

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
КОМПЛЕКТ УЧЕБНИКОВ



Г.В.ЯРОЧКИНА, А.А.ВОЛОДАРСКАЯ

# ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Г. В. ЯРОЧКИНА, А. А. ВОЛОДАРСКАЯ

# ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

## Рабочая тетрадь

*Рекомендовано*

*Экспертным советом по начальному профессиональному образованию Минобрнауки России для учреждений начального профессионального образования*

*Рекомендовано*

*Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для учреждений среднего профессионального образования технического профиля*

Москва  
ПрофОбрИздат  
2002

УДК 621.3  
ББК 31.2  
Я76

Рецензент – преподаватель по общетехническим и  
специальным предметам ПУ-28 *А. С. Колчина*

**Ярочкина Г.В., Володарская А.А.**  
Я76 Электротехника: Рабочая тетрадь для учащихся нач. и студ.  
сред. проф. образоват. учреждений. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. –  
96 с.

ISBN 5-94231-109-9

Предназначена для проведения само- и взаимоконтроля знаний учащихся по каждой теме курса. Данные дидактические материалы способствуют повышению уровня самостоятельного и систематического изучения предмета, а также качества знаний учащихся.

Содержит большое количество иллюстрированного материала, повышающего интерес учащихся к изучению электротехники.

ISBN 5-94231-109-9

© Ярочкина Г.В., Володарская А.А., 2002  
© ПрофОбрИздат, 2002

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая рабочая тетрадь предназначена помочь учащимся при изучении предмета “Электротехника” обучающихся в профессиональных лицеях и училищах.

Структура рабочей тетради соответствует структуре учебного пособия; уровень заданий соответствует требованиям, предъявляемыми Государственным образовательным стандартом начального профессионального образования по предмету “Электротехника”; система заданий в рабочей тетради дополняет и расширяет систему заданий учебного пособия. В тетради представлены различные варианты заданий: контрольные вопросы, тестовые задания на соотнесение, сопоставление, определение объекта по имеющемуся описанию, задания на развитие технического и логического мышления и т.д.

Рабочая тетрадь по “Электротехнике” включает следующие темы: “Электрическое поле”, “Электрические цепи постоянного тока”, “Магнитные цепи”, “Электромагнитная индукция”, “Однофазные цепи переменного тока”, “Трёхфазные электрические цепи”, “Электрические измерения”, “Трансформаторы”, “Машины постоянного тока”, “Машины переменного тока” и “Электронные устройства”.

Предлагаемая тетрадь предназначена для само- и взаимоконтроля знаний учащихся по каждой теме, а также контроля знаний учащихся (тематического и итогового). Она поможет учащимся закрепить знания основных законов электротехники и облегчить усвоению физических процессов, происходящих в электрических цепях. Авторы рабочей тетради включили в качестве заданий большое количество практических задач, показывающих прикладное значение электротехники.

## **ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ !**

Рабочая тетрадь поможет лучше усвоить вам учебный материал по электротехнике. Она необходима на уроках для контроля знаний и дома для выполнения домашних заданий.

Как работать с тетрадью? После того, как соответствующая тема курса электротехники изучена по учебнику или другим учебным пособиям, вам следует закрепить и проверить свои знания. Для этого вы выполняете задания по каждой теме. Если вы правильно выполнили большую часть заданий по теме, вы можете считать, что хорошо усвоили материал.

Хочется верить, что тетрадь поможет вам запастись фундаментальными знаниями по предмету “Электротехника” и приобрести практические умения. А это и есть самые важные слагаемые успешного овладения профессией !

**ЖЕЛАЕМ ВАМ ОТЛИЧНЫХ ОЦЕНОК  
И ДАЛЬНЕЙШИХ УСПЕХОВ!**

## Глава 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

### 1.1. ЗАКОН КУЛОНА

Запишите формулу закона Кулона:

$F =$
-------

*Ответьте на вопросы:*

1. Что можно определить с помощью закона Кулона?

Ответ: \_\_\_\_\_

2. Что произойдет с силой взаимодействия между двумя зарядами, если их из воздуха перенести в воду?

Ответ: \_\_\_\_\_

3. Что произойдет с силой взаимодействия между двумя зарядами, если расстояние между ними увеличить в пять раз?

Ответ: \_\_\_\_\_

4. Величина одного заряда  $2 \cdot 10^{-5}$  Кл, другого —  $4 \cdot 10^{-4}$  Кл. Определите силу взаимодействия между ними, если они помещены в керосин ( $\epsilon = 2$ ) на расстоянии 10 см.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

5. Определите силу взаимодействия между двумя электрическими зарядами в  $5 \cdot 10^{-4}$  Кл и  $2 \cdot 10^{-5}$  Кл, находящимися в дистиллированной воде ( $\epsilon = 81$ ) на расстоянии 5 см друг от друга.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

6. Электрическое поле каких зарядов изображено на рис. 1?

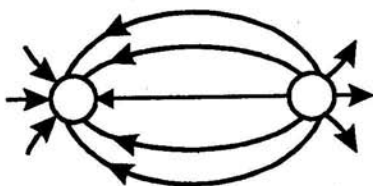


Рис. 1

Ответ: \_\_\_\_\_

**Выберите правильный ответ:**

7. Два заряда на расстоянии 10 см друг от друга помещены в керосин ( $\epsilon = 2$ ). Как изменится сила взаимодействия этих зарядов в вакууме? (Взаимное расположение зарядов сохраняется).

- а) увеличится в 2 раза;
- б) не изменится;
- г) уменьшится в 2 раза.

8. Расстояние между электрическими зарядами возросло в три раза. Как должны измениться величины зарядов  $q_1$  и  $q_2$ , чтобы сила взаимодействия между ними возросла в девять раз?

- а) увеличится в три раза;
- б) уменьшится в три раза;
- в) увеличится в девять раз.

9. Электрическое поле каких зарядов изображено на рис. 2?



Рис. 2

Ответ: \_\_\_\_\_

## 1.2. ПОТЕНЦИАЛ И НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

10. Сформулируйте определения потенциала электрического поля, напряжения и напряженности электрического поля:

Потенциал электрического поля — \_\_\_\_\_

Напряжение — \_\_\_\_\_

Напряженность электрического поля — \_\_\_\_\_

*Ответьте на вопросы:*

11. В каких единицах измеряется электрический потенциал?

Ответ: \_\_\_\_\_

12. Что называется электрической силовой линией?

Ответ: \_\_\_\_\_

13. Как определить работу по переносу заряда из одной точки электрического поля в другую?

Ответ: \_\_\_\_\_

14. Определите потенциал точки электрического поля, в которую из бесконечности внесен заряд  $q = 3 \cdot 10^{-6}$  К, если при этом силами поля совершена работа  $A = 6 \cdot 10^{-6}$  Дж.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

15. Потенциал электрического поля в точке А составляет 60 В, а в точке Б — 76 В. Заряд в 6 К перенесен из точки А в точку Б. Какая при этом совершена работа?

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



16. Вычислите напряженность двух различных электрических полей, действующих на заряд  $q = 0,004$  К с силой  $F_1 = 0,08$  Н и  $F_2 = 0,012$  Н.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

17. Заряд величиной в  $0,3$  Кл помещен в однородное электрическое поле, которое действует на него с силой в  $4,5$  Н. Какова напряженность однородного электрического поля?

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

18. Электрический заряд величиной  $2 \cdot 10^{-6}$  находится в вакууме. Какова напряженность электрического поля на расстоянии  $20$  см от заряда?

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

19. На шелковых нитках висят два медных шара. Потенциал первого шара  $\phi_1 = -18$  В, потенциал второго шара  $\phi_2 = +32$  В. Определите напряжение  $U_{21}$  между вторым и первым шарами.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

### 1.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЕМКОСТЬ. КОНДЕНСАТОРЫ

*Ответьте на вопросы:*

20. От чего зависит емкость конденсатора?

Ответ: \_\_\_\_\_

21. Как влияет диэлектрик на емкость конденсаторов?

Ответ: \_\_\_\_\_

22. В каком случае необходимо применять последовательное соединение конденсаторов?

Ответ: \_\_\_\_\_

23. Заполните таблицу:

0,0015 Ф	33 мкФ	0,047 мкФ	100 пФ	6,8 нФ	820 пФ
? мкФ	? Ф	? пФ	? мкФ	? пФ	? нФ

24. Определите общую емкость соединения конденсаторов, схема которых приведена на рис. 3, если все конденсаторы имеют емкость по 5 мкФ.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

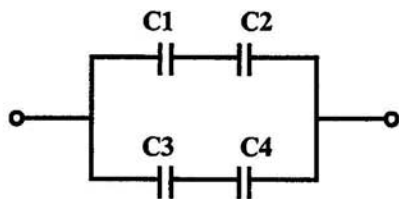


Рис. 3

25. Конденсатор имеет две пластины. Площадь каждой пластины составляет  $15 \text{ см}^2$ . Между пластинами помещен диэлектрик — слюда толщиной 0,02 см. Вычислите емкость этого конденсатора.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

26. Величина заряда конденсатора  $30 \cdot 10^{-4}$  К, а его емкость 4 мкФ. Определите напряжение между его обкладками.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

27. Определите общую емкость конденсаторов, схема включения которых приведена на рис. 4, если все конденсаторы имеют емкость по 10 мкФ.

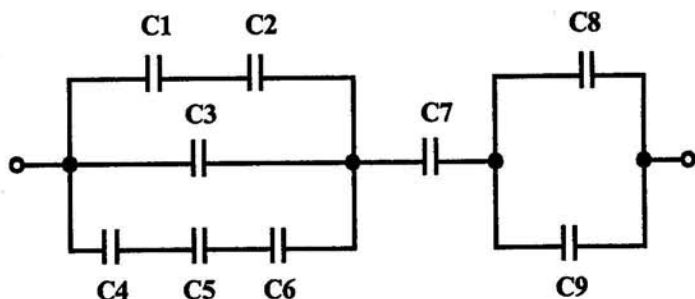


Рис. 4

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

28. Определите какой заряд способны накопить конденсаторы, включенные по схеме, показанной на рис. 5, если  $U = 350$  В, а емкости всех конденсаторов равны между собой и составляют 0,5 мкФ?

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

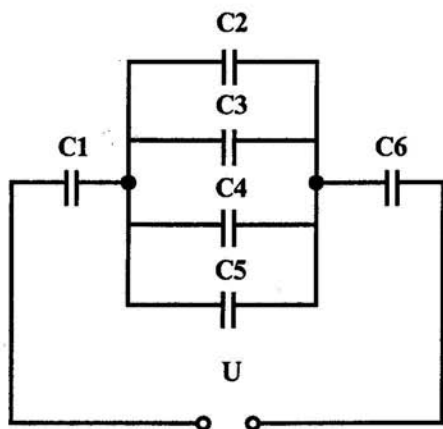


Рис. 5

29. Определите какую энергию способны накопить конденсаторы электрической схемы, приведенной на рис. 5.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

30. Как изменится емкость батареи конденсаторов, включенных по схеме на рис. 6, если один из них замкнуть накоротко?

Ответ: \_\_\_\_\_

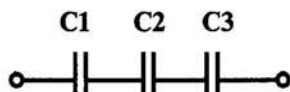


Рис. 6

31. Как изменится емкость батареи конденсаторов, включенных по схеме (рис. 6), если у конденсатора C1 уменьшить расстояние между пластинами вдвое, а у C3 увеличить это расстояние в то же число раз при условии, что все конденсаторы одинаковы?

Ответ: \_\_\_\_\_

## Глава 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

### 2.1. СОПРОТИВЛЕНИЕ И ПРОВОДИМОСТЬ ПРОВОДНИКОВ

32. От чего зависит сопротивление проводника?

Ответ: \_\_\_\_\_

33. Заполните таблицу:

10 МОм	470 Ом	0,33 МОм	47 кОм	4700 Ом	1,5 кОм
? Ом	? кОм	? кОм	? МОм	? МОм	? Ом

34. Определите сопротивление 200 м железной проволоки сечением 5 мм<sup>2</sup>.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

35. Для радиоприемника необходимо намотать сопротивление в 30 Ом из никелиновой проволоки сечением 0,21 мм<sup>2</sup>. Определите необходимую длину проволоки.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

36. Определите сечение нихромовой проволоки длиной 20 м, если сопротивление ее равно 25 Ом.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

37. Проволока сечением  $0,5 \text{ мм}^2$  и длиной 40 м имеет сопротивление 16 Ом. Определите материал проводника.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

38. В каких единицах в системе СИ измеряется электрическая проводимость?

Ответ: \_\_\_\_\_

39. Определите проводимость проводника, если его сопротивление 5 Ом?

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

*Выберите правильный ответ:*

40. Какой из проводов одинакового диаметра и длины сильнее нагревается — медный или стальной — при одной и той же силе тока?

а) медный;

б) стальной;

в) оба провода нагреваются одинаково.

*Ответьте на вопросы:*

41. Зависит ли сопротивление катушки, изготовленной из медного провода, от величины приложенного к ней напряжения?

Ответ: \_\_\_\_\_

42. Во сколько раз увеличится сопротивление линии, если медный провод заменить железным такой же длины и такого же поперечного сечения?

Ответ: \_\_\_\_\_

43. Длину и диаметр проводника увеличили в два раза. Как изменится его проводимость?

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

44. Как определить длину мотка медной проволоки, не разматывая его?

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

45. При температуре  $0^{\circ}\text{C}$  сопротивление медного провода  $1,2\ \text{Ом}$ . Определите сопротивление этого провода при  $100^{\circ}\text{C}$ .

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

46. Обмотка трансформатора, изготовленная из медного провода, в нерабочем состоянии при  $15^{\circ}\text{C}$  имела сопротивление  $R_1 = 2\ \text{Ом}$ . В ходе работы сопротивление ее стало равным  $R_2 = 2,48\ \text{Ом}$ . Определите температуру обмотки в рабочем состоянии, зная, что температурный коэффициент меди  $0,004$ .

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

## 2.2. ЗАКОН ОМА

Запишите формулу закона Ома для участка цепи:

47. Зависимость между какими величинами устанавливается по закону Ома для участка цепи?

Ответ: \_\_\_\_\_

48. Заполните таблицу:

0,15 А	25 мА	140 мкА	0,02 А	1,7 А	420 мкА
? мА	? мкА	? А	? мА	? мкА	? мА

49. Заполните таблицу:

0,2 В	15 кВ	0,03 МВ	25 мВ	1200 мкВ	220 В
? мВ	? В	? кВ	? мкВ	? В	? кВ

50. Как изменится ток в цепи, если увеличится напряжение?

Ответ: \_\_\_\_\_

51. Электрическая лампочка включена в сеть напряжением 220 В. Какой ток будет проходить через лампочку, если сопротивление ее нити 240 Ом?

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

52. Электропаяльник, включенный в сеть с напряжением 220 В, потребляет ток 0,3 А. Определите сопротивление электропаяльника.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



**53. Из медной проволоки длиной 160 м и сечением  $0,8 \text{ мм}^2$  изготовлена катушка. Определите падение напряжения на катушке при токе в 10 А.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**Напишите формулу закона Ома для полной цепи:**

**Между какими величинами устанавливается зависимость по закону Ома для полной цепи?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**54. Кислотный аккумулятор с эдс 2,5 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом замкнут на потребитель с сопротивлением 2,6 Ом. Определите ток в цепи?**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**55. Аккумулятор с внутренним сопротивлением 0,4 Ома работает на лампочку с сопротивлением 12,5 Ом; при этом ток в цепи равен 0,26 А. Определите эдс аккумулятора и напряжение на зажимах лампочки.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

56. Определите внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи, если ее эдс  $\epsilon = 6$  В,  $U = 5,6$  В, а сила тока в цепи  $0,2$  А.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

### 2.3. СОЕДИНЕНИЕ РЕЗИСТОРОВ

57. Вычислите эквивалентное сопротивление электрической цепи, приведенной на рис. 7, если  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом,  $R_3 = 5$  Ом,  $R_4 = R_5 = 10$  Ом.

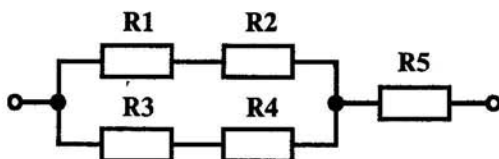


Рис. 7

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

58. Вычислите эквивалентное сопротивление электрической цепи приведенной, на рис. 8, если сопротивление каждого резистора равно по  $10$  Ом.

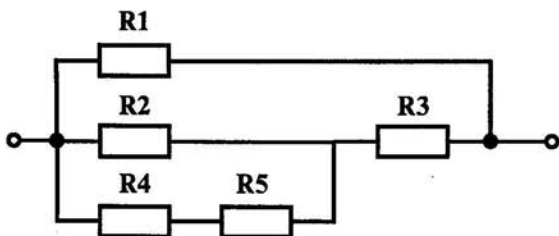


Рис. 8

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

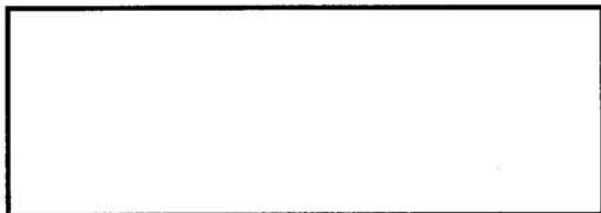
**59. Восемь проводников сопротивлением 10 Ом каждый, соединены в четыре одинаковые параллельные группы. Определите эквивалентное сопротивление цепи и нарисуйте электрическую схему в указанном прямоугольнике.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



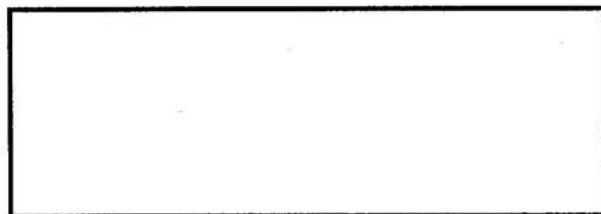
**60. Разветвление из трех параллельно включенных сопротивлений в 3, 8 и 6 Ом включено последовательно с другим разветвлением, состоящим из четырех сопротивлений в 2, 7, 6 и 3 Ом. Определите эквивалентное сопротивление цепи и нарисуйте электрическую схему в указанном прямоугольнике.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



61. Железная проволока длиной 20 м, сечением  $1,5 \text{ мм}^2$ , алюминиевая проволока длиной 50 м, сечением  $2 \text{ мм}^2$ , никромовая проволока длиной 10 м, сечением  $0,5 \text{ мм}^2$  включены последовательно в сеть. Определите эквивалентное сопротивление всех проволок.

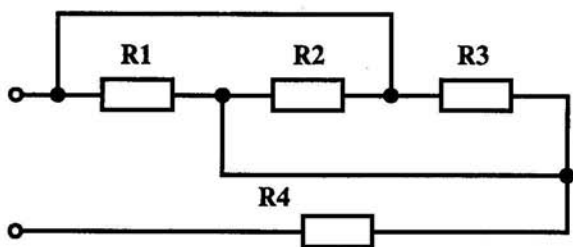
Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

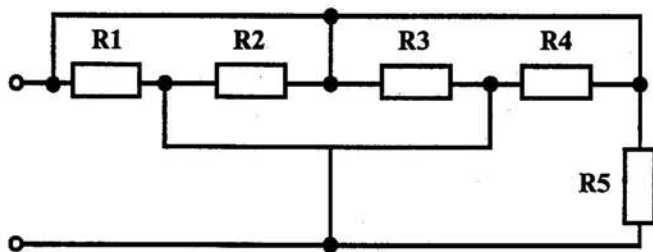
Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

62. Определите эквивалентное сопротивление электрических цепей, изображенных на рис. 9, если сопротивление каждого резистора равно  $R$ .



а)



б)

Рис. 9

Ответ: а) \_\_\_\_\_

б) \_\_\_\_\_

## 2.4. ПРАВИЛА КИРХГОФА

63. Сформулируйте правила Кирхгофа:

В любом узле электрической цепи \_\_\_\_\_

В любом замкнутом электрическом контуре \_\_\_\_\_

64. Сколько узлов, ветвей и контуров имеет электрическая цепь, изображенная на рис. 10?

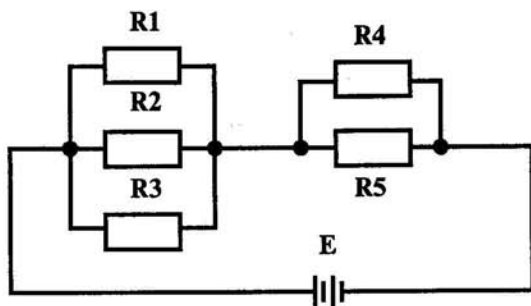


Рис. 10

Ответ: узлов — \_\_\_\_\_  
ветвей — \_\_\_\_\_  
контуров — \_\_\_\_\_

65. Напишите уравнение по 1-му правилу Кирхгофа для узла, изображенного на рис. 11.

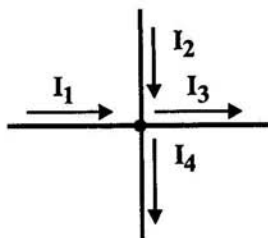
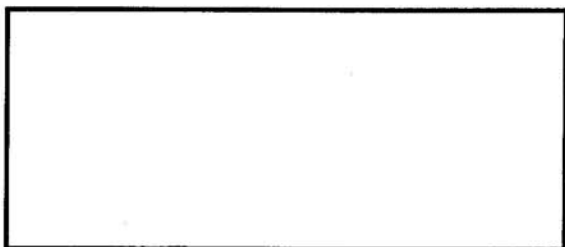


Рис. 11

Ответ: \_\_\_\_\_

66. Нарисуйте в указанном прямоугольнике электрический узел, для которого составлено уравнение по первому правилу Кирхгофа:

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 + I_5 = 0$$



67. Напишите уравнения по 2-му правилу Кирхгофа для контуров "а-б-д-е" и "б-в-г-д", изображенных на рис. 12.

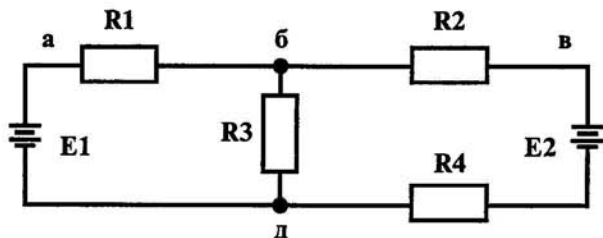


Рис. 12

Ответ: \_\_\_\_\_

68. Определите ток в цепи, изображенной на рис. 13 по следующим данным: эдс генератора 36 В, внутреннее сопротивление его 0,5 Ом, эдс батареи 30 В, внутреннее сопротивление ее 0,2 Ом; сопротивление потребителя  $R_1 = 1,5$  Ом.

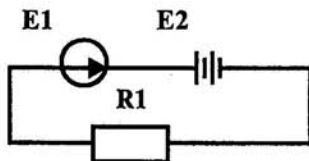


Рис. 13

Дано: \_\_\_\_\_  
 Найти: \_\_\_\_\_  
 Решение: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Ответ: \_\_\_\_\_

**69.** Схема электрической цепи указана на рис. 14. Величины сопротивлений  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ ;  $R_3 = 18 \text{ Ом}$ ;  $R_4 = 10 \text{ Ом}$ ;  $R_5 = 3 \text{ Ом}$ ;  $R_6 = 9 \text{ Ом}$ ;  $R_7 = 27 \text{ Ом}$ . Определите общий ток до разветвления цепи и напряжение на сопротивление  $R_4$ , если к зажимам всей цепи подведено напряжение 24 В.

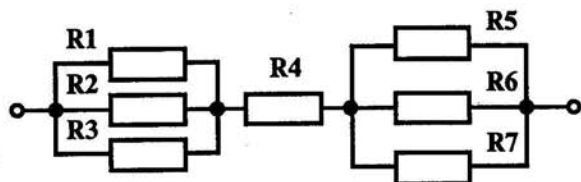


Рис. 14

Дано: \_\_\_\_\_  
 Найти: \_\_\_\_\_  
 Решение: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Ответ: \_\_\_\_\_

**70.** Напряжение сети 12 В. Общий ток, потребляемый четырьмя параллельно включенными одинаковыми лампами, равен 6 А. Определите сопротивление каждой лампы.

Дано: \_\_\_\_\_  
 Найти: \_\_\_\_\_  
 Решение: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Ответ: \_\_\_\_\_

**71.** Имеется разветвление, состоящее из четырех параллельно включенных сопротивлений в 10, 5, 3 и 8 Ом. Ток, протекающий к точке разветвления, равен 20 А. Определите ток, протекающий по каждой ветви.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**72. Напряжение генератора 110 В. В сеть включены параллельно тридцать ламп по 200 Ом каждая. Определите эдс генератора, если его внутреннее сопротивление 0,5 Ом.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

## 2.5. РАБОТА И МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

**73. Заполните таблицу:**

55кВт	1500Вт	1,5 МВт	0,33 кВт	0,12 МВт	312 кВт
? Вт	? кВт	? кВт	? Вт	? кВт	? МВт

**74. Определите мощность, потребляемую электрическим двигателем, если ток в цепи равен 6 А, и двигатель включен в сеть напряжением 220 В.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**75. На цоколе лампы накаливания написано: 200 Вт, 220 В. Определите сопротивление нити накаливания.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



**76. Электродвигатель, подключенный к сети 220 В, потребляет ток в 6 А. Какова мощность двигателя и какое количество энергии он потребляет за 8 часов работы?**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**77. В квартире имеется восемь ламп, шесть из них мощностью по 40 Вт горят в сутки по 6 часов, а две мощностью по 60 Вт горят 8 часов в сутки. Сколько нужно заплатить за горение всех ламп в течении месяца (30 дней) при тарифе 120 руб. за 1 кВт час?**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

### Глава 3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СИЛЫ. МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ

78. В каких единицах системы СИ измеряются:

- магнитная индукция (  $B$  ) \_\_\_\_\_
- магнитный поток (  $\Phi$  ) \_\_\_\_\_
- напряженность магнитного поля (  $H$  ) \_\_\_\_\_
- индуктивность (  $L$  ) \_\_\_\_\_

79. Запишите формулы в соответствующие квадраты:

а) магнитной индукции

$B =$

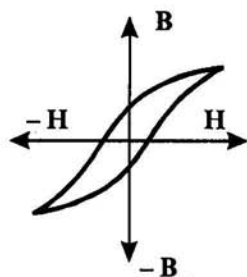
б) магнитного потока

$\Phi =$

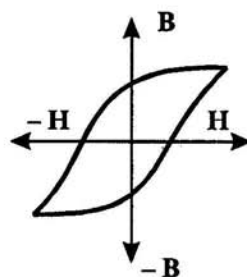
80. Закончите следующие предложения:

- Важное свойство магнитных линий — \_\_\_\_\_
- Гистерезис — явление \_\_\_\_\_
- Ферромагнетики — это \_\_\_\_\_

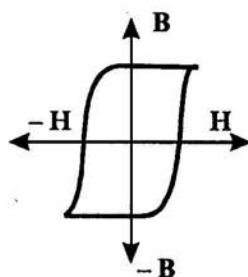
• 81. По виду гистерезисных кривых определите тип магнитного материала (рис. 15 а, б и в) и запишите в строках с соответствующими буквами:



а)



б)



в)

Рис. 15

Магнитный материал:

- а) \_\_\_\_\_  
б) \_\_\_\_\_  
в) \_\_\_\_\_

Запишите формулу закона  
полного тока:

82. Что можно определить, применив правило левой руки?

Ответ: \_\_\_\_\_

83. Вычислите магнитную индукцию поля, если оно действует на проводник с силой 6 Н. Рабочая длина проводника, помещенного в магнитное поле, составляет 60 см, а сила тока, протекающего в нем, 15 А.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

84. Обмотка, намотанная на цилиндрический каркас длиной 0,3 м, состоит из 1600 витков и по ним протекает ток 0,1 А. Вычислите напряженность магнитного поля внутри этой катушки.

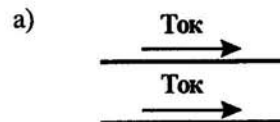
Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

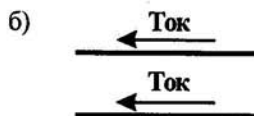
Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

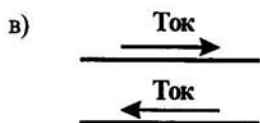
85. Как будут взаимодействовать два параллельных проводника, изображенные на рис. 16?



Ответ: \_\_\_\_\_



Ответ: \_\_\_\_\_



Ответ: \_\_\_\_\_

Рис. 16

**Выберите правильный ответ:**

**86. От чего зависит подъемная сила электромагнита?**

- а) от величины тока;
- б) от числа витков обмотки;
- в) от сечения сердечника.

**87. Определите магнитную индукцию в сердечнике из альсифера с магнитной проницаемостью 10,5, если он помещен в магнитное поле с напряженностью 1000 А/м.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**88. Определите магнитный поток катушки, по виткам которой проходит ток 0,1 А, если известно, что число ее витков 1000, длина 12,5 см и средний диаметр катушки 8 см.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**89. Определите величину магнитной индукции в середине между проводниками, расположенными в воздухе на расстоянии 5 мм**

друг от друга, при условии, что токи в проводниках противоположны и соответственно равны 25 и 40 А.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

90. Определите напряженность магнитного поля, создаваемого током 25 А, проходящим по длинному прямолинейному проводнику в точке, удаленной от проводника на 20 см.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

91. Определите магнитный поток, проходящий в куске никеля, помещенного в однородное магнитное поле напряженностью 1200 А/м. Площадь поперечного сечения куска никеля 25 см<sup>2</sup> (относительная магнитная проницаемость никеля 300).

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

## Глава 4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

Напишите формулу  
эдс самоиндукции:

92. Проводник длиной 0,3 м перемещается перпендикулярно магнитным силовым линиям поля ( $B = 10 \text{ Вб}$ ) со скоростью 1 м/с. Определите эдс индукции в проводнике.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

93. Ответьте на вопросы:

• Скорость изменения тока, проходящего через катушку, возросла. Как изменится эдс самоиндукции?

Ответ: \_\_\_\_\_

• Внутри катушки вставлен стальной сердечник. Как изменится индуктивность этой катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_

• Не меняя длину и диаметр длинной цилиндрической катушки, увеличили число витков ее в три раза. Как при этом изменится индуктивность катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_

*Выберите правильный ответ:*

94. Назовите фактор, влияющий на коэффициент взаимной индукции двух связанных катушек без ферромагнитного сердечника?

- Геометрия катушек.
- Взаимное расположение.
- Число витков.
- Все перечисленные факторы.

95. Проводник длиной 0,5 м движется со скоростью 1 м/с под углом  $60^\circ$  к направлению магнитного поля. Магнитная индукция поля 5 Вб. Определите величину эдс самоиндукции.

Дано: \_\_\_\_\_  
Найти: \_\_\_\_\_  
Решение: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**96. Определите величину эдс, возникающей во вторичной обмотке трансформатора при изменении магнитного потока, создаваемого первичной обмоткой, с равномерной скоростью  $1,4 \text{ Вб/с}$  при условии, что обмотка имеет 296 витков.**

Дано: \_\_\_\_\_  
Найти: \_\_\_\_\_  
Решение: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**97. Определите индуктивность катушки, если при скорости изменения тока на  $2 \text{ А}$  за  $1 \text{ сек.}$  в ней индуцируется эдс самоиндукции  $1,5 \text{ В}$ .**

Дано: \_\_\_\_\_  
Найти: \_\_\_\_\_  
Решение: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**98. Ответьте на вопросы:**

• Ток в первичной катушке меняется линейно: 1) от  $2$  до  $0 \text{ А}$ , 2) от  $2$  до  $4 \text{ А}$ , 3) от  $10$  до  $12 \text{ А}$  за один и тот же интервал времени. В каком случае эдс взаимной индукции во вторичной катушке максимальна?

Ответ: \_\_\_\_\_

• В каком случае при перемещении проводника в магнитном поле с очень большой скоростью, величина индуцированной в проводнике эдс будет равна нулю?

Ответ: \_\_\_\_\_

• Всегда ли в проводнике появляется индуцированный ток, если проводник движется перпендикулярно магнитному потоку?

Ответ: \_\_\_\_\_

99. Заполните таблицу:

0,5 Гн	2,6 мГн	37 мкГн	521 мГн	1210 мкГн	17 Гн
? мГн	? мкГн	? мГн	? мкГн	? Гн	? мГн

100. На цилиндр из каркаса без сердечника намотано в один слой 510 витков проволоки. Длина каркаса катушки  $l = 0,25$  м, а ее диаметр  $d = 0,02$  м. Определите индуктивность этой катушки, если магнитная проницаемость воздуха, окружающего катушку,  $\mu_a = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

101. На зажимах катушки с  $L = 180$  мГн при равномерном изменении тока в ней от 0,1 до 1,1 А возникла эдс 310 мВ. Определите скорость и время изменения тока в катушке.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

102. Определите энергию магнитного поля катушки с индуктивностью 0,6 мГн и величиной тока в ней 12 А.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

103. Определите, во сколько раз увеличится энергия магнитного поля катушки с индуктивностью 0,6 Гн, если увеличить в ней величину тока от 5 до 10 А.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



## Глава 5. ОДНОФАЗНЫЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

✓ 104. В каких единицах системы СИ измеряются:

- период переменного тока
- частота переменного тока

105. Сколько периодов тока изображено на графике рис. 17?

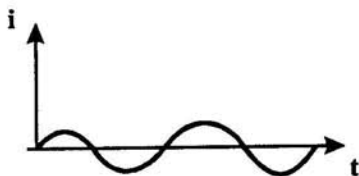


Рис. 17

Ответ: \_\_\_\_\_

106. Электродвижущая сила, развиваемая генератором в каждый момент времени, выражается формулой:

$$e = 29 \sin ( 314 t + \pi / 8 ) [ \text{В} ].$$

Определите начальную фазу эдс и значение ее при  $t = 0,15$  сек.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

107. Электродвижущая сила на зажимах генератора, измеренная осциллографом, имеет максимальное значение 217 В, синусоидальную форму, частоту 200 Гц и начальную фазу  $2\pi/3$ . Напишите выражение для мгновенного значения эдс.

Ответ: \_\_\_\_\_

108. Определите мгновенное значение тока через 0,001 сек. после начала периода, если амплитуда тока 5 А, частота 50 Гц, а начальная фаза равна нулю.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

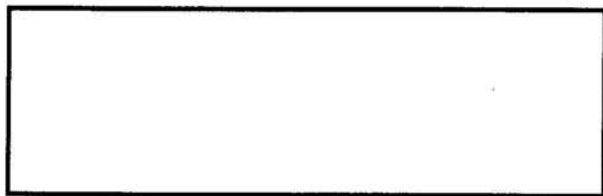
Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

109. Определите напряжение на входе цепи, если падения напряжений на последовательных участках ее составляют:

$$u_1 = 217 \sin(314t + \pi/4) \text{ [В]}; \quad u_2 = 217 \sin(314t - \pi/4) \text{ [В]}.$$

Постройте векторную диаграмму в указанном прямоугольнике.



Ответ: \_\_\_\_\_

110. Ток и напряжение в цепи определяются уравнениями:

$$u = 32 \sin(314t - 90) \text{ [В]}; \quad i = 24 \sin(314t - 90) \text{ [А]}.$$

Определите действующее значение тока, напряжения, мощность и частоту.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

111. Два напряжения  $U_{m1}$  и  $U_{m2}$ , имеющие место в электрической цепи, представлены на рис. 18 векторами. Определите действующие значения этих напряжений и фазовый сдвиг между ними.

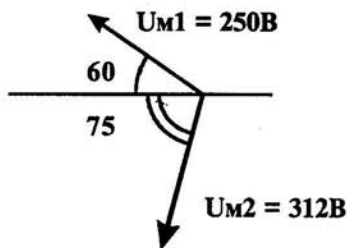


Рис. 18

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

112. Электрическая плитка мощностью 600 Вт включена в сеть с напряжением  $u = 240 \sin 314 t$  [В]. Определите действующее значение тока и напряжения, которые совпадают по фазе.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

113. Ответьте на вопросы:

• Чем объясняется увеличение сопротивления проводников переменному току?

Ответ: \_\_\_\_\_

• Как изменяется активное сопротивление проводников при увеличении частоты тока?

Ответ: \_\_\_\_\_

• В цепи, содержащей R, L, C, приложено напряжение:  $u = U_m \sin \omega t$ . Какие величины влияют на амплитуду тока в цепи?

Ответ: \_\_\_\_\_

• Цепь переменного тока содержит электрические лампочки. Как изменяются по фазе ток и напряжение в этой цепи?

Ответ: ток и напряжение \_\_\_\_\_

114. Напишите выражение тока  $i$  для электрической цепи, изображенной на рис. 19, если напряжение  $u = 100 \sin \omega t$  [В],  $R = 25 \text{ Ом}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

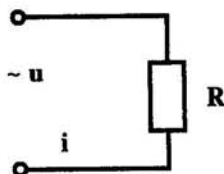


Рис. 19

115. Напишите выражение тока  $i$  для электрической цепи, изображенной на рис. 20, если напряжение  $u = 60 \sin(\omega t - \pi/2)$  [В], а  $X_C = 20$  Ом.

Ответ: \_\_\_\_\_

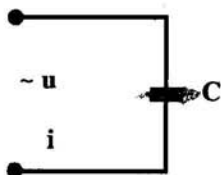


Рис. 20

116. Напишите выражение для тока  $i$  электрической цепи рис. 21, если напряжение  $u = 9 \sin \omega t$ , а  $X_L = 3$  Ом.

Ответ: \_\_\_\_\_

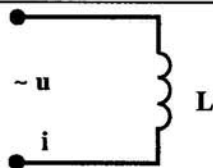


Рис. 21

117. Действующее значение напряжения, приложенного к цепи,  $U = 220$  В. Полное сопротивление цепи 10 Ом. Определите амплитуду тока в цепи.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

118. Емкость конденсатора в колебательном контуре увеличилась в четыре раза. Как изменилось волновое сопротивление контура?

Ответ: волновое сопротивление контура \_\_\_\_\_

119. Последовательно соединены R, L и C, которые соответственно равны:  $L = 0,1$  Гн;  $X_C = 31,4$  Ом,  $R = 10$  Ом и  $f = 50$  Гц. Выполняются ли условия резонанса?

Ответ: \_\_\_\_\_

120. Индуктивность обмотки электромагнитного реле 2 Гн. Определите ее индуктивное сопротивление при частоте тока 50 Гц.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

121. Определите ток обмотки электромагнита, включенного в сеть с частотой 50 Гц и напряжением 220 В. Индуктивность обмотки 0,2 Гн (активным сопротивлением можно пренебречь).

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

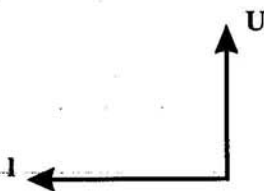
Решение: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**Выберите правильный ответ:**

122. Какая цепь характеризуется векторной диаграммой, изображенной на рис. 22?

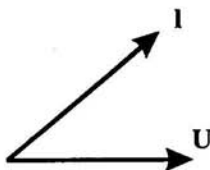


Ответы:

1. Цепь R, L, C.
2. Цепь R, L.
3. Цепь R, C.
4. Цепь C.

Рис. 22

123. Какие элементы содержит электрическая цепь, характеризующаяся векторной диаграммой, изображенной на рис. 23.



Ответы:

1. C.
2. L.
3. R, L.
4. R, C.

Рис. 23

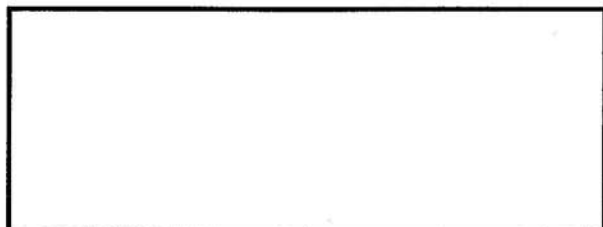
**124. Определите напряжение сети, которое необходимо приложить к зажимам катушки, чтобы в ней протекал ток в 2 А, если активное сопротивление  $R$  катушки равно 6 Ом, а индуктивное сопротивление  $X_L$  равно 8 Ом. Постройте векторную диаграмму напряжений в указанном прямоугольнике.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



**125. Определите напряжение сети, в которую должен быть включен конденсатор емкостью 3,9 мкФ, чтобы при частоте 50 Гц ток в нем составил 210 мА.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

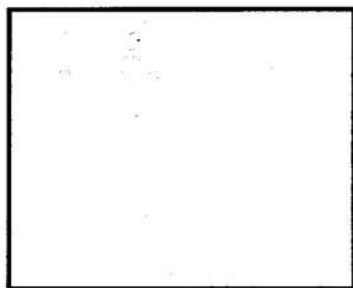
**126. В электрическую цепь с напряжением  $U = 100$  В последовательно включены: сопротивление 5 Ом, катушка индуктивности с активным сопротивлением 3 Ом и индуктивным сопротивлением 4 Ом и конденсатор с емкостным сопротивлением 10 Ом. Определите ток в цепи и напряжения на отдельных элементах цепи. Нарисуйте электрическую схему и векторную диаграмму в указанных прямоугольниках.**

Дано: \_\_\_\_\_

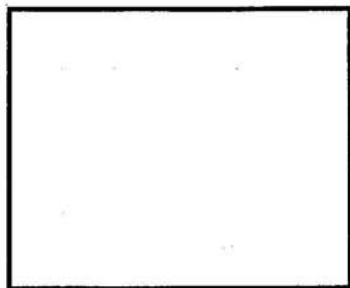
Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



Электрическая схема



Векторная диаграмма

**127. В паспорте асинхронного двигателя дано: мощность на валу 0,46 кВт, напряжение 220 В,  $\cos\phi_1 = 0,6$ , частота 50 Гц,  $\eta = 0,7$ . Определите величину емкости, которую нужно включить параллельно двигателю, чтобы  $\cos\phi_2$  установки стал равен 1.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**128. Общая мощность двигателей, установленных в цехе, 112 кВт, средний  $\cos\phi$  их равен 0,7. Кроме того, в цеху установлены осветительные лампы и нагревательные печи общей мощностью 160 кВт. Определите полную мощность синхронного компенсатора для повышения  $\cos\phi$  всей установки до 0,95 при условии, что  $\cos\phi$  компенсатора равен 0,1.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

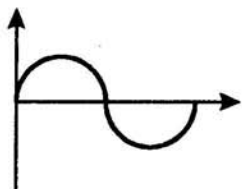
Ответ: \_\_\_\_\_

**129. Ответьте на вопросы:**

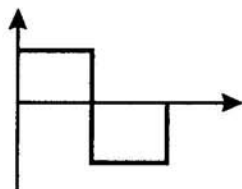
• **Одинаковы ли действующие значения двух синусоидальных токов с одинаковой амплитудой, но разными частотами?**

Ответ: \_\_\_\_\_

• Одинаковы ли действующие значения токов, форма кривых которых показана на рис. 24 а и б, при одинаковой амплитуде?



а)



б)

Рис. 24

Ответ: \_\_\_\_\_

• Как изменится переменный ток в катушке, если внести в нее стальной сердечник?

Ответ: \_\_\_\_\_

• К электрической цепи, содержащей  $R$ ,  $L$ ,  $C$ , приложено напряжение  $u = U_m \sin \omega t$ . Какие величины влияют на амплитуду тока в цепи?

Ответ: \_\_\_\_\_



## Глава 6. ТРЕХФАЗНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

130. Ответьте на вопросы:

• Сколько соединительных проводов подходит к трехфазному генератору, обмотки которого соединены звездой?

Ответ: \_\_\_\_\_

• Обмотки трехфазного генератора соединены звездой. С чем соединен конец первой обмотки?

Ответ: \_\_\_\_\_

• Обмотки трехфазного генератора соединены треугольником. С чем соединено начало второй обмотки?

Ответ: \_\_\_\_\_

• Обмотки трехфазного генератора соединены треугольником. С чем соединено начало третьей обмотки?

Ответ: \_\_\_\_\_

131. На рис. 25 изображена векторная диаграмма напряжений, образующих симметричную трехфазную систему:  $U_A = U_B = U_C$ . Напряжение фазы В изменяется по закону:  $U_B = 721 \sin \omega t$ . Определите выражения для мгновенных значений  $U_A$  и  $U_C$ .

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

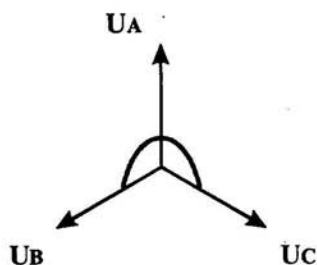


Рис. 25

132. На рис. 26 изображена векторная диаграмма фазных и линейных напряжений трехфазной системы при соединении фаз звездой. Фазные напряжения изменяются по следующим законам:  $U_B = 81\sin\omega t$ ;  $U_C = 81\sin(\omega t + 2\pi/3)$ ;  $U_A = 81\sin(\omega t - 2\pi/3)$ . Определите выражение для мгновенного значения линейного напряжения  $U_{AB}$ .

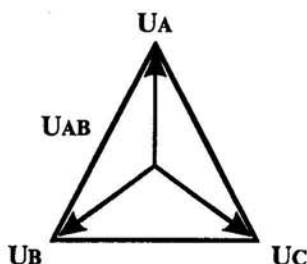


Рис. 26

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

133. Активная симметричная трехфазная нагрузка соединена по схеме "треугольник". Линейное напряжение 100 В, фазный ток 5 А. Найдите потребляемую мощность.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

134. Симметричная нагрузка соединена звездой. Линейное напряжение равно 380 В. Чему равно фазное напряжение?

Ответ: \_\_\_\_\_

135. Симметричная нагрузка трехфазной цепи соединена треугольником. Линейное напряжение равно 380 В. Чему равно фазное напряжение?

Ответ: \_\_\_\_\_

136. На рис. 27 изображена симметричная четырехпроводная трехфазная цепь. Полная мощность, потребляемая цепью, составляет 10 кВт, а потребляемая реактивная мощность — 5,6 кВ А. Определите коэффициент мощности.

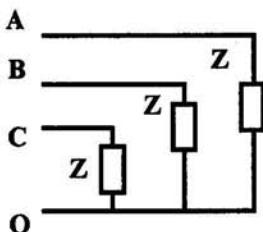


Рис. 27

Дано: \_\_\_\_\_

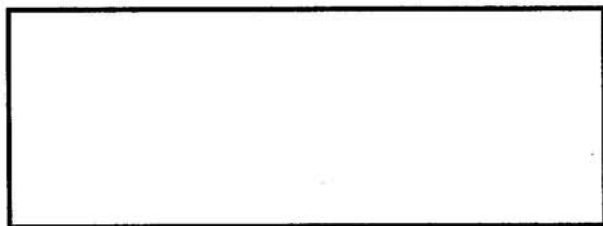
Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

137. Напряжения  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$  образуют трехфазную систему. Мгновенное значение напряжения  $U_A$  выражается формулой  $U_A = 314 \sin \omega t$ . Напишите выражение для мгновенных значений  $U_B$  и  $U_C$  и постройте векторную диаграмму в отведенном прямоугольнике.

Ответ: \_\_\_\_\_



138. Электромагнит включен в сеть с напряжением 220 В и частотой 50 Гц, но при его работе сгорел предохранитель в одной из фаз. Как изменится мощность электромагнита и напряжение на его обмотках, если они соединены треугольником, имеют активное сопротивление 25 Ом и реактивное 42 Ом каждая.

Дано: \_\_\_\_\_  
 Найти: \_\_\_\_\_  
 Решение: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Ответ: \_\_\_\_\_

139. Как изменится напряжение в симметричной трехфазной системе, изображенной на *рис. 28*, при обрыве фазы А, если до обрыва этой фазы  $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 220$  В. Сопротивлением проводов пренебречь.

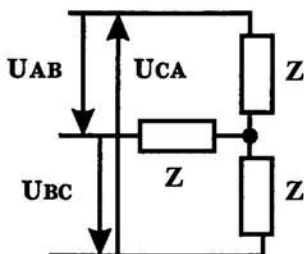


Рис. 28

Дано: \_\_\_\_\_  
 Найти: \_\_\_\_\_  
 Решение: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Ответ: \_\_\_\_\_

140. К зажимам четырехпроводной трехфазной цепи (*рис. 29*) приложено напряжение  $U_{Л} = 380$  В. Сопротивления фаз соответственно равны:  $R_1 = R_2 = 10$  Ом,  $R_3 = 20$  Ом. Определите действующее значение тока  $I_0$  в нулевом проводе.

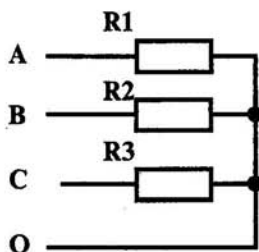


Рис. 29

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**141. Трехфазный генератор работает на симметричную нагрузку. Коэффициент мощности 0,8. Полное сопротивление фазы 10 Ом. Фазный ток 10 А. Определите активную мощность, потребляемую нагрузкой.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**142. Полная мощность, потребляемая трехфазной нагрузкой,  $S = 1000$  Вт. Реактивная мощность  $Q = 600$  Вт. Определите коэффициент мощности.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

## Глава 7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

*Напишите формулы:*

Абсолютной погрешности  $\Delta A$ :

$$\Delta A =$$

Относительной погрешности  $\gamma$ :

$$\gamma =$$

Приведенной погрешности  $\gamma_{пр}$ :

$$\gamma_{пр} =$$

*Ответьте на вопросы:*

143. Что такое электрическое измерение?

Ответ: \_\_\_\_\_

144. Чем характеризуется точность измерения?

Ответ: \_\_\_\_\_

145. Перечислите требования к электроизмерительным приборам.

Ответ: \_\_\_\_\_

146. Назовите неподвижную часть электромагнитного прибора.

Ответ: \_\_\_\_\_

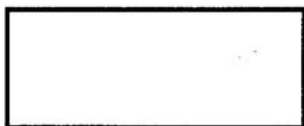
147. Какими приборами можно измерить мощность постоянного тока.

Ответ: \_\_\_\_\_

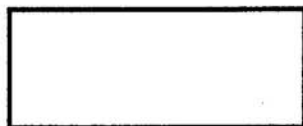
**148. В какой части шкалы прибора с равномерной шкалой относительная погрешность измерения будет наибольшей?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**149. В указанном месте нарисуйте условные обозначения приборов электромагнитной системы (а) и индукционной (б).**

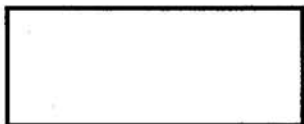


а)

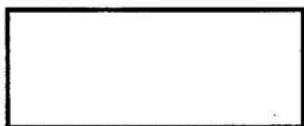


б)

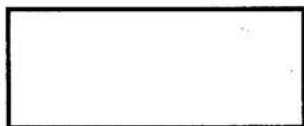
**150. В указанном месте нарисуйте условное обозначение прибора для измерения сопротивлений.**



**151. В указанном месте нарисуйте условное обозначение прибора для измерения мощности.**



**152. В указанном месте нарисуйте условное обозначение на шкале прибора, работающего в цепях постоянного и переменного тока.**



**153. Перечислите недостатки электродинамических приборов.**

Ответ: \_\_\_\_\_

**154. Перечислите достоинства электромагнитных приборов.**

Ответ: \_\_\_\_\_

**Выберите правильный ответ:**

**155. Можно ли магнитоэлектрический прибор использовать для измерений в цепях переменного тока?**

- а) Можно.
- б) Нельзя.
- в) Можно, если ввести добавочное сопротивление.
- г) Можно, если прибор подключать через выпрямительную систему.

**156. На шкале нанесен знак (рис. 30). Какой это прибор?**

- 1. Амперметр.
- 2. Прибор магнитоэлектрической системы.
- 3. Прибор электромагнитной системы.
- 4. Прибор переменного тока.



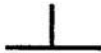



Рис. 30

**157. Какое сопротивление должен иметь вольтметр?**

- а) Малое.
- б) Большое.
- в) Зависит от системы прибора.

**158. Какое условное обозначение используется на шкалах приборов, работающих только в горизонтальном положении?**

- 1. 
- 2. 
- 3. 
- 4. 

**159. Какое сопротивление должен иметь амперметр?**

- а) Малое.
- б) Большое.
- в) Зависит от системы прибора.



**160. На чем основан принцип действия прибора магнитоэлектрической системы?**

- а) На взаимодействии магнитного поля катушки и ферромагнитного сердечника.
- б) На взаимодействии проводников по которым протекает ток.
- в) На взаимодействии электрически заряженных тел.

**161. Можно ли с помощью осциллографа исследовать непериодические процессы?**

- а) Можно, если повысить яркость изображения.
- б) Можно, если трубка обладает послесвечением.
- в) Можно, если повысить чувствительность вибратора.
- г) Нельзя.

**162. Класс точности прибора 1,0. Чему равна приведенная погрешность?**

- а) 1, 0.
- б) 0,1.
- в) 1 %.
- г) + 1 %.

**163. Шкала амперметра 0 — 15 А. Этим амперметром измерены токи 3 и 12 А. Какое измерение точнее?**

- а) Точность измерений одинакова.
- б) Первое измерение точнее, чем второе.
- в) Второе измерение точнее, чем первое.
- г) Задача не определена, т.к. не известен класс точности приборов.

**164. Какой системы амперметры и вольтметры имеют равномерную шкалу?**

- а) Магнитоэлектрической.
- б) Электромагнитной.
- в) Электродинамической.

**165. Какой системы амперметры применяются без шунтов для измерения больших токов, доходящих до несколько сотен ампер?**

- а) Электромагнитной.
- б) Электродинамической.
- в) Магнитоэлектрической.

166. В цепи на рис. 31  $U = 100$  В,  $R_1 = 10\ 000$  Ом,  $R_2 = 30\ 000$  Ом. Для измерения напряжения был взят вольтметр со шкалой на 100 В, сопротивлением  $R_v = 30\ 000$  Ом, класса точности 0,5. Определить абсолютную погрешность измерения.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

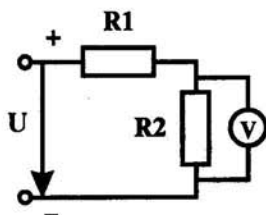


Рис. 31

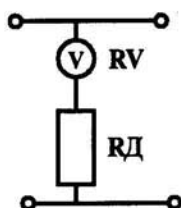


Рис. 32

167. Верхний предел измерения вольтметра 100 В, внутреннее сопротивление вольтметра  $R_v = 10\ 000$  Ом, число делений шкалы  $N = 100$  (рис. 32). Определить цену деления вольтметра, если он включен с добавочным сопротивлением  $R_d = 30\ 000$  Ом.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

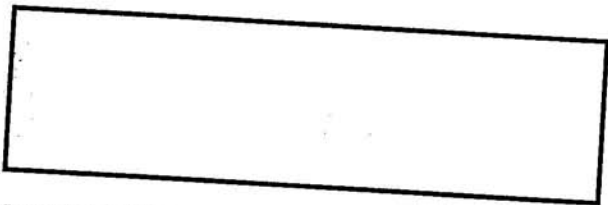
168. Амперметр с пределом измерения 0,3 А имеет внутреннее сопротивление 0,008 Ом. Определить сопротивление шунта, обеспечивающего расширение пределов измерения до 1,5 А и в указанном прямоугольнике нарисовать схему включения амперметра в электрическую цепь с шунтом.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



169. Амперметр класса точности 1 с пределом измерения 5 А и внутренним сопротивлением 0,09 Ом включен параллельно шунту, расширяющему пределы измерения до 50 А. Определить сопротивление шунта и максимально возможную абсолютную погрешность измерения.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

*Ответьте на вопросы:*

170. В каких сопротивлениях амперметр покажет ток (рис. 33 и рис. 34)?

Ответ: \_\_\_\_\_ (рис. 33).

Ответ: \_\_\_\_\_ (рис. 34).

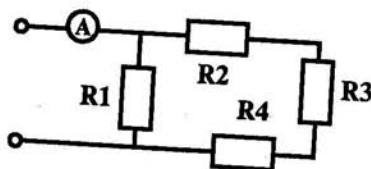


Рис. 33

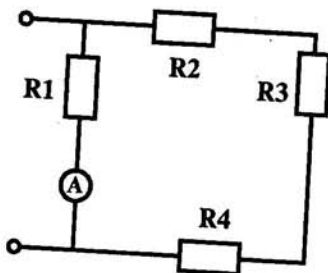
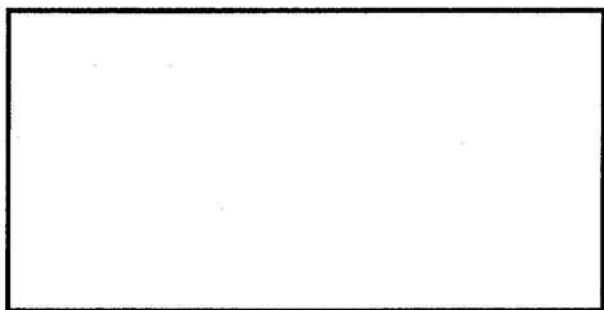


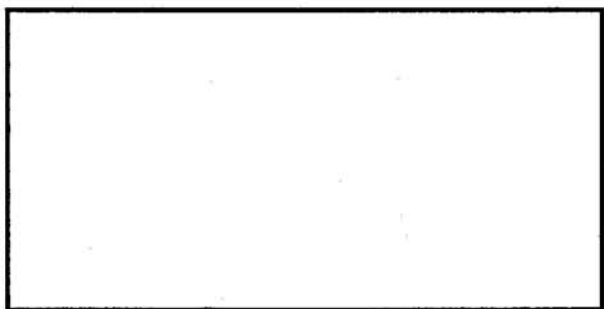
Рис. 34

**Выполните задания:**

171. Нарисуйте схему включения ваттметра в электрическую цепь в указанном прямоугольнике.



172. Нарисуйте схему включения измерительного трансформатора тока в указанном прямоугольнике.



173. Дорисуйте схему измерения мощности в трехфазной цепи с несимметричной нагрузкой (рис. 35).

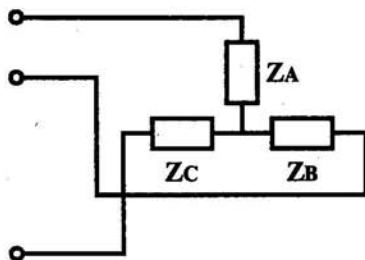


Рис. 35

## Глава 8. ТРАНСФОРМАТОРЫ

*Напишите формулы:*

Действующего значения эдс первичной обмотки трансформатора:

$$E_1 =$$

Коэффициента трансформации:

$$K =$$

*Выберите правильный ответ:*

**174. Для чего предназначены трансформаторы?**

- а) Для преобразования энергии переменного тока из одного напряжения в другое.
- б) Для преобразования частоты переменного тока.
- в) Для повышения коэффициента мощности.

**175. Для чего сердечник трансформатора собирают из тонких листов трансформаторной стали, изолированной друг от друга?**

- а) Для уменьшения нагревания магнитопровода.
- б) Для увеличения коэффициента трансформации.
- в) Для уменьшения коэффициента трансформации.

**176. Как изменится магнитный поток в сердечнике трансформатора при увеличении тока нагрузки в три раза?**

- а) Не изменится.
- б) Увеличится в три раза.
- в) Уменьшится в три раза.
- г) Увеличится незначительно.

**177. Где широко применяются трансформаторы?**

- а) В линиях электропередачи.
- б) В технике связи.
- в) В автоматике и измерительной технике.
- г) Во всех перечисленных областях техники.

**178. Можно ли использовать повышающий трансформатор для понижения напряжения сети?**

- а) Можно.
- б) Нельзя.

**179. Закончите предложения:**

♦ Действие трансформатора основано на явлении \_\_\_\_\_

♦ Обмотка трансформатора, включенная в сеть источника электрической энергии, называется \_\_\_\_\_.

♦ Обмотка трансформатора, от которой энергия подается к приемнику, называется \_\_\_\_\_.

♦ Трансформаторы большой мощности в настоящее время изготавливают исключительно \_\_\_\_\_.

**180. Однофазный трансформатор подключен к сети 220 В. Потребляемая мощность 2,2 кВт. Ток вторичной обмотки 1 А.**

**Определите коэффициент трансформации.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**181. Определите напряжение сети, в которую можно включить однофазный трансформатор с вторичным напряжением 400 В и коэффициентом трансформации 20,5.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**182. Максимальный магнитный поток в сердечнике однофазного трансформатора равен 0,001 Вб. При холостом ходе замерено напряжение на вторичной обмотке, равное 220 В. Число витков первичной обмотки  $w_1 = 495$ . Частота сети 50 Гц. Определите коэффициент трансформации и напряжение питающей сети.**

Дано: \_\_\_\_\_  
Найти: \_\_\_\_\_  
Решение: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**183. Определите амплитуду магнитной индукции в магнитопроводе трансформатора, если число витков в первичной обмотке составляет 800, напряжение  $U_1 = 440$  В; сечение магнитопровода  $S = 18$  см, частота переменного тока 50 Гц.**

Дано: \_\_\_\_\_  
Найти: \_\_\_\_\_  
Решение: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**184. В схему, рис. 36, подключите вольтметр, амперметр и ваттметр для проведения опыта холостого хода.**

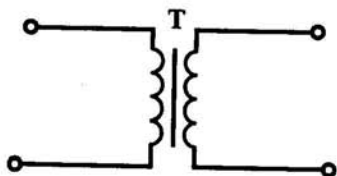


Рис. 36

**185. Перечислите, что можно определить по данным опыта холостого хода:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**186. В схему, рис. 37, включите амперметр, вольтметр и ваттметр для проведения опыта короткого замыкания однофазного трансформатора.**

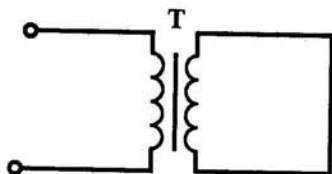


Рис. 37

187. Перечислите параметры трансформатора, которые можно определить по опыту короткого замыкания:

---

---

Напишите формулу коэффициента полезного действия трансформатора:

$\eta =$
----------

188. Трансформатор мощностью  $P_2 = 50$  кВА имеет потери в стали  $P_{ст} = 350$  Вт и потери в обмотках при полной нагрузке (100 %)  $P_{обм} = 1325$  Вт. Определите коэффициент полезного действия при нагрузках 100 %, 75 % и 50 %.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

189. Мощность, потребляемая трансформатором из сети при активной нагрузке,  $P_1 = 500$  Вт. Напряжение сети  $U_1 = 100$  В. Коэффициент трансформации трансформатора равен 10. Определите ток нагрузки.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

*Выберите правильный ответ:*

190. В чем принципиальное отличие трансформатора от автотрансформатора?

- а) Малым коэффициентом трансформации.
- б) Возможностью изменения коэффициента трансформации.
- в) Электрическим соединением первичной и вторичной цепей.
- г) Меньшими размерами сердечника.



**191. Что показывает ваттметр, включенный в первичную цепь трансформатора, если вторичная цепь разомкнута?**

- а) Потери энергии в сердечнике трансформатора.
- б) Потери энергии в первичной обмотке трансформатора.
- в) Потери энергии в обмотках трансформатора.
- г) Нуль.

**192. Как изменятся потери в обмотках трансформатора при уменьшении тока нагрузки в два раза?**

- а) Уменьшатся в два раза.
- б) Уменьшатся в четыре раза.
- в) Увеличатся в два раза.
- г) Не изменятся.

**193. В каком режиме нормально работает измерительный трансформатор?**

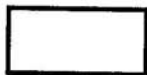
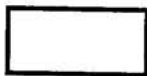
- а) В режиме холостого хода.
- в) В режиме короткого замыкания.
- г) В режиме при котором КПД максимален.
- д) В режиме оптимальной нагрузки.

**194. Сколько стержней должен иметь сердечник трехфазного трансформатора?**

- а) Один.
- б) Два.
- в) Три.
- г) Четыре.

**195. Нарисуйте условное обозначение соединения обмоток трехфазного трансформатора звездой**

**и треугольником**



**196. В трехфазном трансформаторе первичное линейное напряжение 35 кВ, линейный коэффициент трансформации 66,6. Определите фазное напряжение, если обмотки соединены звездой.**

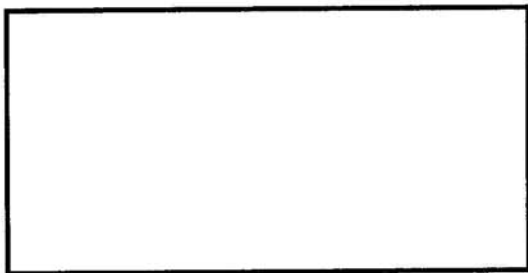
Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**197. В указанном прямоугольнике нарисуйте условно-графическое обозначение автотрансформатора.**



**198. Автотрансформатор имеет обмотку 460 витков, рассчитанную на напряжение 250 В. Определите, от какого витка нужно сделать отвод, чтобы получить 140 В.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**199. Десять витков обмотки понижающего автотрансформатора намотаны толстым проводом, а девяносто витков — тонким. Определите коэффициент трансформации.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

## Глава 9. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

### 9.1. МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

200. Вставьте пропущенные слова:

♦ Электрические машины, преобразующие механическую энергию в электрическую, называют \_\_\_\_\_.

♦ Принцип действия электрического \_\_\_\_\_ основан на явлении электромагнитной индукции.

♦ неподвижная часть в машинах постоянного тока является \_\_\_\_\_, т.е. создающей магнитное поле, а вращающаяся часть является \_\_\_\_\_ (якорем).

♦ Для преобразования переменного тока в постоянный применяют \_\_\_\_\_.

**Напишите формулы:**

ЭДС машины постоянного тока:

$$E =$$

Вращающегося момента двигателя постоянного тока:

$$M =$$

Полезной мощности на валу двигателя постоянного тока:

$$P_2 =$$

**Выберите правильный ответ:**

201. Выберите основное назначение коллектора в машине постоянного тока.

а) Крепление обмотки якоря.

б) Электрическое соединение вращающейся обмотки якоря с неподвижными клеммами машины.

- в) Выпрямление переменного тока, индуцируемого в секциях обмотки якоря.  
г) Все перечисленные выше условия.

**202. Почему сердечник вращающегося якоря машины постоянного тока набирают из тонких листов электротехнической стали, электрически изолированных друг от друга?**

- а) Для уменьшения магнитных потерь в машине.  
б) Для уменьшения электрических потерь в машине.  
в) Для уменьшения тепловых потерь.  
г) Из конструктивных соображений.

**203. Почему в момент пуска двигателя через обмотку якоря протекает большой ток?**

- а) Трение в подшипниках неподвижного ротора больше, чем у вращающегося.  
б) В момент пуска активное сопротивление обмотки якоря мало.  
в) В момент пуска отсутствует эдс в обмотке якоря.  
г) По всем перечисленным причинам.

*Ответьте на вопросы:*

**204. Перечислите способы изменения числа оборотов двигателей постоянного тока.**

Ответ: \_\_\_\_\_

**205. От чего зависит эдс машины постоянного тока?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**206. Какие бывают типы обмоток якоря?**

Ответ: \_\_\_\_\_

*Выполните задание:*

**207. Дорисуйте схемы возбуждения генераторов постоянного тока (рис. 38, 39, 40, 41).**

- а) Независимого возбуждения.



Рис. 38

б) Параллельного возбуждения.

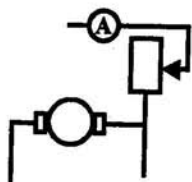


Рис. 39

в) Последовательного возбуждения.

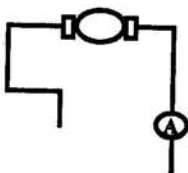


Рис. 40

г) Смешанного возбуждения.

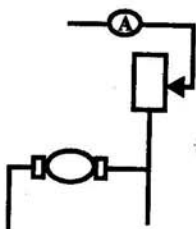


Рис. 41

**208. Какая схема возбуждения генератора постоянного тока получила наибольшее распространение?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**209. Перечислите условия самовозбуждения генератора:**

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

210. Определите ток в цепи якоря генератора постоянного тока, если наведенная в нем эдс равна 115 В, сопротивление якоря 0,264 Ом, сопротивление параллельной обмотки возбуждения 15 Ом и он работает на нагрузку мощностью 5 кВт при напряжении 110 В.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

211. При 2800 об/мин в генераторе с независимым возбуждением с внутренним сопротивлением 0,0936 Ом установился ток 64 А при напряжении 440 В. Определите, как изменится ток в генераторе, если его скорость уменьшится до 740 об/мин.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

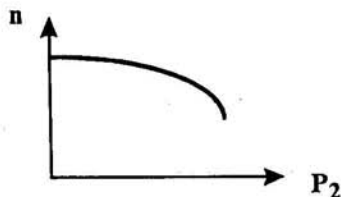
Ответ: \_\_\_\_\_

212. Перечислите способы изменения числа оборотов двигателя постоянного тока.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Выберите правильный ответ:*

213. Какая характеристика двигателя постоянного тока изображена на графике рис. 42.



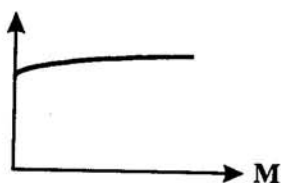
- а) Механическая.
- б) Рабочая.
- в) Нагрузочная.
- г) Регулировочная.

Рис. 42

214. Какой ток опасен для генератора параллельного возбуждения?

- а) Ток короткого замыкания.
- б) Ток холостого хода.
- в) Пусковой ток.
- г) Критический ток.

215. На графике изображена (рис. 43) механическая характеристика двигателя постоянного тока. Какая электрическая величина должна быть отложена по оси ординат?



- а)  $P_2$ .
- б)  $I_n$ .
- в)  $n$ .
- г)  $v$ .

Рис. 43

216. В отведенных координатах изобразите и устно поясните внешние характеристики генератора независимого возбуждения (рис. 44), генератора параллельного возбуждения (рис. 45), генератора последовательного возбуждения (рис. 46) и генераторов смешанного возбуждения (рис. 47).

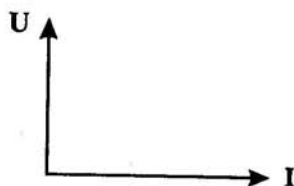


Рис. 44

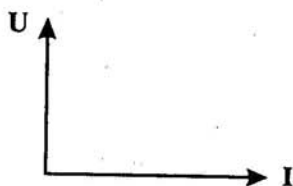


Рис. 45

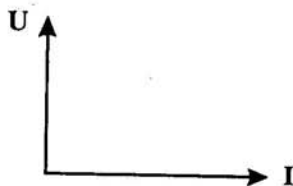


Рис. 46

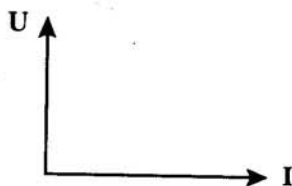


Рис. 47

## 9.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

*Напишите формулы:*

Действующего значения эдс фазы машины переменного тока:

$$E =$$

Частоты вращения ротора асинхронного двигателя:

$$n_2 =$$

Скольжения:

$$S =$$

*Ответьте на вопросы:*

217. Чем отличается генератор переменного тока от генератора постоянного тока?

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

218. Что такое скольжение асинхронного двигателя?

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

219. Какие существуют типы асинхронных электродвигателей и чем они отличаются?

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

220. Закончите предложения:

♦ Машина, преобразующая электрическую энергию в механическую, называется \_\_\_\_\_.



♦ Наибольшее распространение среди электрических двигателей получил \_\_\_\_\_ двигатель, впервые сконструированный известным русским электриком М. О. Доливо - Добровольским.

♦ Работа асинхронного двигателя основана на явлении, названном \_\_\_\_\_.

♦ Асинхронная машина обладает свойством \_\_\_\_\_, т.е. может быть использована как в режиме генератора, так и в режиме двигателя.

♦ Как и любая машина переменного тока, асинхронный двигатель состоит из двух основных частей: \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

**Выберите правильный ответ:**

**221. Чему равен вращающийся момент асинхронного двигателя, если скольжение ротора равно нулю?**

- а) 0.
- б)  $M_{\max}$ .
- в)  $M_{\text{пуск}}$ .
- г)  $M_{\text{ном}}$ .

**222. Чему равен вращающийся момент асинхронного двигателя, если скольжение его ротора равно 1?**

- а) 0.
- б)  $M_{\max}$ .
- в)  $M_{\text{пуск}}$ .
- г)  $M_{\text{ном}}$ .

**223. Как изменится скольжение, если увеличить момент на валу асинхронного двигателя?**

- а) Увеличится.
- б) Уменьшится.
- в) Не изменится.
- г) Уменьшится до нуля, если нагрузка превысит вращающий момент.

**224. Скорость вращения магнитного поля статора асинхронного двигателя 3000 об/мин, скорость вращения ротора 2940 об/мин. Определите скольжение.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**225. Магнитное поле трехфазного тока частотой 50 Гц вращается со скоростью 3000 об/мин. Определите сколько полюсов имеет это поле?**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**226. Скольжение асинхронного двигателя 0,05; частота питающей сети 50 Гц; число пар полюсов вращающегося магнитного поля  $p = 1$ . Определите скорость вращения ротора?**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**227. Частота питающего тока 400 Гц. Определите скорость вращения четырехполюсного вращающегося магнитного поля?**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**228. Шесть катушек, сдвинутых в пространстве одна относительно другой на 60, питаются трехфазным током частотой 400 Гц. Определите скорость вращения магнитного поля.**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**229.** Определите скольжение в процентах для шестиполюсного асинхронного двигателя, если ротор его делает 960 об/мин.

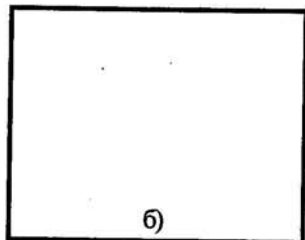
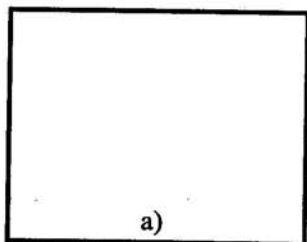
Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

**230.** В отведенных прямоугольниках нарисуйте схемы пуска однофазного двигателя при включении в цепь пусковой обмотки индуктивности а) и емкости б).



*Выберите правильный ответ:*

**231.** Как изменится частота вращения, ток обмотки статора и допустима ли работа асинхронного двигателя, если во время работы с моментом, равным половине номинального, сгорит плавкая вставка одного из трех предохранителей в цепи статора?

- а) Двигатель остановится.
- б) Частота вращения несколько уменьшится.
- в) Ток в обмотке статора возрастет.
- г) Работа двигателя недопустима, он перегреется, его необходимо отключить.

**232.** Какой из перечисленных способов регулирования частоты вращения асинхронных двигателей в настоящее время наиболее экономичен?

- а) Изменение частоты тока статора.
- б) Изменение числа пар полюсов.
- в) Введение в цепь ротора дополнительного сопротивления.
- г) Изменение напряжения на обмотке статора.

## Глава 10. ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

### 10.1. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ

233. Дополните схему классификации полупроводниковых приборов, данную на рис. 48.

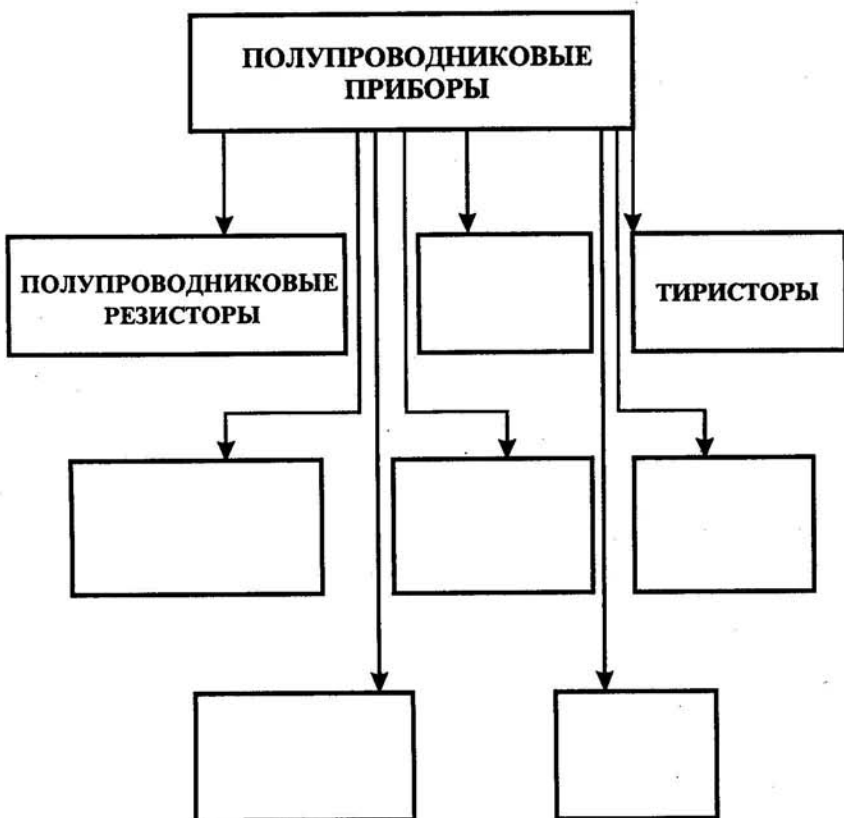


Рис. 48. Классификация полупроводниковых приборов.

234. По названию полупроводниковых диодов в схеме “Классификация полупроводниковых диодов” в отведенных квадратах нарисуйте условно-графическое обозначение соответствующих диодов (рис. 49).

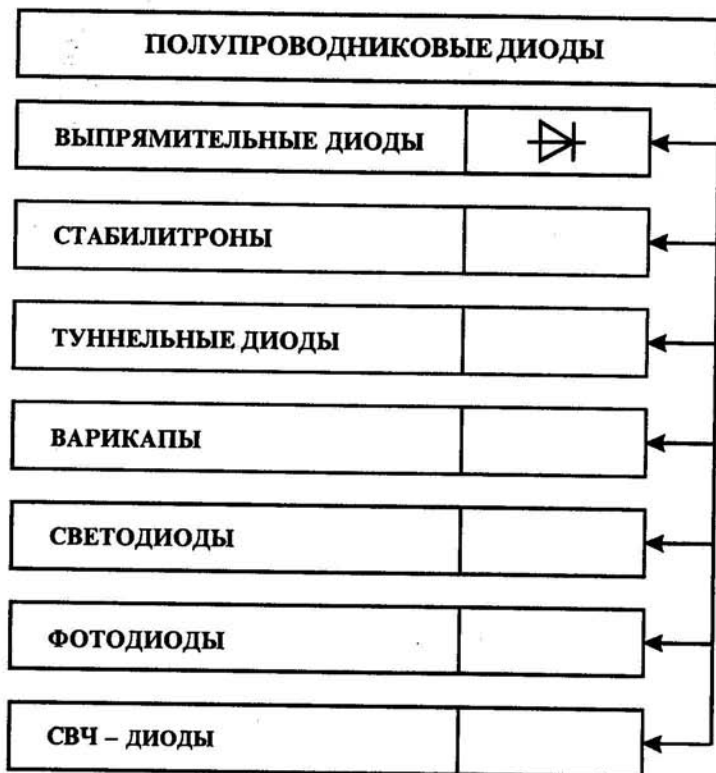


Рис. 49. Классификация полупроводниковых диодов

*Выберите правильный ответ:*

**235. Какой пробой опасен для  $p - n$  - перехода?**

- а) Тепловой.
- б) Электрический.
- в) Тот и другой.
- г) Пробой любого вида не опасен.

**236. Сколько  $p - n$  - переходов имеет симметричный тиристор?**

- а) 2.
- б) 3.
- в) 4.
- г) 5.

**237. В каком направлении включается коллекторный  $p - n$  - переход в транзисторе?**

- а) В обратном.
- б) В прямом.
- в) Это зависит от типа кристалла.
- г) Это зависит от схемы включения транзистора.

**238. У какого транзистора входное сопротивление максимальное?**

- а) У биполярного.
- б) У полевого с затвором в виде  $p - n$  - перехода.
- в) У МДП - транзистора.
- г) У транзистора типа  $p - n - p$ .

**239. Какие диоды используют для генерации электрических колебаний?**

- а) Туннельные диоды.
- б) Импульсные диоды.
- в) Стабилитроны.
- г) Для генерации электрических колебаний диоды не используются.

***Вставьте пропущенные слова:***

**240. Полупроводниковый прибор с двумя  $p - n$  - переходами и тремя (или более) выводами, предназначенный для генерирования и преобразования электрических колебаний называется \_\_\_\_\_.**

**241. В зависимости от выполняемых в схеме функций транзисторы могут работать в трех режимах: открытом, \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.**

**242. Специальные кремневые диоды, использующие в качестве управляемого конденсатора называются \_\_\_\_\_.**

**243. Полупроводниковые приборы, с четырехслойной структурой  $n - p - n - p$  - типа, тремя выводами и работающие в двух устойчивых состояниях — открытом и закрытом называются \_\_\_\_\_.**

Выполните задания:

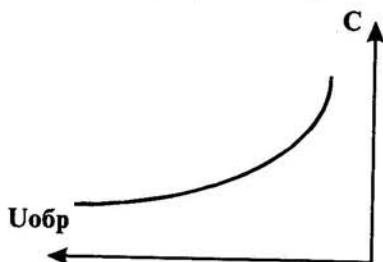
244. Допишите классификацию транзисторов в схеме рис. 50.



Рис. 50. Классификация транзисторов.

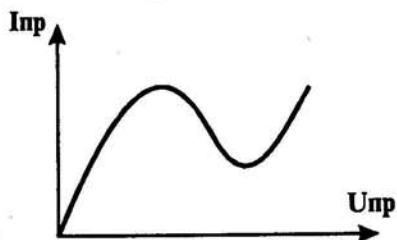
245. По вольт-амперным характеристикам определите тип полупроводникового прибора.

Вольт-амперная характеристика      Тип полупроводникового прибора

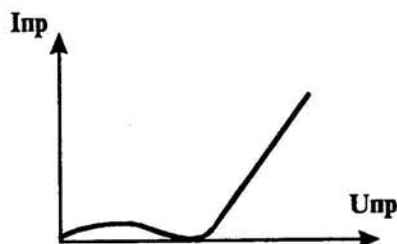


Ответ: \_\_\_\_\_

Вольт-амперная характеристика Тип полупроводникового прибора

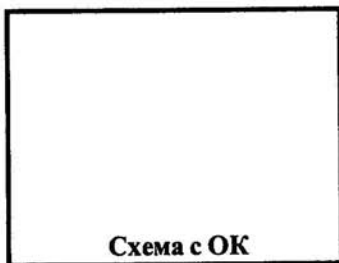
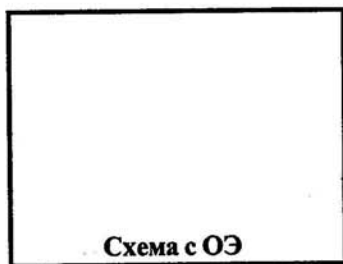
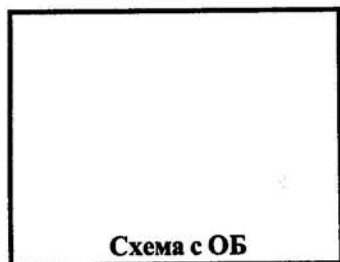


Ответ: \_\_\_\_\_



Ответ: \_\_\_\_\_

246. Нарисуйте три схемы включения транзистора: с общей базой (ОБ), с общим эмиттером (ОЭ) и общим коллектором (ОК) в отведенных квадратах.





247. Допишите таблицу 1 “Основные параметры транзисторов при трех схемах включения”.

Таблица 1

“Основные параметры транзисторов при трех схемах включения”

ПАРАМЕТР	СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ		
	ОБ	ОЭ	ОК
$R_{вх}$	20 - 120 Ом	150 Ом - 1,5 кОм	10 - 500 кОм
$R_{вых}$	?	?	10 - 100 Ом
$K_u$	30 - 300	?	?
$K_i$	?	10 - 250	?
$K_p$	?	?	?

Используя данные таблицы 1, сделайте вывод: “Какая схема включения транзистора имеет наибольшее усиление по мощности?”

Вывод: \_\_\_\_\_

248. При включении транзистора по схеме с общей базой коэффициент усиления по току  $\alpha = 0,97$ . Определить коэффициент по току  $K_i$ , если те же элементы соединить по схеме с общим эмиттером.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

249. По вольт-амперной характеристике выпрямительного диода, изображенной на рис. 51, определите сопротивление диода по постоянному току при включении диода в прямом и обратном направлении, если к диоду приложено напряжение  $U_{пр} = 0,5$  В и  $U_{обр} = -50$  В.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

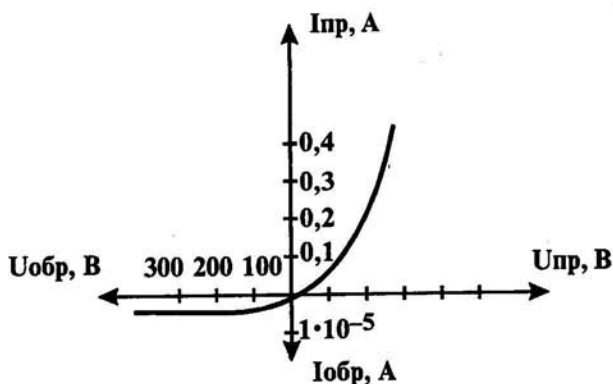


Рис. 51

250. По данному ниже описанию полупроводникового прибора назовите тип прибора, нарисуйте его условно-графическое обозначение на электрических схемах в указанном квадрате и вольт-амперную характеристику в данных координатах (рис. 52).

“Эти приборы составляют особую группу полупроводниковых кремневых плоскостных диодов, предназначенных для поддержания на определенном уровне напряжения при изменении тока в цепи, работают при обратном включении в режиме электрического пробоя.

При прямом включении данный тип диода работает также как и обычный выпрямительный диод”.

Ответ: \_\_\_\_\_

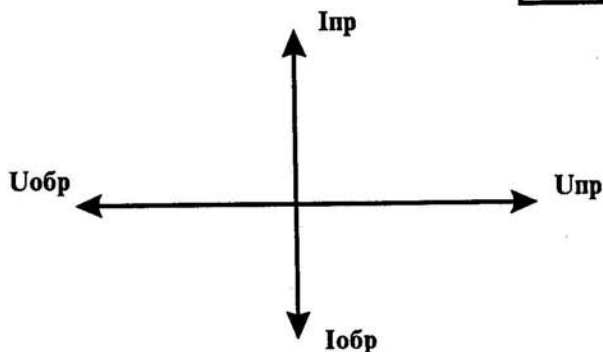
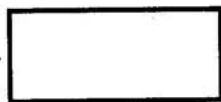


Рис. 52

251. По данному ниже описанию полупроводникового прибора назовите тип этого прибора, нарисуйте условно-графическое изображение его на электрических схемах в указанном квадрате и вольт-амперную характеристику в данных координатах (рис. 53).

“Это специальные полупроводниковые приборы, обладающие в определенном режиме отрицательным дифференциальным сопротивлением, т.е. при некотором значении напряжения ток уменьшается. Эти диоды обладают очень высоким быстродействием, благодаря чему получили широкое распространение в устройствах вычислительной техники”.

Ответ: \_\_\_\_\_

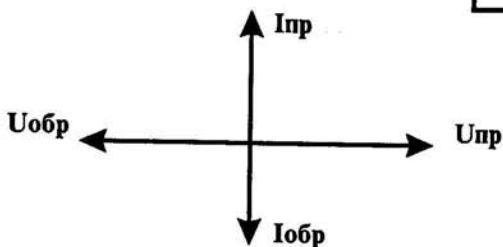
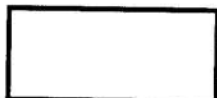


Рис. 53

252. При включении транзистора по схеме с общей базой коэффициент усиления по току  $\alpha = 0,98$ . Сопротивление нагрузки  $R_n = 5$  кОм. Определите входное сопротивление транзистора, если те же элементы включить по схеме с общим коллектором.

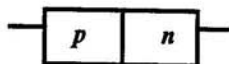
Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

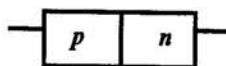
Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

253. Дорисуйте схемы включения  $p-n$  - перехода в прямом (рис. 54 а) и обратном направлениях (рис. 54 б).



а)



б)

Рис. 54

*Ответьте на вопросы:*

**254. Какие виды пробоя диодов вы знаете?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**255. В каком режиме работают стабилитроны?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**256. Перечислите основные недостатки полевых транзисторов.**

Ответ: \_\_\_\_\_

**257. Чем определяется обратный ток фотодиода?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**258. Какие приборы называют оптронами (оптопарами)?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**259. Какие полупроводниковые приборы используются в качестве датчиков освещенности?**

Ответ: \_\_\_\_\_

## **10.2. ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ**

*Ответьте на вопросы:*

**260. Каково назначение источников питания?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**261. Перечислите основные требования, предъявляемые к источникам питания?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**262. Каково назначение выпрямителей?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**263. В чем основное отличие параметрических стабилизаторов напряжения от компенсационных?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**264. Какой тип сглаживающего фильтра применяют в тиристорных выпрямителях?**

Ответ: \_\_\_\_\_

*Выберите правильный ответ:*

**265. Каким должно быть соотношение между прямым и обратным сопротивлениями диодов  $R_{пр}$  и  $R_{обр}$  выпрямителей?**

- а)  $R_{пр} < R_{обр}$ .
- б)  $R_{пр} > R_{обр}$ .
- в)  $R_{пр} \ll R_{обр}$ .
- г)  $R_{пр} = R_{обр}$ .

**266. Какая из перечисленных схем выпрямителей является самой распространенной в электронике?**

- а) Двухполупериодная со средней точкой.
- б) Мостовая.
- в) Однополупериодная.
- г) Схема трехфазного выпрямителя.

**267. Как повлияет увеличение частоты питающего напряжения на работу емкостного сглаживающего фильтра?**

- а) Сглаживание не изменится.
- б) Сглаживание улучшится.
- в) Сглаживание ухудшится.

**268. В течении какого промежутка времени открыт каждый диод в схеме трехфазного выпрямителя?**

- а)  $T/2$ .
- б)  $T/3$ .
- в)  $T/4$ .
- г)  $T/6$ .

**269. Выберите главное достоинство схемы трехфазного выпрямителя.**

- а) Малая пульсация выпрямленного напряжения.
- б) Отсутствие трансформатора со средней точкой.
- в) Малое обратное напряжение.
- г) Малое значение токов диодов.

**Вставьте пропущенные слова:**

270. Устройство, предназначенное для окончательного сглаживания пульсаций, а также создания напряжения на нагрузке, которое мало зависит от напряжения сети и тока нагрузки называется \_\_\_\_\_.

271. Частота пульсаций выходного напряжения при двухполупериодном выпрямлении равна \_\_\_\_\_ напряжения сети.

272. Устройства, предназначенные для уменьшения пульсаций выпрямленного напряжения до необходимого уровня называются \_\_\_\_\_.

273. Стабильность выходного напряжения оценивают коэффициентом \_\_\_\_\_.

**Выполните задания:**

274. Нарисуйте схему однополупериодного выпрямителя в указанном прямоугольнике и временные диаграммы напряжения на диоде  $U_d$  (рис. 55 а) и на нагрузке  $U_n$  (рис. 55 б).

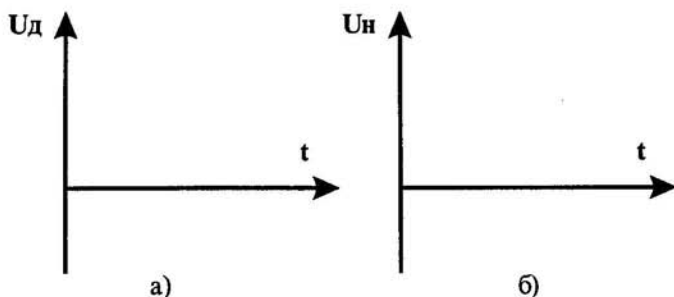
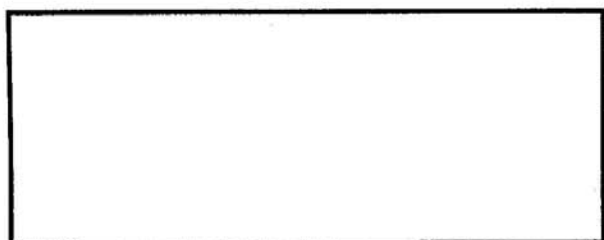
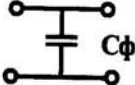


Рис. 55

275. По описанию сглаживающего фильтра — в указанном месте таблицы 2 напишите название этого фильтра и нарисуйте электрическую схему.

Таблица 2

“Сравнительная характеристика сглаживающих фильтров”

ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРА, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА
1. Применяют в силовых выпрямителях. Недостаток — большие габариты.	
2. Широко используются в любых источниках питания. Отличаются простотой конструкции и невысоким коэффициентом сглаживания.	<p>Емкостной фильтр</p> 
3. Эти фильтры обладают лучшими по сравнению с другими фильтрами параметрами, но громоздки и довольно дороги. Эти фильтры применяют в выходных каскадах мощных передатчиков на электронных лампах, а также в тиристорных выпрямителях.	
4. Эти фильтры просты по конструкции, сравнительно дешевы и применяются в маломощных источниках питания, имеющих ток нагрузки несколько десятков миллиампер.	

276. Найдите ошибку на электрической схеме однофазного мостового выпрямителя (рис. 56).

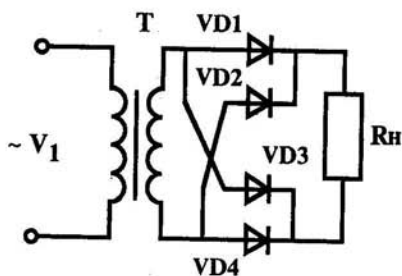


Рис. 56

277. В схеме однополупериодного выпрямителя действующее значение напряжения на зажимах вторичной обмотки трансформатора  $U_2 = 220$  В, сопротивление нагрузки 900 Ом. Определите постоянную составляющую тока нагрузки.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

278. По данным элементам (рис. 57) в отведенном прямоугольнике нарисуйте схему параметрического стабилизатора тока.

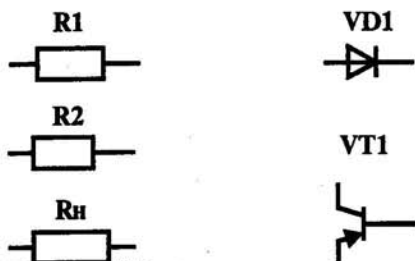
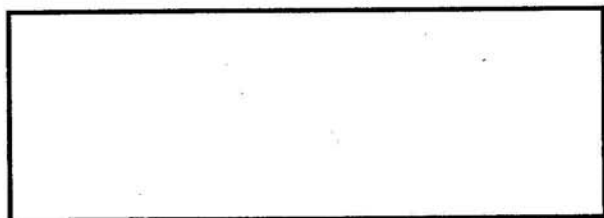


Рис. 57



279. В схеме однополупериодного выпрямителя постоянная составляющая тока в нагрузке 150 мА. Амплитуда на зажимах вторичной обмотки трансформатора 310 В. Определите сопротивление нагрузки.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



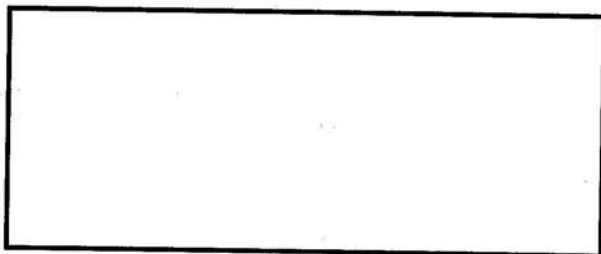
**280.** В схеме двухполупериодного выпрямителя амплитуда напряжения на зажимах вторичной обмотки трансформатора равна 310 В. Сопротивление нагрузки  $R_n = 800 \text{ Ом}$ . Определите постоянную составляющую тока нагрузки и нарисуйте электрическую схему выпрямителя в отведенном прямоугольнике.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



### 10.3. ЭЛЕКТРОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ И ГЕНЕРАТОРЫ

*Ответьте на вопросы:*

**281.** Назовите причину нелинейных искажений в усилителе?

Ответ: \_\_\_\_\_

**282.** Назовите причину фазовых искажений в усилителе?

Ответ: \_\_\_\_\_

**283.** Какой параметр полезного сигнала в усилителе искажается за счет нелинейности транзистора?

Ответ: \_\_\_\_\_

**284.** Какие типы усилителей имеют наименьшие частотные искажения?

Ответ: \_\_\_\_\_

**285.** В каком режиме находится транзистор каскада усиления во время ожидания входного сигнала?

Ответ: \_\_\_\_\_

286. Как расширить температурный диапазон работы усилителя?

Ответ: \_\_\_\_\_

287. Допишите схему классификации усилителей, изображенную на рис. 58.



Рис. 58. Классификация усилителей

**Выберите правильный ответ:**

288. Какой тип нагрузки обеспечивает более равномерное усиление в широком диапазоне частот?

- а) Резистивный.
- б) Индуктивный.
- в) Смешанный.
- г) Любая нагрузка.

**289. Преимущества транзисторных усилителей.**

- а) Надежность.
- б) Долговечность.
- в) Малогабаритность.
- г) Все перечисленные факторы.

**290. Обратную связь в усилителях применяют для:**

- а) Уменьшения нелинейных искажений.
- б) Увеличения входного сигнала.
- в) Уменьшения выходного сигнала.
- г) Все перечисленные факторы.

**291. Самовозбуждение генератора происходит при условии.**

- а)  $K\beta > 1$
- б)  $K\beta < 1$
- в)  $K\beta = 1$

**292. Условием существования незатухающих колебаний в автогенераторе является.**

- а) Баланс фаз
- б) Баланс амплитуд
- в) Отрицательная обратная связь
- г) Баланс амплитуд и фаз.

**293. Вставьте пропущенные слова:**

- ♦ Минимальное напряжение на входе усилителя, при котором на выходе обеспечивается номинальная мощность называется \_\_\_\_\_.
- ♦ Качественным показателем усилителей звуковых частот являются \_\_\_\_\_ искажения формы сигнала в процессе усиления.
- ♦ Коэффициенты усиления выражаются не только в относительных единицах, но и в \_\_\_\_\_.
- ♦ Зависимость выходного сигнала усилителя от входного выражается \_\_\_\_\_ характеристикой.
- ♦ Минимальную часть усилителя, сохраняющую его функции, называют \_\_\_\_\_.
- ♦ Коэффициент полезного действия усилителя — отношение полезной мощности на выходе усилителя к мощности, потребляемой им от \_\_\_\_\_.
- ♦ Электронное устройство, предназначенное для преобразования энергии постоянного тока в энергию незатухающих колебаний, называется \_\_\_\_\_.

♦ Особенно широко применяют автогенераторы, выполненные по \_\_\_\_\_ схемам.

294. Коэффициенты усиления по напряжению каскадов трехкаскадного усилителя соответственно равны:  $K_{u1} = 100$ ,  $K_{u2} = 40$  и  $K_{u3} = 10$ . Определите входное усиление каждого каскада усилителя, если выходное напряжение  $U_{вых} = 80$  В.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

295. Определите общий коэффициент усиления по напряжению трехкаскадного усилителя, если усиление каждого каскада соответственно равно: 50, 50 и 20 дБ.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

296. Используя амплитудную характеристику транзисторного усилителя (рис. 59), определите входное напряжение, если выходная мощность усилителя составляет 3 Вт, а сопротивление нагрузки 3,6 Ом.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

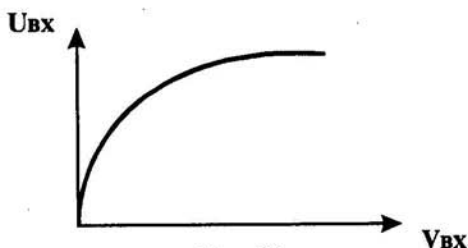


Рис. 59

297. Определите напряжение, которое покажет вольтметр, подключенный к сопротивлению нагрузки усилителя  $R_n = 2,5 \text{ Ом}$ , если выходная мощность усилителя равна 4 Вт.

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

298. Определите в децибеллах коэффициент частотных искажений усилительного каскада на заданной частоте, если усиление на этой частоте составляет 40, а в области средних частот оно составляет 50.

Дано: \_\_\_\_\_

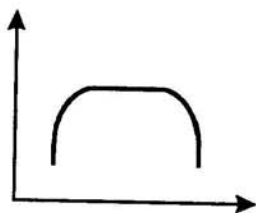
Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

299. На рис. 60 а, б, в даны три характеристики усилителя. В указанном месте — дайте названия этим характеристикам, обозначьте оси ординат и напишите назначение этих характеристик при настройке усилителя.

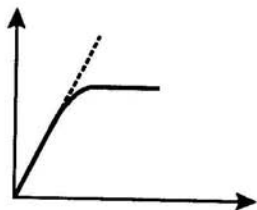
а)



Ответ: \_\_\_\_\_

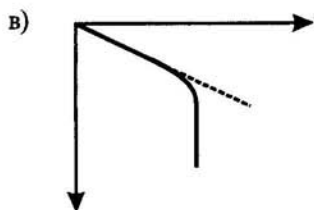
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

б)



Ответ: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Ответ: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Рис. 60

300. Используя элементы электрической цепи (рис. 61), нарисуйте схему предварительного каскада усиления на биполярном транзисторе в указанном прямоугольнике.

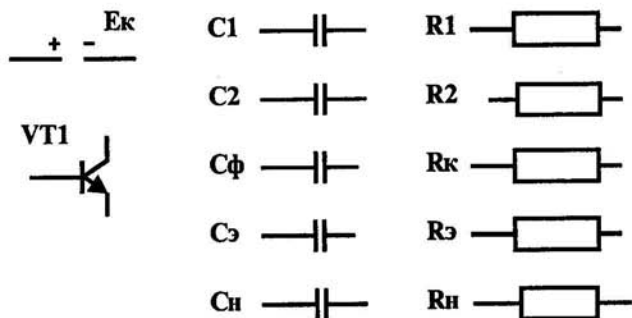
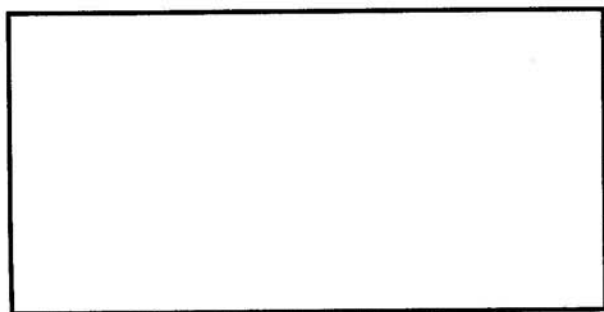


Рис. 61. Элементы электрической цепи



301. Используя данные таблицы 3 "Частотная характеристика усилителя", выполните задания:

♦ В указанных координатах (рис. 62) нарисуйте в масштабе частотную характеристику усилителя.

- ♦ Определите коэффициент частотных искажений усилительного каскада на  $f_1 = 159$  Гц и  $f_2 = 950$  Гц.
- ♦ Определите полосу пропускания усилителя.

Таблица 3

*“Частотная характеристика усилителя”*

f, Гц	100	150	200	250	300	500	700	800	850	900	950	1000
K	40	43	46	49	50	50	50	50	48	45	42	40

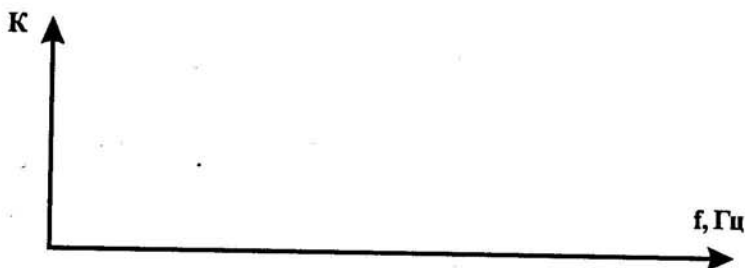


Рис. 62

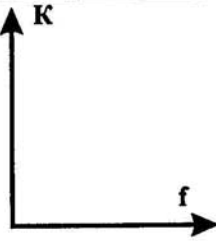
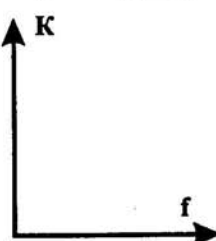
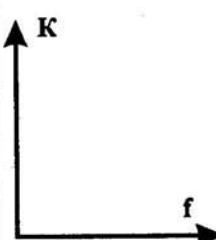
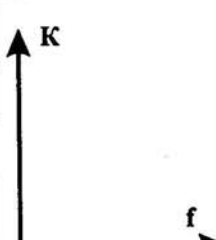
Ответ: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

302. Заполните таблицу 4 “Усилители гармонических колебаний”.

Таблица 4

*“Усилители гармонических колебаний”*

№ п/п	Тип усилителя	Вид частотной характеристики	Область применения усилителя
1	2	3	4
1	Предварительный усилитель		

№ п/п	Тип усилителя	Вид частотной характеристики	Область применения усилителя
1	2	3	4
2	Усилитель мощности		
3	Широкополосный усилитель		
4	Усилитель радиочастоты		
5	Усилитель постоянного тока		



**303. Определите сопротивление резистора в базовой цепи  $R_b$  в схеме усилителя рис. 63, если транзистор работает в режиме  $U_{ок} = 4,5$  В,  $I_{ок} = 1$  мА, коэффициент усиления по току  $h_{21} = 30$ .**

Дано: \_\_\_\_\_

Найти: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

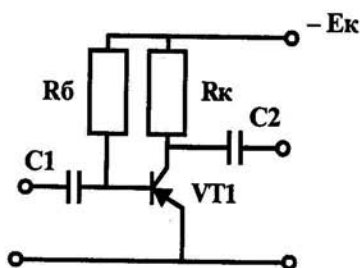


Рис. 63

*Ответьте на вопросы:*

**304. Можно ли усилитель с обратной связью использовать в качестве автогенератора?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**305. В чем состоит отличие параметрической стабилизации частоты от кварцевой стабилизации частоты?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**306. На каком физическом явлении основан принцип действия кварцевой стабилизации частоты?**

Ответ: \_\_\_\_\_

**307. Перечислите отличительные особенности RC – и LC – генераторов?**

Ответ: \_\_\_\_\_

308. По данным элементам на *рис. 64* составьте функциональную схему автогенератора гармонических колебаний в заданном прямоугольнике.



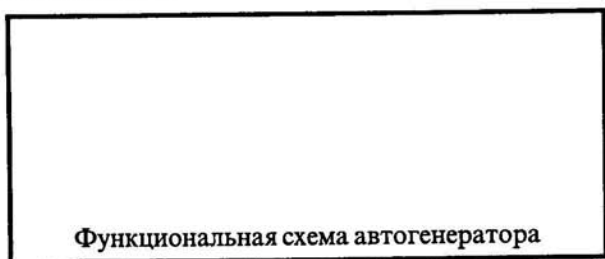
Рис. 64

ИЭ — источник электрической энергии;

КС — колебательная система;

ЭОС — элементы обратной связи;

УЭ — усилительный элемент.



309. Используя элементы (*рис. 65*), составьте электрическую схему автогенератора с индуктивной обратной связью в указанном прямоугольнике.

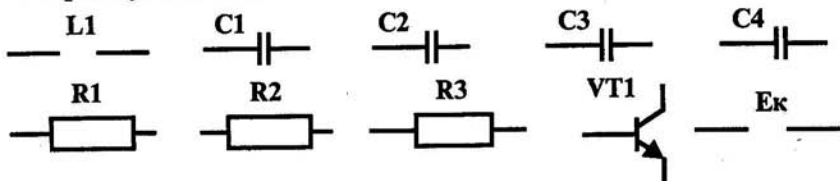
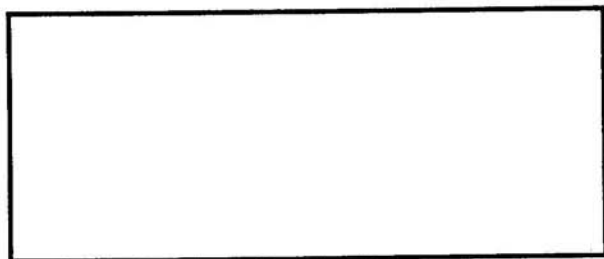


Рис. 65



## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев О.В., Китаев В.Е., Шихин А.Я. Электротехнические устройства. – М.: Энергоиздат, 1981. – с.
2. Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Масленников В.В. Задачник по общей электротехнике с основами электроники. – М.: Высшая школа, 1983. – с.
3. Белоусова Н.М., Будаков В.Б., Павлова Е.В., Панкратова Т.А., Ярочкина Г.В. Сборник дидактических материалов по курсу “Электротехника”. – М.: .19 .– 81 с.
4. Липатов Д.Н. Вопросы и задачи по электротехнике для программированного обучения. – М.: Энергия, 1973. – с.
5. Новиков П.Н., Кауфман В.Я., Толчеев О.В., Ярочкина Г.В. Задачник по электротехнике. – М.: Высшая школа, 1992. – 335 с.
6. Электротехника/под ред. Шихана А.Я. – М.: Высшая школа, 1989. – 335 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие.....	3
Глава 1. Электрическое поле.....	5
1.1. Закон Кулона.....	5
1.2. Потенциал и напряженность электрического поля.....	7
1.3. Электрическая емкость. Конденсаторы.....	8
Глава 2. Электрические цепи постоянного тока.....	12
2.1. Сопротивление и проводимость проводников.....	12
2.2. Закон Ома.....	14
2.3. Соединение резисторов.....	17
2.4. Правила Кирхгофа.....	20
2.5. Работа и мощность электрического тока.....	23
Глава 3. Магнитное поле тока и его характеристики. Электромагнитные силы. Магнитные цепи.....	25
Глава 4. Электромагнитная индукция.....	29
Глава 5. Однофазные цепи переменного тока.....	32
Глава 6. Трехфазные электрические цепи.....	40
Глава 7. Электрические измерения .....	45
Глава 8. Трансформаторы .....	52
Глава 9. Электрические машины .....	58
9.1. Машины постоянного тока .....	58
9.2. Электрические машины переменного тока .....	63
Глава 10. Электронные устройства .....	67
10.1. Полупроводниковые приборы .....	67
10.2. Электронные выпрямители .....	75
10.3. Электронные усилители и генераторы .....	80
Литература .....	90

*Учебное издание*

**Ярочкина Галина Владимировна,  
Володарская Анна Арнольдовна**

**Электротехника**

**Рабочая тетрадь**

Подписано в печать с готовых диапозитивов 20.12.2001. Формат 60 × 90/16.  
Бумага тип. № 2. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,0.  
Тираж 50 000 экз. (1-й завод 1 – 10 000 экз.). Заказ № 12 60.

Лицензия ИД № 02038 от 13.06.2000. Издательство «ПрофОбрИздат».  
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953, Д002684.05.01 от 18.05.2001 г.  
117342, г. Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 222. Тел./факс (095) 334-7873.

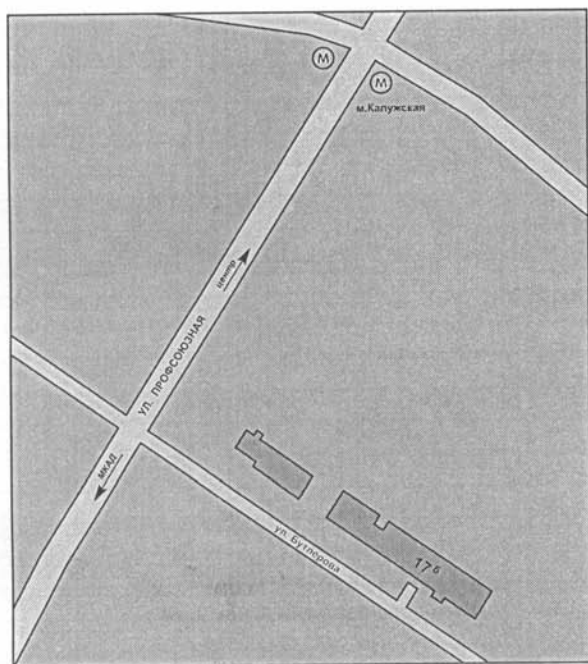
Лицензия ИД № 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия».  
117342, г. Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 222. Тел./факс (095) 330-1092, 334-8337.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.  
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

## Книги можно приобрести оптом по адресу:

117342, г. Москва, ул. Бутлерова, 17-Б. Тел./факс: (095) 334-7873.

E-mail: [bookinfo@online.ru](mailto:bookinfo@online.ru)



### Банковские реквизиты:

ООО «ПрофОбрИздат»

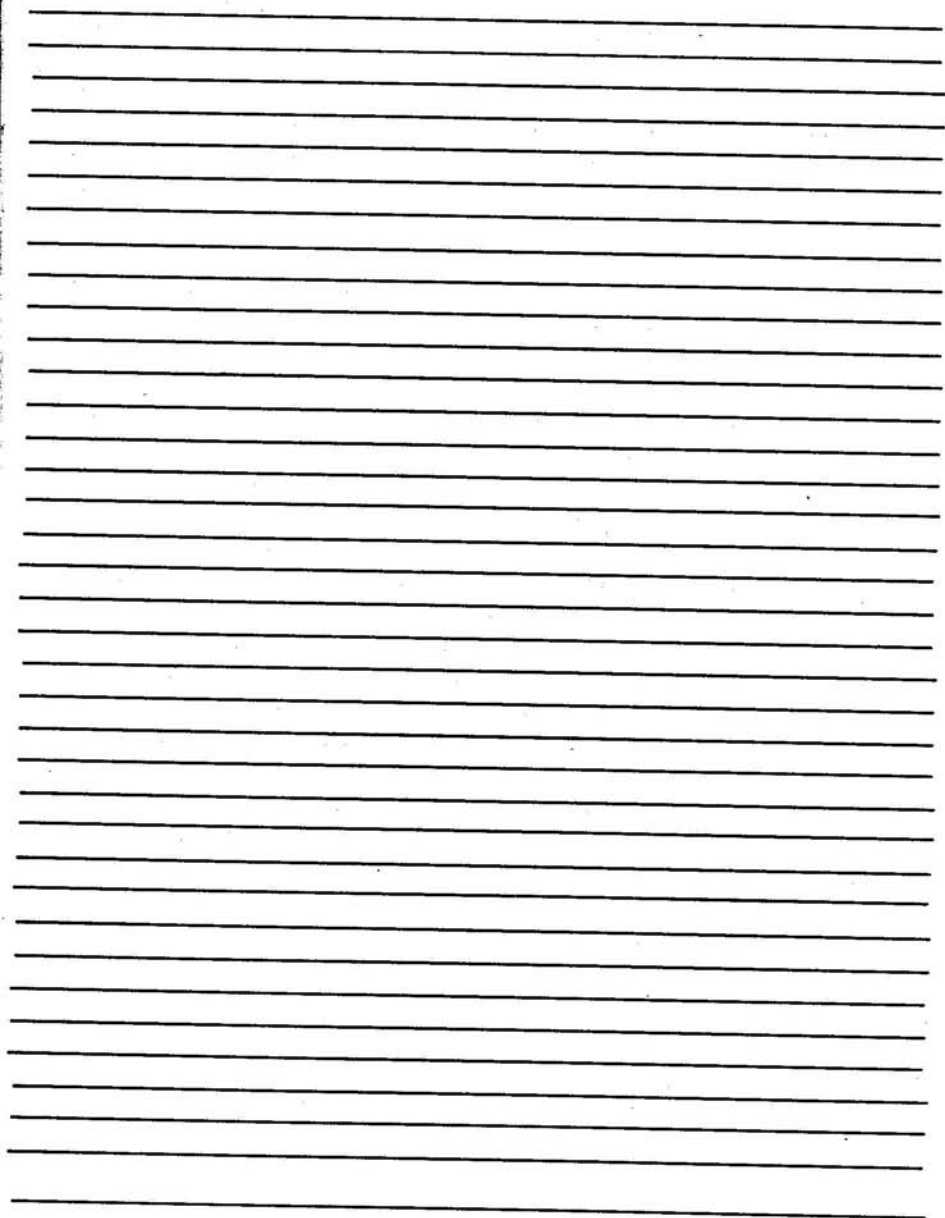
ИНН 7714172632 р/с 40702810938340102478,

к/с 30101810400000000225, БИК 044525225,

Стромынское ОСБ 5281 Сбербанка России г. Москва

Литературу нашего издательства Вы можете также выписать по каталогу «Книги и учебники» Агентства «Союзпечать» в любом почтовом отделении связи.

## **ДЛЯ ЗАМЕТОК**







ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ISBN 5-94231-109-9



9 785942 311094