность двух катушек, Гн:

$$M = \mu \cdot \mu_0 \frac{w_1 \cdot w_2}{l_{cp}} S = 4000 \cdot 1,256 \cdot 10^{-6} \frac{300 \cdot 800 \cdot 0,8 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 39,6 \cdot 10^{-3}} = 0,775.$$

Зная  $L_1$ ,  $L_2$  и  $M$ , найдем значение энергии двух катушек, Дж:

а) при токах, проходящих в одном направлении

$$W_1 = \frac{2,06 \cdot 2^2}{2} + \frac{0,29 \cdot 4,5^2}{2} + 0,775 \cdot 2 \cdot 4,5 = 14,07;$$

б) при токах, проходящих в противоположных направлениях

$$W_2 = \frac{2,06 \cdot 2^2}{2} + \frac{0,29 \cdot 4,5^2}{2} - 0,775 \cdot 2 \cdot 4,5 = 0,11.$$

### Задачи для самостоятельного решения

19 В прямолинейном проводнике с активной длиной  $l=0,8$  м при его перемещении в однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $B=0,7$  Тл перпендикулярно линиям этого поля наводится э.д.с.  $E=8,4$  В. Определить скорость перемещения проводника и путь, пройденный за время  $\Delta t=0,06$  с.

20 Магнитная индукция  $B$  однородного магнитного поля за время  $\Delta t=0,02$  с линейно изменилась на  $0,6$  Тл. Определить э.д.с., наведенную в витке площадью  $S=4,8$  см<sup>2</sup>, расположенном перпендикулярно линиям этого магнитного поля.

21 Контур, по которому проходит ток  $I=10,5$  А, имеет потокосцепление самоиндукции  $\Psi_L=0,008$  Вб. Определить индуктивность контура.

22 На зажимах катушки при линейном изменении тока  $\Delta I=5$  А появилась э.д.с.  $E=1,6$  В. Время изменения тока в катушке  $\Delta t=0,02$  с. Определить время и скорость изменения тока в катушке.

23 Энергия магнитного поля катушки  $W=12,8$  Дж. Определить потокосцепление самоиндукции и индуктивность катушки, если ток в ней  $I=6,4$  А.

24 Определить потокосцепление самоиндукции и энергию, запасенную в магнитном поле контура, по которому проходит ток  $I=12$  А, если индуктивность контура  $L=150$  мГн.

**Литература:** [1, с 148-162].

## Тема 1.4 Электрические цепи переменного тока

Вид самостоятельной работы по теме: решение задач.

### Самостоятельная работа 10

Решение задач по теме «Основные сведения о синусоидальном электрическом токе»

**Цель:** развить и закрепить навыки решения задач.

### Типовые задачи с решениями

**Пример 14.** Генератор переменного тока имеет частоту вращения 2800 об/мин. Определить частоту, период и угловую частоту электрического тока, если число пар полюсов генератора равно 6.

**Решение.** Частота электрического тока генератора, Гц:

$$f = pn / 60 = 6 \cdot 2800 / 60 = 280.$$

Период, сек:

$$T = 1 / f = 1 / 280 = 0,0036.$$

Угловая частота, рад/с:

$$\omega = 2\pi / T = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 280 = 1750.$$

**Пример 15.** Мгновенные значения тока и напряжения потребителя:

$$i = 18 \sin(785t - 30^\circ),$$

$$u = 210 \sin 785t.$$

Определить амплитудные и действующие значения тока и напряжения, их начальные фазы.

**Решение.** Амплитудные значения:

$$I_m = 18 \text{ A}, U_m = 210 \text{ B}.$$

Действующие значения, А и В:

$$I = I_m / \sqrt{2} = 18 / \sqrt{2} = 12,9,$$

$$U = U_m / \sqrt{2} = 210 / \sqrt{2} = 210 / \sqrt{2} = 149.$$

Начальная фаза тока  $\psi_i = -30^\circ$ , напряжения  $\psi_u = 0$ .

**Пример 16.** Напряжение и ток в неразветвленной цепи переменного тока:

$$u = 180 \sin(\omega t + \pi / 4), \text{ B},$$

$$i = 2,7 \sin(\omega t + \pi / 6), \text{ A}.$$

Определить время и угол сдвига по фазе между ними, их действующие значения, мгновенные значения для  $t=0$ , если  $f=20$  Гц.

**Решение.** Угол сдвига по фазе между двумя синусоидально изменяющимися сигналами:

$$\varphi = \psi_u - \psi_i = \frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{6} = \frac{5}{12} \pi = 75^\circ.$$

Временной сдвиг, сек:

$$\Delta t = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{\frac{5}{12}\pi}{2 \cdot 20\pi} = \frac{5}{480} = 0,0104.$$

Действующие значения:

$$U = U_m / \sqrt{2} = 180 / \sqrt{2} = 128 \text{ В.}$$

$$I = I_m / \sqrt{2} = 2,7 / \sqrt{2} = 1,9 \text{ А.}$$

Мгновенное значение тока и напряжения для  $t=0$ :

$$u = 180 \sin 45^\circ = 180 \cdot 0,707 = 127 \text{ В,}$$

$$i = -2,7 \sin 30^\circ = -2,7 \cdot 0,5 = -1,35 \text{ А.}$$

**Пример 17.** В однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,6$  Тл с частотой  $n=1200$  об/мин вращается прямоугольная рамка площадью  $S=25$  см<sup>2</sup>. Определить максимальную амплитуду наведенной в рамке э.д.с. и записать закон изменения э. д. с по времени при условии, что при  $t=0$  рамка параллельна линиям магнитной индукции.

**Решение.** Частота наведенной в рамке э. д. с. Гц:

$$f = pn / 60 = 1200 / 60 = 20.$$

Магнитный поток, пронизывающий рамку:

$$\Phi = BS \cos \alpha = BS \sin \varphi = BS \sin \omega t.$$

Мгновенное значение э. д. с.:

$$e = -\frac{d}{dt} = -\frac{d(B \cdot S \cdot \sin \omega t)}{dt} = -\omega \cdot B \cdot S \cdot \cos \omega t = -E_m \cos \omega t.$$

Тогда амплитудное значение э.д.с. при  $\cos \omega t = 1$ , т.е.  $\varphi = 0^\circ$ ,

$$E_m = \omega \cdot B \cdot S = 2 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 0,6 \cdot 25 \cdot 10^{-4} = 0,188 \text{ В,}$$

$$e = -0,188 \cos 125,6t.$$

**Пример 18.** В двух параллельно включенных приемниках проходят токи  $i_1 = 0,5 \sin(\omega t + \pi/2)$  А,  $i_2 = 1,2 \sin(\omega t + \pi/3)$  А. Определить амплитудное значение и начальную фазу тока в неразветвленной цепи и записать выражение для мгновенного значения этого тока.

**Решение.** Задача может быть решена графически и аналитически. Решим её аналитически. Амплитуда тока, А:

$$I_m = \sqrt{I_{1m}^2 + I_{2m}^2 + 2I_{1m} \cdot I_{2m} \cos(\psi_1 - \psi_2)} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cos 30^\circ} = 1,6.$$

Найдем начальную фазу искомого тока:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{I_{1m} \sin \psi_1 + I_{2m} \sin \psi_2}{I_{1m} \cos \psi_1 + I_{2m} \cos \psi_2} = \frac{0,5 + 1,2 \cdot 0,866}{1,2 \cdot 0,5} = 2,56,$$

$$\psi \approx 69^\circ \approx 0,38\pi.$$

Мгновенное значение тока, А:

$$i = 1,65 \sin\left(\omega t + \frac{38}{100}\pi\right).$$

### Задачи для самостоятельного решения

25 Определить период сигнала и его угловую частоту, если частота переменного тока 2 кГц.

26 Мгновенное значение э.д.с. генератора  $e = 8,45 \sin(1256t + \pi/4)$  В. Определить амплитудное и действующее значения э.д.с., угловую частоту, период и начальную фазу.

27 Синусоидально изменяющийся ток характеризуется действующим значением тока  $I = 2,5$  А, начальной фазой  $\psi_i = -30^\circ$  и частотой  $f = 500$  Гц. Изобразите в масштабе векторы тока для момента времени  $t = 0$ ;  $T/2$ .

28 Ток и напряжение на нагрузке, измеренные амперметром и вольтметром, соответственно равны 250 мА и 12,5 В. Ток отстает от напряжения на угол  $20^\circ$ . Записать выражения мгновенных значений этих величин, если начальная фаза тока  $\psi_i = -45^\circ$ . Изобразите кривые изменения этих величин и векторную диаграмму для момента времени  $t = 0$ .

29 Построить векторы тока и напряжения для момента времени  $t = 0$ , соответствующие следующим выражениям: 1)  $u_1 = 20 \sin(\omega t - \pi/3)$  В,  $i_1 = 1,3 \sin(\omega t + \pi/10)$  А, 2)  $u_2 = 36 \sin(\omega t + \pi/9)$  В,  $i_2 = 0,6 \sin(\omega t - \pi/6)$  А. определить действующие значения токов и напряжений и фазовый сдвиг между ними для каждого случая.

Литература: [1, с 166-176].

### Самостоятельная работа 11

Решение задач по теме «Элементы и параметры электрических цепей переменного тока»

**Цель:** развить и закрепить навыки решения задач.

### Типовые задачи с решениями

**Пример 19.** Фазовый сдвиг  $\varphi$  между напряжением на индуктивной катушке и током  $i = 7 \sin(628t + 45^\circ)$  равен  $30^\circ$ , при этом активная мощность  $P = 160$  Вт. Определить полное, активное и реактивное сопротивления катушки, ее индуктивность, полную и реактивную мощности. Записать выражения для мгновенных значений напряжения на катушке, на ее активном и индуктивном сопротивлениях. Построить векторную диаграмму для момента времени  $t = 0$ .

**Решение.** Действующее значение напряжения на катушке, В:

$$U = P / I \cos \varphi = 160 / ((7 / \sqrt{2}) \cdot 0,866) = 37,2.$$

Полное сопротивление катушки, Ом:

$$Z = U / I = 37,2 (7 \sqrt{2}) = 7,5.$$

Индуктивное сопротивление катушки, Ом:

$$X_L = Z \sin \varphi = 7,5 \cdot 0,5 = 3,75.$$

Активное сопротивление катушки, Ом:

$$R = \sqrt{Z^2 - X_L^2} = Z \cos \varphi = 7,5 \cdot 0,866 = 6,5.$$

Индуктивность катушки, мГн:

$$L = X_L / \omega = 3,75 / 628 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} = 6.$$

Полная мощность, ВА:

$$S = UI = 37,2 \cdot 7 / \sqrt{2} = 185.$$

Реактивная мощность, Вар:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}, \text{ или } Q = UI \sin \varphi,$$

$$Q = 37,2(7 / \sqrt{2})0,5 = 92,5.$$

Выражения для мгновенных значений напряжений, В:

а) на катушке

$$u = U_m \sin(628t \pm \psi_u),$$

$$U_m = U\sqrt{2} = 37,2 \cdot \sqrt{2} = 52,5,$$

$$\psi_u = \psi_i + \varphi = 45^\circ + 30^\circ = 75^\circ,$$

тогда

$$u = 52,5 \sin(628t + 75^\circ);$$

б) на активном сопротивлении катушки,

$$u_R = U_{Rm} \sin(628t + 45^\circ), U_{Rm} = u_R \sqrt{2} = I_m R = 7 \cdot 6,5 = 45,5,$$

тогда

$$u_R = 45,5 \sin(628t + 45^\circ);$$

в) на индуктивном сопротивлении катушки

$$u_L = L \frac{di}{dt} = 6 \cdot 10^{-3} \cdot 628 \cdot 7 \cos(628t - 45^\circ) = 26 \sin(628t + 135^\circ).$$

Для построения векторной диаграммы определяем действующие значения напряжений, В:

$$U_R = IR = (7 / \sqrt{2}) \cdot 6,5 = 32,2,$$

$$U_L = UX_L = (7\sqrt{2}) \cdot 3,75 = 18,6$$

и выбираем масштаб по напряжению и току. Затем по горизонтали откладываем положительное направление оси абсцисс и строим под углом  $\alpha = 45^\circ$  к ней вектор тока  $I$  (рисунок 7.1).

По направлению этого вектора откладываем в масштабе вектор напряжения  $U_R$ .

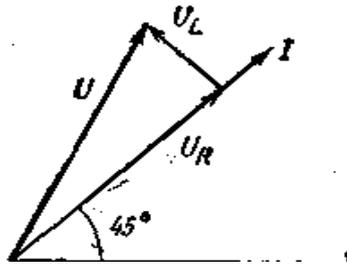


Рисунок 7.1 – Векторная диаграмма

Вектор напряжения  $U_L$  откладываем под углом  $90^\circ$  в сторону опережения вектора тока  $I$ . Складывая эти векторы, получим в выбранном масштабе вектор напряжения  $U$ , приложенного к катушке.

**Пример 20.** Полное сопротивление цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора и конденсатора,  $Z=320$  Ом, активная мощность цепи  $P=17$ Вт. Определить сопротивление резистора, емкость конденсатора, полную потребляемую мощность, действующие значения тока и входного напряжения, если напряжение на резисторе  $U_R = 60\sin(2512t + 80^\circ)$  В.

Определить активную и реактивную составляющие тока. Записать выражения для мгновенных значений тока и напряжения в цепи и напряжения на конденсаторе.

**Решение.** Действующее значение тока в цепи:

$$I = P/U_R, \text{ где } U_R = U_{mR} / \sqrt{2} = 60 / \sqrt{2} = 42,5 \text{ В,}$$

откуда

$$I = 17 / 42,5 = 0,4 \text{ А.}$$

Действующее значение входного напряжения, В:

$$U_{\text{вх}} = IZ = 0,4 \cdot 320 = 128.$$

Действующее значение напряжения на конденсаторе, В:

$$U_C = \sqrt{U_{\text{вх}}^2 - U_R^2} = \sqrt{128^2 - (42,5)^2} = 116,5.$$

Сопротивление конденсатора, Ом:

$$X_C = U_C / I = 116,5 / 0,4 = 290.$$

Емкость конденсатора, Ф:

$$C = 1/(\omega X_C) = 1/(2512 \cdot 290) = 1,37 \cdot 10^{-6}.$$

Активное сопротивление резистора, Ом:

$$R = U_R / I = 42,5 / 0,4 = 106.$$

Полная потребляемая мощность, ВА:

$$S = U_{\text{вх}} I = 128 \cdot 0,4 = 51.$$

Активная составляющая тока, А:

$$I_a = \cos \varphi = I \frac{U_R}{U_{\text{вх}}} = 0,4 \frac{42,5}{128} = 0,133.$$

Реактивная составляющая тока, А:

$$I_p = I \sin \varphi = I \frac{U_c}{U_{\text{ex}}} = 0,4 \frac{116,5}{128} = 0,365.$$

Мгновенное значение тока в цепи, А:

$$i = u_r / R = (60/106) \sin(2512t + 80^\circ) = 0,565 \sin(2512t + 80^\circ).$$

Мгновенное значение напряжения на входе цепи, В:

$$\begin{aligned} u_{\text{ex}} &= U_{\text{ex}} \sqrt{2} \sin(2512t + 80^\circ - \varphi), \\ \varphi &= 69^\circ 54' \approx 70^\circ, \\ u_{\text{ex}} &= 180 \sin(2512t + 10^\circ). \end{aligned}$$

Мгновенное значение напряжения на конденсаторе, В:

$$u_c = U_c \sqrt{2} \sin(2512t + 80^\circ - 90^\circ) = 164 \sin(2512t - 10^\circ).$$

**Пример 21.** По электрической цепи, состоящей из последовательно включенных катушки с активным сопротивлением  $R = 30$  Ом и индуктивностью  $L = 16,5$  мГн и конденсатора емкостью  $C = 10,6$  мкФ, проходит ток  $i = 1,3 \sin(1884t - 45^\circ)$  А.

Определить полное сопротивление цепи, действующие значения входного напряжения и тока, полную потребляемую мощность. Записать выражения для мгновенных значений напряжений на входе цепи, активном, индуктивном и емкостном сопротивлениях.

**Решение.** Действующее значение тока в цепи, А:

$$I = I_m / \sqrt{2} = 1,3 / \sqrt{2} = 0,92.$$

Индуктивное сопротивление катушки, Ом:

$$X_L = \omega L = 1884 \cdot 16,5 \cdot 10^{-3} = 31,2.$$

Емкостное сопротивление, Ом:

$$X_C = 1/(\omega C) = 1/(1884 \cdot 10,6 \cdot 10^{-6}) = 50.$$

Полное сопротивление цепи, Ом:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = 1/(1884 \cdot 10,6 \cdot 10^{-6}) = 50.$$

Действующее значение входного напряжения, В:

$$U_{\text{ex}} = IZ = 0,92 \cdot 35,4 = 32,6.$$

Полная потребляемая мощность, ВА:

$$S = UI = 32,6 \cdot 0,92 = 30.$$

**Пример 22.** По цепи, состоящей из последовательно соединенных индуктивной катушки, полное сопротивление которой составляет 30,5 Ом, и конденсатора емкостью 4,8 мкФ, проходит ток  $i = 2,7 \sin(3454t + 40^\circ)$  А, активная мощность этой цепи  $P = 35,7$  Вт. Определить индуктивность катушки, ее активное сопротивление, полное сопротивление цепи, действующее значение приложенного напряжения на входе, полную и реактивную мощности цепи. Определить частоту, при которой в цепи наступит резонанс напряжений, ее полное сопротивление и действующее значение тока в цепи. Определить

полную, активную и реактивную мощности цепи при резонансе, записать выражение для мгновенного значения входного напряжения до резонанса и в момент резонанса.

**Решение:** Активное сопротивление катушки, Ом:

$$R_k = P/I^2 = P/(I_m/\sqrt{2})^2 = 35,7 \cdot 2/2,7^2 = 9,8.$$

Реактивное сопротивление катушки, Ом:

$$X_L = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} = \sqrt{(30,5)^2 - (9,8)^2} = 29.$$

Индуктивность катушки, Гн:

$$L = X_L \omega, \omega = 3454c^{-1}, L = 29/3454 = 8,4 \cdot 10^{-3}.$$

Так как 
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{3454 \cdot 4,8 \cdot 10^{-6}}$$

то полное сопротивление цепи, Ом:

$$Z = \sqrt{R_k^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(9,8)^2 + (31,3)^2} = 32,8$$

Действующее значение напряжения на входе, В:

$$U_{ex} = IZ = \frac{I_m}{\sqrt{2}} Z = \frac{2,7}{\sqrt{2}} \cdot 32,8 = 62,6.$$

Реактивная мощность цепи:

$$Q = I^2(X_L - X_C) = (I_m/\sqrt{2})^2(X_L - X_C) = -(2,7/\sqrt{2})^2 31,3 = -(3,64 \cdot 31,3) = -113,9$$

Полная мощность цепи:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(35,7)^2 + (113,9)^2} = 119,5$$

Частота при резонансе, Гц:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \sqrt{8,4 \cdot 10^{-3} \cdot 4,8 \cdot 10^{-6}}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \sqrt{4,02}} = 796.$$

Полное сопротивление цепи в момент резонанса  $Z = R_k$ , так как  $X_L = X_C$ ,  $Z=9,8$  Ом.

Действующее значение тока в цепи при резонансе, А:

$$I_{рез} = U_{ex} / Z = U_{ex} / R_k = 6,39/9,8 = 6,39.$$

Активная мощность цепи при резонансе, Вт:

$$P = I^2 R_k = 6,39^2 \cdot 9,8 = 400$$

и равна полной мощности:  $S=P$ , ВА, т. е.

$$S = U_{ex} I_{рез} = 62,6 \cdot 6,39 = 400.$$

Реактивная мощность цепи  $Q=0$ .

Мгновенное значение входного напряжения до резонанса, В:

$$u_{\text{вх}} = U_{\text{вх}} \sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_u) \text{ В}, \quad \psi_u = \psi_i + \varphi,$$

где  $\psi_i = 40^\circ$ ,  $\varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R_k} = \frac{29 - 60,3}{9,8} = \arctg - 3,193$ .

тогда  $\psi_u = 40^\circ - 73^\circ = -33^\circ$  и

$$u_{\text{вх}} = 62,6 \sqrt{2} \sin(3454t - 33^\circ) \text{ В} = 88,3 \sin(3454 - 33^\circ).$$

При резонансе  $\varphi = 0$  и  $\psi_u = \psi_i$ , тогда

$$u_{\text{вх}} = 88,3 \sin(\omega_0 t + \psi_u), \text{ В},$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2 \cdot 3,14 \cdot 796 = 5000 \text{ с}^{-1},$$

$$u_{\text{вх}} = 88,3 \sin(5000t + 40^\circ).$$

### Задачи для самостоятельного решения

30 В цепь переменного тока включен резистор. Действующие значения тока и напряжения на нем  $I = 350$  мА и  $U = 42$  В. Определить сопротивление резистора, выделившуюся на нем мощность, а также амплитудное значение тока.

31 По резистору сопротивлением  $R = 20$  Ом проходит ток  $i = 0,75 \sin \omega t$  А. Определить мощность амплитудное и действующие значения падения напряжения на резисторе, записать выражение мгновенного значения этого напряжения и построить векторную диаграмму токов и напряжений для  $t = 0$ .

32 К резистору сопротивлением  $R = 1,5$  кОм приложено напряжение  $u = 120 \sin(\omega t - \pi/6)$  В. Записать выражение для мгновенного значения тока, определить его амплитудное и действующее значения, мощность. Построить векторную диаграмму для момента времени  $t = 0$ .

33 В цепи переменного тока через резистор проходит ток  $i = 0,4 \sin(\omega t + \pi/2)$  А, при это действующее значение радения напряжения  $U = 28,4$  В. Определить сопротивление резистора и мощности, выделившуюся на нем. Записать выражение мгновенного значения напряжения и построить кривые изменения тока и напряжения, если частота изменения сигнала  $f = 100$  Гц.

34 Действующее значение тока и напряжение на резисторе  $I = 125$  мА и  $U = 250$  В соответственно. Частота изменение сигнала  $f = 400$  Гц, начальная фаза тока  $\psi_i = -\pi/6$ . Записать выражение для мгновенных значений тока, напряжения и мощности, построить кривые изменения этих величин во времени. Определить сопротивление резистора и выделившуюся на нем мощность.

35 На резисторе сопротивлением  $R = 3,2$  Ом, включенном в цепь переменного тока, выделяется мощность  $P = 20$  Вт. Определить действующее и амплитудное значение тока и напряжения.

Литература: [1, с 184-205].

### Самостоятельная работа 12

Оформление компьютерных презентаций по теме «Элементы и параметры электрических цепей переменного тока»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

#### Темы презентаций:

- Цепь переменного тока с активным сопротивлением;
- Цепь переменного тока с индуктивностью;
- Цепь переменного тока с емкостью;
- Методы увеличения коэффициента мощности.

### Самостоятельная работа 13

Составление сводной таблицы «Резонанс напряжений и токов»

**Цель:** систематизация знаний о резонансе напряжений и резонансе токов.

В таблице 11.1 представить основные уравнения характерные для резонанса напряжений и токов.

Таблица 11.1 - Резонанс напряжений и токов

Уравнения, характеристики	Вид резонанса	
	Резонанс напряжений	Резонанс токов
Схема контура		
Условие резонанса		
Векторная диаграмма		
Полное сопротивление контура		
Полная мощность контура		
Общая реактивная мощность контура		
Общая проводимость контура		

Литература: [1, с 211-215; 226-228].

### Самостоятельная работа 14

Оформление компьютерных презентаций по теме «Резонанс в электрических цепях»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

### Темы презентаций:

- Резонанс напряжений;
- Резонанс токов.

### Тема 1.6 Трехфазные электрические цепи

#### Вид самостоятельной работы по теме:

- решение задач;
- составление сводной таблицы «Расчет симметричной трехфазной цепи»;

### Самостоятельная работа 15

Решение задач по теме «Трехфазные электрические цепи»

**Цель:** развить и закрепить навыки решения задач.

#### Типовые задачи с решениями

**Пример 23.** К источнику трехфазной сети с линейным напряжением  $U_{л}=380$  В и частотой  $f=50$  Гц подключена равномерная нагрузка, соединенная по схеме «звезда», с полным сопротивлением в фазе  $Z=90$  Ом и индуктивностью  $L=180$  мГн. Определить активную, реактивную, реактивную и полную мощности, коэффициент мощности, действующие значения линейного тока и напряжения. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

**Решение.** Фазное напряжение, В:

$$U_{\phi} = U_{л} / \sqrt{3} = 380 / \sqrt{3} = 220.$$

Фазный ток, А:

$$I_{\phi} = U_{\phi} / Z = 220 / 90 = 2,45.$$

Линейный ток, А:

$$I_{л} = I_{\phi} = 2,45.$$

Реактивное сопротивление в фазе, Ом:

$$X_L = \omega L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,18 = 56,5.$$

Активное сопротивление в фазе, Ом:

$$R = \sqrt{Z^2 - X_L^2} = \sqrt{90^2 - 56,5^2} = 70.$$

Коэффициент мощности катушки:

$$\cos \varphi = R / Z = 70 / 90 = 0,778.$$

Мощности, потребляемые нагрузкой:

а) активная, кВт

$$P = 3U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi = 3 \cdot 220 \cdot 2,45 \cdot 0,778 = 1260 \text{ Вт} = 1,26$$

или

$$P = \sqrt{3} U_{л} I_{л} \cos \varphi = 1,73 \cdot 380 \cdot 2,45 \cdot 0,778 = 1260 \text{ Вт} = 1,26;$$

б) реактивная, кВар

$$Q = 3U_{\phi} I_{\phi} \sin \varphi = 3 \cdot 220 \cdot 2,45 \cdot 0,628 = 1010 \approx 1$$

или

$$Q = \sqrt{3} U_{л} I_{л} \sin \varphi = 1,73 \cdot 380 \cdot 2,45 \cdot 0,628 = 1000 \approx 1;$$

в) полная, кВА

$$S = 3U_{\phi}I_{\phi} = 3 \cdot 220 \cdot 2,45 = 1620 = 1,62.$$

Векторная диаграмма токов и напряжений представлена на рисунке 11.1.

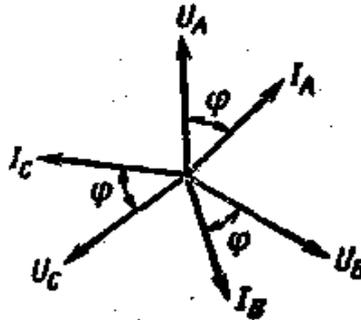


Рисунок 11.1 – Векторная диаграмма

**Пример 24.** К трехфазной четырехпроводной сети с действующим значением линейного напряжения  $U_{л}=380$  В и частотой  $f=50$  Гц подключен приемник энергии, соединенный по схеме «звезда». В фазу А включена катушка с индуктивностью  $L=0,18$  Гн и активным сопротивлением  $R_A=80$  Ом, в фазу В - резистор сопротивлением  $R_B=69$  Ом, в фазу С - конденсатор емкостью  $C=30$  мкФ с последовательно соединенным резистором сопротивлением  $R_C=40$  Ом. Определить действующее значение линейных и фазных токов, полную потребляемую нагрузкой мощность.

**Решение:** Фазное напряжение, В:

$$U_{\phi} = U_{л} / \sqrt{3} = 380 / \sqrt{3} = 220.$$

Полное сопротивление, Ом:

а) в фазе А

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_L^2} = \sqrt{80^2 + (2\pi \cdot 50 \cdot 0,18)^2} = 98 \Omega;$$

б) в фазе В

$$Z_B = R_B = 69;$$

в) в фазе С

$$Z_C = \sqrt{R_C^2 + X_C^2} = \sqrt{40^2 + \left(\frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 30 \cdot 10^{-6}}\right)^2} = 110.$$

Фазные токи, А:

$$I_A = U_{\phi} / Z_A = 220 / 98 = 2,25;$$

$$I_B = U_{\phi} / Z_B = 220 / 69 = 3,2;$$

$$I_C = U_{\phi} / Z_C = 220 / 110 = 2.$$

Активная мощность, Вт:

а) в фазе А

$$P_A = I_A^2 R_A = (2,25)^2 \cdot 80 = 405;$$

б) в фазе В

$$P_B = I_B^2 R_B = (3,2)^2 \cdot 69 = 704;$$

в) в фазе С

$$P_C = I_C^2 R_C = 2 \cdot 40 = 160;$$

$$P_H = P_A + P_B + P_C = 405 + 704 + 160 = 1269.$$

Реактивная мощность, Вар:

а) в фазе А

$$Q_A = I_A^2 X_L = (2,25)^2 \cdot 56,5 = 285;$$

б) в фазе В

$$Q_B = 0;$$

в) в фазе С

$$Q_C = -I_C^2 X_C = -2^2 \cdot 106 = -425 ;$$

$$Q_H = Q_A + Q_C = 285 + (-425) = -140.$$

Полная мощность нагрузки, кВА:

$$S = \sqrt{P_H^2 + Q_H^2} = \sqrt{1269^2 + 140^2} = 1280 \text{ В} \cdot \text{А} = 1,28.$$

**Пример 25.** В трехфазную сеть с действующим значением напряжения 220 В и частотой 50 Гц включен потребитель, соединенный по схеме «треугольник» и имеющий равномерную нагрузку, состоящую из катушки с индуктивностью  $L = 0,3$  Гн и последовательно включенного с ней резистора с активным сопротивлением 20 Ом в каждой фазе. Определить действующие значения линейных и фазных токов, фазное напряжение, потребляемую полную, активную и реактивную мощности.

**Решение:** Фазное напряжение, В:

$$U_\phi = U_L = 220.$$

Полное сопротивление нагрузки в фазе, Ом:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{20^2 + (2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,3)^2} = 96.$$

Ток в фазе, А:

$$I_\phi = U_\phi / Z = 220 / 96 = 2,3.$$

Ток линейный, А:

$$I_L = \sqrt{3} I_\phi = \sqrt{3} \cdot 2,3 = 3,98 \approx 4.$$

Коэффициент мощности

$$\cos \varphi = R / Z = 20 / 96 = 0,208.$$

Мощности нагрузки:

а) активная, Вт

$$P = 3U_\phi I_\phi \cos \varphi = 3 \cdot 220 \cdot 2,3 \cdot 0,208 = 317;$$

б) реактивная, Вар

$$Q = 3U_\phi I_\phi \sin \varphi = 3 \cdot 220 \cdot 2,3 \cdot 0,97 = 1470;$$

в) полная, ВА

$$S = 3U_\phi I_\phi = 3 \cdot 220 \cdot 2,3 = 1520.$$

### Задачи для самостоятельного решения

36 Три резистора, каждый сопротивлением  $R=125$  Ом, соединены по схеме «звезда» и включены в трехфазную четырехпроводную сеть. Ток каждой фазы  $I=880$  мА. Определить действующие значения фазного и

линейного напряжений, линейного тока, полную потребляемую мощность нагрузки, построить векторную диаграмму токов и напряжений.

37 Определить действующие значения токов в каждой фазе, если в фазе А (см. задачу 36) сопротивление нагрузки увеличить вдвое; линейное напряжение при этом остается прежним.

38 Потребитель, соединенный по схеме «звезда» (нагрузка равномерная), включен в трехфазную сеть переменного тока с действующим значением линейного напряжения  $U_L=380$  В. Коэффициент мощности нагрузки  $\cos\varphi=0,5$ , ток в фазе  $I_\phi=22$  А. Определить полное, активное и реактивное сопротивления потребителя в фазе, а также полную, активную и реактивную мощности нагрузки.

39 Три индуктивные катушки с активным сопротивлением  $R=34,2$  Ом и индуктивным сопротивлением  $X_L=23,5$  Ом соединены по схеме «звезда» и подключены к источнику трехфазного напряжения. Активная мощность в фазе  $P_\phi=1,6$  кВт. Определить действующие значение линейного и фазного напряжений, тока в фазе, полную и реактивную мощности нагрузки.

40 К источнику трехфазного напряжения с действующим значением линейного напряжения  $U_L=380$  В и частотой  $f=50$  Гц подключена равномерная индуктивная нагрузка, соединенная по схеме «звезда». Действующее значение тока в фазе  $I_\phi=1,25$  А, коэффициент мощности нагрузки  $\cos\varphi=0,6$ . Определить полное и активное сопротивления нагрузки, ее индуктивность, полную потребляемую мощность. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

Литература: [1, с 246-263].

### Самостоятельная работа 16

Составление сводной таблицы «Расчет симметричной трехфазной цепи»

**Цель:** систематизация знаний о соединении «звезда» и «треугольник» в трехфазной цепи.

В таблице 12.1 представить основные уравнения для соединений «звезда» и «треугольник» в трехфазной цепи.

Таблица 12.1- Расчет симметричной трехфазной цепи

Уравнения, характеристики	Вид соединения	
	звезда	треугольник
Схема		
Линейное напряжение		
Линейный ток		

Фазный ток		
Сопротивление фазы		
Полная мощность одной фазы		
Активная мощность одной фазы		
Реактивная мощность одной фазы		
Полная мощность 3-х фазной цепи		
Реактивная мощность 3-х фазной цепи		
Активная мощность 3-х фазной цепи		

Литература: [1, с 246-263].

### **Самостоятельная работа 17**

Составление сводной таблицы «Виды несинусоидальных кривых»

**Цель:** систематизация знаний о несинусоидальных токах.

Составить сводную таблицу, в которой представить графики, признаки и ряды Фурье для несинусоидальных кривых симметричных относительно оси абсцисс, ординат и начала координат.

Литература: [1, с 272-275].

### **Самостоятельная работа 18**

Оформление компьютерных презентаций по теме «Электрические цепи с несинусоидальными токами и напряжениями»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

**Темы презентаций:**

- Типовые несинусоидальные кривые.

### **Самостоятельная работа 19**

Оформление компьютерных презентаций по теме «Нелинейные электрические цепи»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

### **Темы презентаций:**

- Нелинейные элементы, характеристика, область применения.

### **Тема 1.7 Трансформаторы**

**Вид самостоятельной работы по теме:** подготовка рефератов.

#### **Самостоятельная работа 20**

Подготовка рефератов по теме «Трансформаторы»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, находить нужную информацию, выделять главное.

#### **Темы рефератов:**

- Трансформаторы для выпрямительных устройств;
- Автотрансформаторы;
- Стабилизаторы напряжения;
- Измерительные трансформаторы.

Литература: [2, с 193-199].

### **Тема 1.8 Электрические машины переменного тока**

**Вид самостоятельной работы по теме:**

- 1 подготовка рефератов;
- 2 оформление компьютерных презентаций.

#### **Самостоятельная работа 21**

Подготовка рефератов по теме «Электрические машины переменного тока»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, находить нужную информацию, выделять главное.

#### **Темы рефератов:**

- Асинхронные двигатели специального назначения;
- Однофазные асинхронные двигатели;
- Двухфазные асинхронные двигатели.

Литература: [2, с 230-236].

#### **Самостоятельная работа 22**

Оформление компьютерных презентаций по теме «Электрические машины переменного тока»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

**Темы презентаций:**

- Устройство и работа трехфазного асинхронного двигателя;
- Пуск в ход и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором.

**Тема 1.9 Электрические машины постоянного тока**

Подготовка рефератов по теме «Электрические машины переменного тока»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, находить нужную информацию, выделять главное.

**Темы рефератов:**

- Двигатели постоянного тока независимого и параллельного возбуждения;
- Двигатели постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения.

**Самостоятельная работа 23**

Оформление компьютерных презентаций по теме «Электрические машины постоянного тока»

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

**Темы презентаций:**

- Устройство генератора и двигателя постоянного тока;
- Обратимость электрических машин.

**Тема 1.10 Основы электропривода****Самостоятельная работа 24**

**Цель:** изучить основы электропривода

**Вид самостоятельной работы по теме:**

1. Изучить теоретический материал по теме.
2. Подготовить конспект по теме «Понятие об электроприводе. Аппаратура для управления приводом».

## Тема 1.11 Передача и распределение электрической энергии

**Цель:** изучить электрические сети промышленных предприятий: воздушные линии; кабельные линии; внутренние электрические сети и распределительные пункты; электропроводки.

**Вид самостоятельной работы по теме:**

1. Изучить теоретический материал по теме.
2. Подготовить конспект по теме «Назначение и классификация электрических сетей, их устройство и графическое изображение»».

## Раздел 2 Электроника

### Тема 2.1 Физические основы электроники; электронные приборы

#### Самостоятельная работа 24

**Цель:** изучить основы электроники

**Вид самостоятельной работы по теме:**

1. Подготовка конспекта по теме «Собственная и примесная проводимость проводников».

### Тема 2.2 Электронные выпрямители и стабилизаторы

#### Самостоятельная работа 24

**Цель:** изучить электронные выпрямители и стабилизаторы

**Вид самостоятельной работы по теме:** Составление таблицы сравнительных характеристик электронных выпрямителей.

1. Подробно изучить материал.
2. Заполнить таблицу

«Сравнительные характеристики электронных выпрямителей»

	Входной ток	Входное напряжение	Коэффициент пульсации	Нагрузочная характеристика выпрямителя
1.				
2.				

### Тема 2.3 Электронные усилители

#### Самостоятельная работа 25

**Цель:** изучить схемы усилителей электрических сигналов

**Вид самостоятельной работы по теме:**

1. Изучить теоретический материал по теме.
2. При составлении конспекта начертить схемы включения электронных усилителей.

**Тема 2.4 Электронные генераторы и измерительные приборы****Самостоятельная работа 26**

**Цель:** изучить структурную схему электронного генератора

**Вид самостоятельной работы по теме:**

1. Изучить теоретический материал по теме.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы:
  - что такое генераторы синусоидальных колебаний;
  - что такое импульсные генераторы;
  - область применения электронных генераторов.

**Тема 2.5 Электронные устройства автоматики и вычислительной техники****Самостоятельная работа 26**

Оформление компьютерных презентаций по теме «Электронные устройства автоматики и вычислительной техники».

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

Темы презентаций:

- Измерительные преобразователи;
- Генераторные преобразователи.

**Тема 2.6 Микропроцессоры и микро-ЭВМ****Самостоятельная работа 27**

Оформление компьютерных презентаций по теме «Электронные устройства автоматики и вычислительной техники».

**Цель:** развитие умения самостоятельно работать с книгой, и другими источниками, находить нужную информацию, выделять главное.

Темы презентаций:

- Интегральные схемы микроэлектроники;
- Периферийные устройства микро-ЭВМ.

### **Список использованных источников**

1 Бутырин П.А. Электротехника: учебник для учреждений нач. проф. образования / П.А. Бутырин, О.В. Толчеев, Ф.Н. Шакирзянов: под ред. П.А. Бутырина, - 8-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014.

2 Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротех. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., - М.: Высш. шк., 2015.

3 Прошин В.М. Электротехника: учебник для нач. проф. образования - 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2016.

4 Частоедов Л.А. Электротехника – М.: Высшая школа, 2014.