

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»  
Рязанский станкостроительный колледж РГРТУ

Методические рекомендации и контрольные задания  
по учебной дисциплине

ОП14 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Специальность	15.02.16 Технология машиностроения
Квалификация выпускника	техник-технолог
Форма обучения	заочная

Рязань 2023

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению на заседании цикловой комиссии  
общепрофессиональных дисциплин

Протокол №2 от 12.09 2023г.

Председатель комиссии: Агарков В.А.

Разработчик: Куколев Александр Владимирович, преподаватель РССК «РГРТУ»

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

1	ВВЕДЕНИЕ	4
2	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	7
3	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4	ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	15
5	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	28
6	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ	36
7	ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	37

# **1 ВВЕДЕНИЕ**

## **1.1 Общие правила**

Методические рекомендации разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Основы электротехники», в соответствии с ФГОС СПО по специальности: 15.02.16 Технология машиностроения.

Данные методические рекомендации предназначены для самостоятельного изучения дисциплины «Основы электротехники» и выполнения домашней контрольной работы обучающимися колледжа.

Для успешной работы обучающемуся необходимо:

- ознакомиться с требованиями к результатам освоения дисциплины (п.2.2).
- изучить теоретический материал, с параллельным выполнением практических заданий. Последовательность изучения изложена в тематическом плане(п.3.2).
- выполнить задания домашней контрольной работы(п.4) по своему варианту(п.1.3), используя в качестве образца методические рекомендации к выполнению контрольной работы (п.5).
- после чего, с помощью учебной литературы (п.7), можно отвечать на вопросы к экзамену и решать практические задания по тематике, указанной в п.3.3.

К экзамену допускаются обучающиеся, успешно выполнившие домашнюю контрольную работу.

Домашняя контрольная работа содержит 6 заданий по темам:

- Электрическое поле;
- Электрические цепи постоянного тока;
- Электрические измерения;
- Однофазные электрические цепи;
- Трёхфазные электрические цепи;
- Электрические машины переменного тока;
- Электрические машины постоянного тока;
- Основы электропривода;
- Преобразование, передача и распределение электрической энергии.

## **1.2 Требования, предъявляемые к домашней контрольной работе**

1. Выписать номера заданий своего варианта.
2. Правильно и аккуратно переписать задание контрольной работы по своему варианту. Работы, выполненные по другому варианту, возвращаются без проверки.
3. Решения сопровождать пояснениями, указывать единицы величин.
4. Работу выполнять чернилами разборчиво (либо печатным текстом).
5. В тетради необходимо оставлять поля и место в конце работы для замечаний и заключения преподавателя. Страницы пронумеровать.
6. В конце работы привести список использованных источников, проставить дату выполнения работы и подпись.
7. Работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается и возвращается.
8. После получения зачётной работы следует изучить все замечания и поправки преподавателя и исправить ошибки.
9. При не зачётной работе она выполняется заново по варианту, указанному преподавателем. На проверку в этом случае отправляются обе работы: не зачётная и выполненная заново
10. Для получения положительной оценки по контрольной работе необходимо выполнить все задания. Качественная оценка выставляется по следующим критериям:

- Оценка 5 /отлично/ выставляется если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

- Оценка 4 /хорошо/ выставляется если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

- Оценка 3/удовлетворительно/ выставляется если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

- Оценка 2 /неудовлетворительно/ выставляется если теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки

### 1.3 Разбивка по вариантам контрольной работы

Выполняется одна контрольная работа. Варианты для каждого студента индивидуальные. Номер варианта определяется двумя последними цифрами номера личного дела (шифра). Например, номера личных дел 13, 50, 835, 1103, 2300. Номера вариантов будут: 13, 50, 35, 03, 00.

Решить пять задач и дать ответ на один теоретический вопрос из предложенного списка согласно таблице вариантов:

Первое число каждой ячейки указывает номер варианта задачи №1. Второе число - номер варианта задачи №2. Третье число - номер варианта задачи №3. Четвёртое число - номер варианта задачи №4. Пятое число - номер варианта задачи №5. Шестое число - номер теоретического вопроса.

Таблица вариантов 0 – 99

Варианты задач и теоретических вопросов для своего варианта студент находит в соответствующих таблицах.

Предпоследняя цифра шифра студента	Последняя цифра шифра студента									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	33,1, 1,10, 100,20	1,2, 2,11, 1,21	2,3, 3,12, 2,22	3,4, 4,13, 3,23	4,5, 5,14, 4,24	5,6, 6,15, 5,25	6,7, 7,16, 6,26	7,8, 8,17, 7,27	8,9, 9,18, 8,28	9,10, 10,19, 9,29
1	10,11, 11,20, 10,30	11,12, 12,21, 11,31	12,13, 13,22, 12,32	13,14, 14,23, 13,33	14,15, 15,24, 14,34	15,16, 16,25, 15,35	16,17, 17,26, 16,36	17,18, 18,27, 17,37	18,19, 19,28, 18,38	19,20, 20,29, 19,39
2	20,21, 21,30, 20,40	21,22, 22,31, 21,41	22,23, 23,32, 22,42	23,24, 24,33, 23,43	24,25, 25,34, 24,1	25,26, 26,35, 25,2	26,27, 27,36, 26,3	27,28, 28,37, 27,4	28,29, 29,38, 28,5	29,30, 30,39, 29,6
3	30,31, 31,40, 30,7	31,32, 1,1, 31,8	32,33, 2,2, 32,9	33,34, 3,3, 33,10	1,35, 4,4, 34,11	2,36, 5,5, 35,12	3,37, 6,6, 36,13	4,38, 7,7, 37,14	5,39, 8,8, 38,15	6,40, 9,9, 39,16
4	7,41, 10,10, 40,17	8,42, 11,11, 41,18	9,43, 12,12, 42,19	10,44, 13,13, 43,20	11,45, 14,14, 44,21	12,46, 15,15, 45,22	13,47, 16,16, 46,23	14,48, 17,17, 47,24	15,49, 18,18, 48,25	16,50, 19,19, 49,26

5	17,1, 20,20, 50,27	18,2, 21,21, 51,28	19,3, 22,22, 52,29	20,4, 23,23, 53,30	21,5, 24,24, 54,31	22,6, 25,25, 55,32	23,7, 26,26, 56,33	24,8, 27,27, 57,34	25,9, 28,28, 58,35	26,10, 29,29, 59,36
6	27,11, 30,30, 60,37	28,12, 31,31, 61,38	29,13, 1,32, 62,39	30,14, 2,33, 63,40	31,15, 3,34, 64,41	32,16, 4,35, 65,42	33,17, 5,36, 66,43	1,18, 6,37, 67,1	2,19, 7,38, 68,2	3,20, 8,39, 69,3
7	4,21, 9,40, 70,4	5,22, 10,1, 71,5	6,23, 11,2, 72,6	7,24, 12,3, 73,7	8,25, 13,4, 74,8	9,26, 14,5, 75,9	10,27, 15,6, 76,10	11,28, 16,7, 77,11	12,29, 17,8, 78,12	13,30, 18,9, 79,13
8	14,31, 19,10, 80,14	15,32, 20,11, 81,15	16,33, 21,12, 82,16	17,34, 22,13, 83,17	18,35, 23,14, 84,18	19,36, 24,15, 85,19	20,37, 25,16, 86,20	21,38, 26,17, 87,21	22,39, 27,18, 88,22	23,40, 28,19, 89,23
9	24,41, 29,20, 90,24	25,42, 30,21, 91,25	26,43, 31,22, 92,26	27,44, 1,23, 93,27	28,45, 2,24, 94,28	29,46, 3,25, 95,29	30,47, 4,26, 96,30	31,48, 5,27, 97,31	32,49, 6,28, 98,32	33,50, 7,29, 99,33

## **2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «Основы электротехники»**

### **2.1 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Учебная дисциплина «Основы электротехники» является частью общепрофессионального цикла образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 15.02.16 Технология машиностроения.

Учебная дисциплина «Основы электротехники» обеспечивает формирование компетенций по всем видам деятельности ФГОС по специальности 15.02.16 Технология машиностроения.

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии следующих общих и профессиональных компетенций:

ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК.02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК.03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК.09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ПК 4.1 Осуществлять диагностику неисправностей и отказов систем металлорежущего и аддитивного производственного оборудования.

### **2.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

<b>Код ПК/ОК</b>	<b>Умения</b>	<b>Знания</b>
ОК01 ОК02 ОК03 ОК09 ПК 4.1	<ul style="list-style-type: none"><li>– Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических магнитных и электронных цепей.</li><li>– Включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Основ электротехники.</li><li>– Электрических измерений и приборов.</li><li>– Электромеханических устройств сборочного оборудования.</li></ul>

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов	В форме практической подготовки
Объём учебной дисциплины по плану	76	25
Суммарная учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем	19	-
в том числе:		
лекции, уроки	6	-
лабораторные занятия	4	4
практические занятия	4	4
курсовая работа (проект)	-	-
консультации	5	3
Самостоятельная работа	51	11
Промежуточная аттестация проводится в форме: экзамена.	6	3



### 3.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «Основы электротехники»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	В форме практической подготовки
1	2	3	4
<b>Раздел 1. Основы электротехники</b>		<b>65</b>	<b>19</b>
<b>Тема 1.1. Электрическое поле</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	-	-
	Содержание предмета электротехника. Понятие о строении вещества. Свойства электрического поля. Закон Кулона.		
	Самостоятельная работа обучающихся: Проводники и диэлектрики.	3	-
<b>Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока</b>	<b>Содержание учебного материала.</b>	2	-
	Параметры и элементы электрической цепи. Методы расчета электрических цепей постоянного тока. Режимы работы и способы соединения источников питания.		
	Практическое занятие: Расчет электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением R.	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся: Методы расчёта электрических цепей постоянного тока	7	2
<b>Тема 1.3. Электромагнетизм</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	-	-
	Характеристики и виды магнитного поля. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Электромагниты.		
	Самостоятельная работа обучающихся: Магнитные материалы	3	1
<b>Тема 1.4. Электрические измерения</b>	<b>Содержания учебного материала</b>	2	-
	Электроизмерительные приборы Методы электрических измерений. Погрешности и классификация электроизмерительных приборов. Приборы магнитоэлектрической, электромагнитной и электродинамической систем. Измерение токов, напряжений, сопротивлений и мощности.		

	Лабораторные занятия: 1 Измерение активной мощности в цепи электрического тока. 2 Исследование свойств соединений резисторов.	4	4
	Самостоятельная работа обучающихся: Анализ методов электрических измерений	7	2

<b>Тема 1.5. Однофазные электрические цепи</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	2	-
	Закон Ома в цепях переменного тока. Последовательное соединение элементов электрической цепи переменного тока Резонанс напряжений и токов		
	Практические занятия: Расчет неразветвленной цепи однофазного переменного тока с R, L, C	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся: Методы расчёта электрических цепей переменного тока	4	1
<b>Тема 1.6. Трёхфазные электрические цепи</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	-	-
	Соединение фаз источника энергии и приемника звездой Соединение фаз источника энергии и приемника треугольником		
	Самостоятельная работа обучающихся: Способы соединения потребителей.	3	1
<b>Тема 1.7. Трансформаторы</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	-	-
	Однофазный трансформатор Назначение трансформаторов и их применение. Принцип действия и устройство однофазного трансформатора. Виды трансформаторов		
	Самостоятельная работа обучающихся: Режимы работы трансформатора.	3	1
<b>Тема 1.8. Электрические машины переменного тока</b>	<b>Содержания учебного материала</b>	-	-
	Асинхронные машины Синхронные машины		
	Самостоятельная работа обучающихся:	3	-

	Электрические машины		
<b>Тема 1.9. Электрические машины постоянного тока</b>	<b>Содержания учебного материала</b>	-	-
	Генераторы постоянного тока Характеристики генератора постоянного тока Двигатели постоянного тока		
	Самостоятельная работа обучающихся: Электрические машины.	3	

<b>Тема 1.10 Электрические, магнитные и электромагнитные элементы автоматики</b>	<b>Содержания учебного материала</b>	-	-
	Реле и датчики Контакты и магнитные пускатели		
	Самостоятельная работа обучающихся: Элементы автоматики.	5	1
<b>Тема 1. 11. Основы электропривода</b>	<b>Содержания учебного материала</b>	-	-
	Основы электропривода Понятие об электроприводе. Электрическая схема включения нереверсивного асинхронного двигателя.		
	Самостоятельная работа обучающихся: Электрическая схема управления реверсивным асинхронным двигателем	5	1
<b>Тема 1.12. Преобразование, передача и распределение электрической энергии</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	-	-
	Преобразование, передача и распределение электрической энергии Электрические станции. Передача электроэнергии на расстояние. Распределение электроэнергии. Энергосистемы.		
	Самостоятельная работа обучающихся: Передача и распределение электрической энергии.	5	1
<b>Консультации</b>		<b>5</b>	<b>3</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>6</b>	<b>3</b>
<b>Всего:</b>		<b>76</b>	<b>25</b>

### 3.3 Задания для экзамена

Экзаменационные вопросы:

1. Электрическая энергия, её свойства и применение. История развития электроэнергетики в России.
2. Электрическое поле, электрическая напряжённость, электрическое напряжение, потенциал.
3. Конденсатор, электрическая ёмкость, энергия электрического поля. Электроизоляционные материалы.
4. Электрический ток в металлах, сила и плотность тока, направление. Электрическая цепь, её основные элементы.
5. Энергия и мощность электрической цепи. Баланс мощности.
6. Электрическое сопротивление и проводимость. Удельное сопротивление, удельная проводимость, зависимость сопротивления от температуры.
7. Закон Ома для участка цепи и для всей цепи. Режимы работы цепи: холостой ход, короткое замыкание, переменная нагрузка.
8. Закон Джоуля-Ленца. Нагрев проводов, выбор сечения провода в зависимости от допускаемого тока. Основные проводниковые материалы.
9. Первый и второй законы Кирхгофа. Применяются для расчётов сложных цепей.
10. Последовательное, параллельное и смешанное соединение резисторов. Потери напряжения в проводах линии электропередачи. Допустимые её значения.
11. Магнитное поле, направление магнитного поля, определение направления.
12. Напряжённость магнитного поля, магнитная постоянная, магнитная проницаемость вещества. Магнитная индукция, магнитный поток.
13. Магнитное напряжение. Намагничивающая сила. Закон полного тока.
14. Электромагнитная сила. Взаимодействие магнитного поля и проводника с током. Действие магнитного поля на движущиеся электрические заряды.
15. Ферромагнитные вещества и их намагничивание, явление гистерезиса. Магнитомягкие и магнитно-твёрдые материалы.
16. Магнитная цепь. Электромагниты и их практическое применение.
17. Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции в проводнике, в контуре. Правило правой руки, правило Ленца.
18. Индуктивность. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Вихревые токи.
19. Переменный ток, его определение. Период и частота. Получение синусоидального ЭДС. Понятие об устройстве и принципе действия генератора переменного тока. Угловая скорость и угловая частота.
20. Изображение синусоидальных величин. Фаза, начальная фаза, сдвиг фаз.
21. Действующее значение тока, напряжения, ЭДС.
22. Цепь переменного тока с активным сопротивлением. Цепь переменного тока с индуктивным сопротивлением. Цепь переменного тока с ёмкостным сопротивлением.
23. Неразветвленная цепь переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью. Коэффициент использования мощности (косинус  $\Phi$ И).
24. Неразветвленная цепь переменного тока, содержащая активное сопротивление, индуктивность и ёмкость. Резонанс напряжений.
25. Параллельная цепь переменного тока, содержащая активное сопротивление, индуктивность и ёмкость. Резонанс токов. Использование конденсаторов для компенсации реактивной мощности.
26. Трёхфазная система переменного напряжения. Соединение генератора звездой и треугольником. Фазные и линейные напряжения, их соотношение.
27. Соединение трёхфазных потребителей звездой и треугольником. Фазные и линейные токи, соотношение между ними. Мощность трёхфазной цепи.

28. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Режим холостого хода, рабочий режим и режим короткого замыкания. Потери энергии и КПД трансформатора.
29. Трёхфазные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные и измерительные трансформаторы.
30. Устройство и принцип действия асинхронного электродвигателя. Получение вращающегося магнитного поля. Скольжение. ЭДС. Сопротивление и ток в обмотках статора и ротора.
31. Скольжение, ток в обмотках статора и ротора. Вращающий момент, механическая характеристика асинхронного двигателя.
32. Потери и КПД, пуск в ход, регулирование частоты вращения и реверсирование асинхронного двигателя.
33. Синхронный генератор и синхронный электродвигатель. Однофазный электродвигатель. Устройство, принцип действия и применение.
34. Устройство машин постоянного тока. Принцип действия генератора и электродвигателя постоянного тока.
35. Генератор постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением, их схемы и характеристики (холостого хода и внешняя).
36. Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением его схемы, механическая характеристика. Потери и КПД.
37. Пуск в ход, регулирование частоты вращения, реверсирование двигателя, постоянного тока. Область применения.
38. Классификация электроизмерительных приборов. Погрешности измерений. Класс точности прибора.
39. Устройство и принцип действия электроизмерительных механизмов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и индукционной систем и их применение в приборах.
40. Измерение тока, напряжения, мощности.
41. Измерение сопротивлений. Измерение неэлектрических величин.
42. Понятие об электроприводе. Режим работы электродвигателей. Выбор мощности электродвигателя при продолжительной работе с постоянной нагрузкой.
43. Пускорегулирующая и защитная аппаратура. Принципиальная и монтажная электросхемы. Принципиальная неререверсивная электросхема управления асинхронным электродвигателем.
44. Понятие об управлении и регулировании автоматизации, автоматике, автоматических системах. Элементы автоматики: первичные преобразователи (датчики), промежуточные исполнительные элементы.
45. Современные схемы электроснабжения промышленных предприятий. Электрические сети предприятий: воздушные кабельные, внутренние электрические сети. Защитное заземление.
46. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Электронно-дырочный переход, его свойства.
47. Полупроводниковый диод, устройство, принцип действия, характеристика, параметры, применение, маркировка. Стабилитрон.
48. Биполярный транзистор, устройство, принцип действия, усилительные свойства. Полевой транзистор, принцип действия, применение и маркировка транзисторов.
49. Тиристор, устройство, принцип действия, применение, маркировка.
50. Фоторезистор, солнечные фотоэлементы и фотодиоды, фототранзисторы, устройство, принцип действия, применение, маркировка.
51. Однополупериодный выпрямитель, двухполупериодный выпрямитель, соотношения между переменными и выпрямленными токами, и напряжениями.
52. Трёхфазный однополупериодный выпрямитель, управляемый выпрямитель, сглаживающие фильтры.

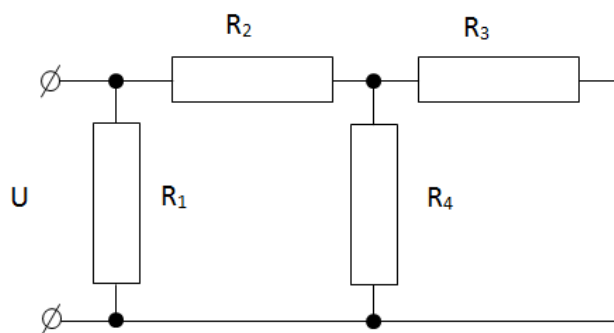
53. Усилитель напряжения, принцип усиления. Двухкаскадный усилитель, частотная характеристика, виды межкаскадных связей.
54. Усилитель мощности, импульсный усилитель, избирательный усилитель, усилитель постоянного тока.
55. Электронные устройства автоматики и вычислительной техники: электронное реле, транзисторные ключи, основные логические элементы.
56. Схемы логических элементов: регистра, счётчика. Их работа, применение.

Практическое задание:

Для данной электрической цепи заданы значения сопротивления резисторов  $R_1=R_2=25\text{ Ом}$ ,  $R_3=15\text{ Ом}$ ,  $R_4=75\text{ Ом}$ ,  $U=105\text{ В}$ .

Определить:

- 1 Проводимости и токи в ветвях.
- 2 Падения напряжений на всех участках цепи.
- 3 Мощность, потребляемую цепью.



### 3.4 Пример варианта билета:

1. Конденсатор, электрическая емкость, энергия электрического поля.

Электроизоляционные материалы.

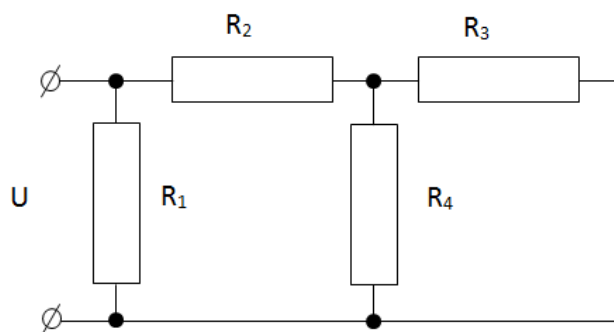
2. Магнитная цепь. Электромагниты и их практическое применение.

3. Практическое задание:

Для данной электрической цепи заданы значения сопротивления резисторов  $R_1=R_2=25\text{ Ом}$ ,  $R_3=15\text{ Ом}$ ,  $R_4=75\text{ Ом}$ ,  $U=105\text{ В}$ .

Определить:

- 1 Проводимости и токи в ветвях.
- 2 Падения напряжений на всех участках цепи.
- 3 Мощность, потребляемую цепью.



#### 4 ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

**Задача 1 (варианты 01-33).** Цепь постоянного тока содержит шесть резисторов, соединённых смешанно. Схема цепи и значения резисторов указаны на соответствующем рисунке.

а) Номер рисунка и величина одного из заданных токов или напряжений приведены в таблице 1. Индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит этот или на котором действует указанное напряжение. Например, через резистор  $R_5$  проходит ток  $I_5$  и на нем действует напряжение  $U_5$ . Определить: 1) эквивалентное сопротивление и цепи относительно вводов АВ; 2) ток в каждом резисторе; 3) напряжение на каждом резисторе; 4) расход электрической энергии цепью за 10 ч.

б) С помощью логических рассуждений пояснить характер изменения одного из значений заданных в таблице вариантов (увеличится, уменьшится, останется прежней), если заданный в таблице резистор либо замыкается накоротко, либо выключается из схемы (напряжение сети  $U_{AB}$  должно соответствовать части - а)). В случае возникновения трудностей логического пояснения следует рассчитать указанное значение в изменённой схеме и дать ответ.

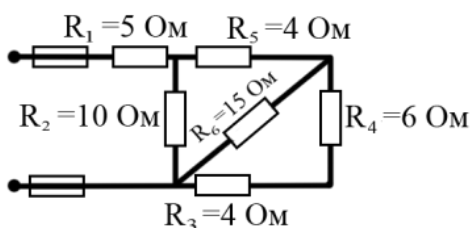


Рисунок 7

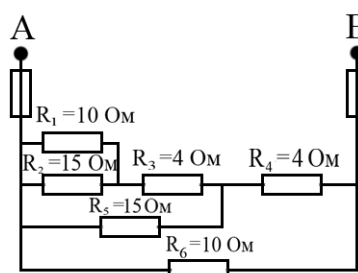


Рисунок 8

Номера вариантов	Номера рисунков	Задаваемая величина	Действие с резисторами		Изменение какой величины рассмотреть
			Замыкается накоротко	Выключается из схемы	
01	7	$I_{4,5} = 6 \text{ A}$	-	$R_3$	$I_2$
02	7	$U_2 = 100 \text{ B}$	$R_6$	-	$U_1$
03	7	$I_2 = 10 \text{ A}$	-	$R_4$	$I_3$
04	7	$U_3 = 40 \text{ B}$	$R_5$	-	$I_{4,5}$
05	7	$U_1 = 100 \text{ B}$	-	$R_2$	$I_1$
06	7	$U_{AB} = 200 \text{ B}$	$R_3$	-	$U_6$
07	7	$I_1 = 20 \text{ A}$	-	$R_6$	$I_3$
08	7	$U_6 = 60 \text{ B}$	$R_2$	-	$I_1$
09	7	$U_4 = 36 \text{ B}$	-	$R_2$	$I_3$
10	7	$I_6 = 4 \text{ A}$	$R_1$	-	$U_2$
11	7	$I_2 = 5 \text{ A}$	-	$R_6$	$U_2$
12	7	$U_3 = 20 \text{ B}$	$R_4$	-	$I_3$
13	7	$I_{4,5} = 3 \text{ A}$	-	$R_4$	$I_6$
14	7	$U_{AB} = 100 \text{ B}$	$R_6$	-	$U_1$
15	7	$I_1 = 10 \text{ A}$	-	$R_3$	$I_1$
16	7	$I_4 = 3 \text{ A}$	$R_5$	-	$I_3$
17	7	$U_1 = 50 \text{ B}$	-	$R_6$	$I_{4,5}$
18	7	$U_{4,5} = 30 \text{ B}$	$R_2$	-	$I_3$
19	7	$I_3 = 5 \text{ A}$	-	$R_2$	$U_3$
20	7	$U_2 = 50 \text{ B}$	$R_1$	-	$U_6$
21	8	$U_{AB} = 30 \text{ B}$	-	$R_6$	$U_1$
22	8	$I_1 = 1,08 \text{ A}$	$R_4$	-	$I_5$
23	8	$U_1 = 10,8 \text{ B}$	-	$R_1$	$I_3$
24	8	$I_2 = 0,72 \text{ A}$	$R_5$	-	$I_4$
25	8	$I_3 = 1,8 \text{ A}$	-	$R_2$	$U_4$
26	8	$U_4 = 12 \text{ B}$	$R_3$	-	$I_4$
27	8	$I_6 = 3 \text{ A}$	-	$R_4$	$I_6$
28	8	$U_6 = 18 \text{ B}$	$R_1$	-	$U_3$
29	8	$I_5 = 1,2 \text{ A}$	-	$R_3$	$U_5$
30	8	$U_3 = 7,2 \text{ B}$	$R_2$	-	$I_5$
31	8	$I_1 = 3,24 \text{ A}$	-	$R_5$	$U_3$
32	8	$U_5 = 54 \text{ B}$	$R_1$	-	$U_2$
33	8	$I_4 = 9 \text{ A}$	-	$R_1$	$I_4$

Таблица 1.



**Задача 2 (варианты 01-50).** Неразветвленная цепь переменного тока, показанная на соответствующем рисунке, содержит активные и реактивные сопротивления, величины которых заданы в таблице 2. Кроме того, известна одна из дополнительных величин ( $U$ ,  $I$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ ). Определить следующие величины, если они не заданы в таблице вариантов: 1) Полное сопротивление цепи  $Z$ ; 2) напряжение,  $U$  приложенное к цепи; 3) силу тока в цепи; 4) угол сдвига фаз  $\varphi$  (величину и знак); 5) активную  $P$ , реактивную  $Q$  и полную  $S$  мощности, потребляемые цепью. Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи и объяснить её построение. С помощью логических рассуждений пояснить, как изменится ток в цепи и угол сдвига фаз, если частоту тока увеличить вдвое. Напряжение, приложенное к цепи, считать неизменным.

Таблица 2

Номера вариантов	Номера рисунков	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$X_{L1}$ , Ом	$X_{L2}$ , Ом	$X_{C1}$ , Ом	$X_{C2}$ , Ом	Дополнительная величина
01	12	8	4	18	-	2	-	$I=10$ А
02	12	10	20	50	-	10	-	$P=120$ Вт
03	12	3	1	5	-	2	-	$P_2=100$ Вт
04	12	12	20	30	-	6	-	$U_1=72$ В
05	12	4	8	18	-	2	-	$U=40$ В
06	12	2	1	4	-	8	-	$Q_1=-96$ вар
07	12	20	10	10	-	50	-	$Q=-640$ вар
08	12	1	3	2	-	5	-	$Q_{C1}=-125$ вар
09	12	1	2	8	-	4	-	$S=80$ В*А
10	12	8	4	6	-	22	-	$P_1=32$ Вт
11	13	6	-	2	10	4	-	$U=40$ В
12	13	4	-	6	2	5	-	$P=16$ Вт
13	13	16	-	15	5	8	-	$Q_{L1}=135$ вар
14	13	32	-	8	4	12	-	$Q_{L2}=16$ вар
15	13	8	-	2	2	10	-	$Q_{C1}=-40$ вар
16	13	3	-	10	12	26	-	$P_1=48$ Вт
17	13	4	-	8	6	17	-	$U_1=12$ В
18	13	16	-	3	5	20	-	$Q_{C1}=-720$ вар
19	13	6	-	10	2	4	-	$I=5$ А
20	13	4	-	3	6	12	-	$S=500$ В*А
21	14	4	-	6	-	4	5	$P=100$ Вт
22	14	8	-	6	-	8	4	$U_{C2}=40$ В
23	14	80	-	100	-	25	15	$I=1$ А
24	14	60	-	20	-	40	60	$Q_{C2}=-240$ вар
25	14	48	-	36	-	60	40	$P_1=432$ Вт
26	14	4	-	9	-	3	3	$U=20$ В
27	14	40	-	50	-	12	8	$Q_{L1}=200$ вар
28	14	12	-	16	-	10	6	$U_{L1}=160$ В
29	14	24	-	28	-	35	25	$S=1000$ В*А
Номера вариантов	Номера рисунков	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$X_{L1}$ , Ом	$X_{L2}$ , Ом	$X_{C1}$ , Ом	$X_{C2}$ , Ом	Дополнительная величина
30	14	8	-	12	-	4	2	$Q_{L1}=48$ вар
31	15	10	14	18	-	20	30	$U_{R2}=28$ В
32	15	6	2	10	-	1	3	$P=200$ Вт
33	15	40	20	20	-	80	20	$Q_{C1}=-320$ вар
34	15	30	34	32	-	50	30	$U_{C1}=500$ В
35	15	1	3	10	-	4	3	$Q=48$ вар

36	15	3	1	5	-	6	2	$S=180 \text{ В*А}$
37	15	24	40	52	-	40	60	$Q_{L1}= 468 \text{ вар}$
38	15	2	6	4	-	2	8	$U=40 \text{ В}$
39	15	14	10	50	-	10	8	$I=5 \text{ А}$
40	15	50	30	100	-	20	20	$P_2=480 \text{ Вт}$
41	16	12	-	10	4	20	10	$Q=-64 \text{ вар}$
42	16	32	-	20	20	6	10	$I=4 \text{ А}$
43	16	32	-	25	15	8	8	$U_{L1}=125 \text{ В}$
44	16	40	-	30	20	12	8	$S=800 \text{ В*А}$
45	16	80	-	10	10	40	40	$Q_{L1}= 40 \text{ вар}$
46	16	4	-	2	8	4	3	$U_{C2}=15 \text{ В}$
47	16	12	-	20	10	4	10	$U=80 \text{ В}$
48	16	40	-	10	10	30	20	$Q_{C1}= -480 \text{ вар}$
49	16	24	-	8	10	20	30	$P=96 \text{ Вт}$
50	16	3	-	5	5	4	2	$U_{R1}=30 \text{ В}$

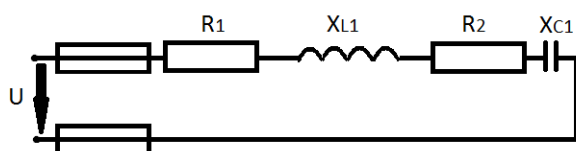


Рисунок 12

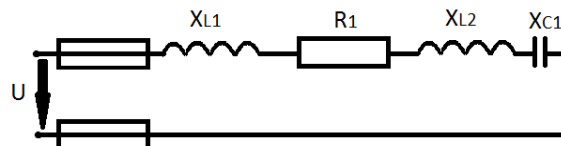


Рисунок 13

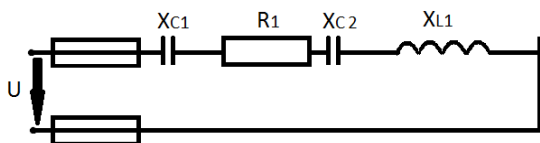


Рисунок 14

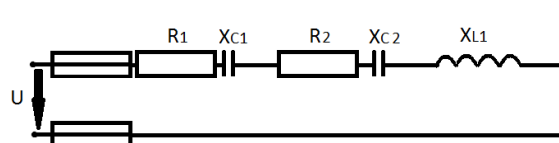


Рисунок 15

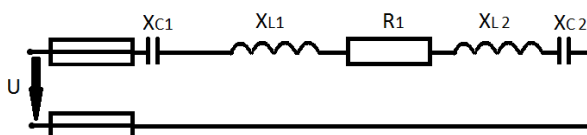


Рисунок 16

**Задача 3 (варианты 01-10).** Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором имеет номинальную мощность  $P_{\text{ном}}$  и потребляет из сети полную мощность  $S_1$  при коэффициенте мощности  $\cos \varphi_{\text{ном}}$  и КПД  $\eta_{\text{ном}}$ . Суммарные потери мощности в двигателе  $\Sigma p$ . Двигатель развивает номинальный момент  $M_{\text{ном}}$ , максимальный  $M_{\text{мах}}$  и пусковой  $M_{\text{пуск}}$ . Способность двигателя к перегрузке  $M_{\text{мах}}/M_{\text{ном}}$ , кратность пускового момента  $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$ . Номинальная частота вращения ротора  $n_{\text{ном}}$ ; скольжение двигателя при этом  $s_{\text{ном}}$ . Частота тока в статоре  $f_1$ , в роторе  $f_2$ . Номинальное напряжение сети  $U_{\text{ном}}$ . Определить величины, отмеченные прочерками в таблице 11. Пояснить получение вращающегося магнитного поля в асинхронном двигателе.

Таблица 11.

№ вар	$P_{\text{ном}}$ кВт	$S_1$ кВ*А	$\cos \varphi_{\text{ном}}$	$\eta_{\text{ном}}$	$\Sigma p$ кВт	$M_{\text{ном}}$ Н*м	$M_{\text{мах}}$ Н*м	$M_{\text{пуск}}$ Н*м	$M_{\text{мах}}/M_{\text{ном}}$	$M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$	$\eta_{\text{ном}}$ об/мин	$f_1$ Гц	$f_2$ Гц	$S_{\text{ном}}$ %	$U_{\text{ном}}$ В	$I_{\text{ном}}$ А
01	-	3,97	-	-	0,5	18,5	-	24,4	1,7	-	1425	-	2,5	-	380	-
02	10	13,85	0,84	-	-	-	176	117	-	1,2	-	50	-	-	380	-
03	-	-	0,86	0,9	-	93	-	-	1,5	1,1	2880	100	-	-	500	-
04	28	36,2	-	-	3,1	93	140	-	-	1,1	-	-	4	-	-	41,7
05	10	-	0,84	0,86	-	-	-	-	1,8	1,2	980	50	-	-	380	-
06	2,8	-	-	0,85	0,5	-	32	-	-	1,3	1425	-	2,5	-	-	6,2
07	-	-	0,84	0,86	1,62	97,5	176	117	-	-	-	-	1,0	-	-	21
08	28	-	0,86	-	-	-	140	102	-	-	2880	100	-	-	500	41,7
09	-	-	0,83	0,85	-	18,8	-	24,4	1,7	-	-	50	-	-	380	6,2
10	-	36,2	0,86	0,9	-	-	140	102	-	1,1	-	-	4	-	500	-

**Задача 3 (варианты 11-31).** В таблице 12 задан тип трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Номинальное напряжение двигателя 380 В. Пользуясь техническими данными двигателей серии 4А, приведёнными в таблице 20, определить: 1) номинальную  $P_{\text{ном}}$  и потребляемую  $P_1$  мощности; 2) номинальный  $I_{\text{ном}}$  и пусковой  $I_{\text{пуск}}$  токи; 3) номинальную частоту вращения  $n_{\text{ном}}$  и скольжение  $s_{\text{ном}}$ ; 4) номинальный  $M_{\text{ном}}$ , пусковой моменты  $M_{\text{пуск}}$ . Расшифровать условное обозначение двигателя. Начертить энергетическую диаграмму асинхронного двигателя и пояснить её.

Таблица 12.

Номер варианта	Тип двигателя	Номер варианта	Тип двигателя	Номер варианта	Тип двигателя
11	4А250М6У3	18	4АН250М6У3	25	4А250S4У3
12	4А250М4У3	19	4А80А4У3	26	4АР160S4У3
13	4А100S4У3	20	4АР180S4У3	27	4А250М8У3
14	4АР160М6У3	21	4А132М2СУ3	28	4А112М2У3
15	4А100S2У3	22	4А100L2У3	29	4АР160S6У3
16	4А250S6У3	23	4АР180М4У3	30	4А132М1СУ1
17	4А100S4У3	24	4А112М4СУ1	31	4А100S4У3

Таблица 20

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$ кВт	$n_2$ мин <sup>-1</sup>	$\cos \varphi_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$	$M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$	$M_{\text{мах}}/M_{\text{ном}}$	$\eta_{\text{ном}}$
4А100S2У3	4	2880	0,89	7,5	2,0	2,2	0,86
4А100L2У3	5,5	2880	0,91	7,5	2,0	2,2	0,87

<b>4A112M2CY3</b>	7,5	2900	0,88	7,5	2,0	2,2	0,87
<b>4A132M2CY3</b>	11	2900	0,9	7,5	1,6	2,2	0,88
<b>4A80A4Y3</b>	1,1	1400	0,81	5,0	2,0	2,2	0,85
<b>4A90L4Y3</b>	2,2	1400	0,83	6,0	2,0	2,2	0,8
<b>4A100S4Y3</b>	3	1425	0,83	6,5	2,0	2,2	0,82
<b>4A100L4Y3</b>	4	1425	0,84	6,5	2,0	2,2	0,84
<b>4A112M4CY1</b>	5,5	1425	0,85	7,0	2,0	2,2	0,85
<b>4A132M4CY1</b>	11	1450	0,87	7,5	2,0	2,2	0,87
<b>4AP160S4Y3</b>	15	1465	0,63	7,5	2,0	2,2	0,865
<b>4AP160M4Y3</b>	18,5	1465	0,87	7,5	2,0	2,2	0,885
<b>4AP180S4Y3</b>	22	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,89
<b>4AP180M4Y3</b>	30	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,9
<b>4A250S4Y3</b>	75	1480	0,9	7,5	1,2	2,2	0,93
<b>4A250M4Y3</b>	90	1480	0,91	7,5	1,2	2,2	0,93
<b>4A100L6Y3</b>	2,2	950	0,73	5,5	2,0	2,0	0,81
<b>4AP160S6Y3</b>	11	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,855
<b>4AP160M6Y3</b>	15	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,875
<b>4AP180M6Y3</b>	18,5	970	0,8	6,5	2,0	2,2	0,87
<b>4A250S6Y3</b>	45	985	0,89	6,5	1,2	2,2	0,92
<b>4A250M6Y3</b>	55	985	0,89	7,0	1,2	2,0	0,92
<b>4AH250M6Y3</b>	75	985	0,87	7,5	1,2	2,5	0,93
<b>4A100L8Y3</b>	1,5	725	0,65	6,5	1,6	1,7	0,74
<b>4AP160S8Y3</b>	7,5	730	0,75	6,5	1,8	2,2	0,86
<b>4A250S8Y3</b>	37	740	0,83	6,0	1,2	1,7	0,9
<b>4A250M8Y3</b>	45	740	0,84	6,0	1,2	1,7	0,91
<b>4AH250M8Y3</b>	55	740	0,82	6,0	1,2	2,0	0,92
<b>4A160S4/2Y3</b>	11/ 14,5	1460/ 2940	0,85/ 0,95	7,5/ 7,5	1,5/ 1,2	2,1/ 2,0	0,85/ 0,83
<b>4A180S4/2Y3</b>	18,5/ 21	1470 1920	0,9/ 0,92	6,5/ 6,5	1,3/ 1,1	1,8/ 1,8	0,883/ 0,85
<b>4A160M8/4Y3</b>	9/ 13	732/ 1460	0,62/ 0,92	5,5/ 7,0	1,5/ 1,2	2,0/ 2,0	0,79/ 0,865
<b>4A160S8/4Y3</b>	6/ 6	745/ 1460	0,69/ 0,92	5,0/ 7,0	1,5/ 1,2	2,0/ 2,0	0,765/ 0,84

**Задача №4 (варианты 1-10).** Мостовой однофазный выпрямитель должен питать потребитель постоянным током. Мощность потребителя  $P_0$ , Вт, при напряжении питания  $U_0$ , В. Для схемы выпрямителя следует выбрать один из трёх типов полупроводниковых диодов, параметры которых приведены в таблице 13 и пояснить, на основании чего сделан выбор. Начертить схему выпрямителя. Данные для своего варианта взять из табл. 3.

Таблица 3.

Номер варианта	Типы диодов	$P_0$ , Вт	$U_0$ , В	Номер варианта	Типы диодов	$P_0$ , Вт	$U_0$ , В
1	Д214 Д215 Д224А	300	40	6	Д218 Д222 Д232Б	150	300
2	Д205 Д217 Д226А	100	150	7	Д221 Д214Б Д244	100	40
3	Д243А Д11 Д226А	40	250	8	Д7Г Д209 Д304	50	100
4	Д214А Д243 КД202Н	500	100	9	Д242Б Д224 Д226	120	20
5	Д303 Д215Б Д224	150	20	10	Д215 Д242А Д210	700	50

**Задача №4 (варианты 11-20).** Составить схему однофазного однополупериодного выпрямителя, используя стандартные диоды, параметры которых приведены в табл. 13. Мощность потребителя  $P_0$ , Вт, с напряжением питания  $U_0$ , В. Пояснить порядок составления схемы для диодов с приведёнными параметрами. Начертить схему выпрямителя. Данные для своего варианты взять из табл. 4.

Таблица 4.

Номер варианта	Типы диодов	$P_0$ , Вт	$U_0$ , В	Номер варианта	Типы диодов	$P_0$ , Вт	$U_0$ , В
11	Д217	40	250	16	Д233	300	200
12	Д215Б	150	50	17	Д209	20	100
13	Д304	100	50	18	Д244А	200	30
14	Д232Б	200	200	19	Д226	30	150
15	Д205	60	100	20	КД202А	40	10

**Задача №4 (варианты 21-30).** Составить схему однофазного двухполупериодного выпрямителя со средней точкой трансформатора, используя стандартные диоды, параметры которых приведены в табл. 13. Определить допустимую мощность потребителя, если значения выпрямленного напряжения  $U_o$ , В. Начертить схему выпрямителя. Данные для своего варианта взять из табл. 5.

Таблица 5.

Номер варианта	Типы диодов	$U_o$ , В	Номер варианта	Типы диодов	$U_o$ , В
21	Д218	300	26	Д233Б	150
22	Д7Г	80	27	Д214Б	50
23	Д244	20	28	Д244А	30
24	Д226	200	29	Д205	100
25	Д222	160	30	Д215	120

**Задача №4 (варианты 31-40).** Трёхфазный однополупериодный выпрямитель, собранный по схеме Миткевича, должен питать потребитель постоянным током. Мощность потребителя  $P_o$ , Вт, при напряжении  $U_o$ , В. Для схемы выпрямителя следует выбрать один из трёх типов полупроводниковых диодов, параметры которых приведены в таблице 13. Пояснить, на основании чего сделан выбор. Начертить схему выпрямителя. Данные для своего варианта взять из таблицы 6.

Таблица 6.

Номер варианта	Типы диодов	$P_o$ , Вт	$U_o$ , В	Номер варианта	Типы диодов	$P_o$ , Вт	$U_o$ , В
31	Д224 Д207 Д214Б	90	30	36	Д305 Д302 Д222	100	40
32	Д215А Д234Б Д218	100	400	37	Д243А Д233Б Д217	600	200
33	Д244А Д7Г Д210	60	80	38	КД202А Д215Б Д205	150	150
34	Д232 КД202Н Д222	900	150	39	Д231Б Д242А Д221	400	80
35	Д304 Д244 Д226	200	40	40	Д242 Д226А Д224А	500	20

Таблица 13.

Типы диодов	$I_{\text{доп}}, \text{А}$	$U_{\text{обр}}, \text{В}$	Типы диодов	$I_{\text{доп}}, \text{А}$	$U_{\text{обр}}, \text{В}$
Д7Г	0,3	200	Д231	10	300
Д205	0,4	400	Д231Б	5	300
Д207	0,1	200	Д232	10	400
Д209	0,1	400	Д232Б	5	400
Д210	0,1	500	Д233	10	500
Д211	0,1	600	Д233Б	5	500
Д214	5	100	Д234Б	5	600
Д214А	10	100	Д242	5	100
Д214Б	2	200	Д242А	10	100
Д215	5	200	Д242Б	2	100
Д215А	10	200	Д243	5	200
Д215Б	2	200	Д243А	10	200
Д217	0,1	800	Д243Б	2	200
Д218	0,1	1000	Д244	5	50
Д221	0,4	400	Д244А	10	50
Д222	0,4	600	Д244Б	2	50
Д224	5	50	Д302	1	200
Д224А	10	50	Д303	3	150
Д224Б	2	50	Д304	3	100
Д226	0,3	400	Д305	6	50
Д226А	0,3	300	КД202А	3	50
			КД202Н	1	500

**Задача №5.**

**Задача 5 (варианты 1-100).** Выполнить арифметические действия в двоичной системе счисления и произвести проверку, переведя ответ из двоичной в десятичную систему счисления.

Данные для своего варианта взять из табл. 14.

Таблица 14.

Номера вариантов	Сложить	Вычесть	Умножить	Разделить
1	40+27	92-55	15x5	84/6
2	37+51	83-30	14x10	63/7
3	53+29	89-44	11x9	85/17
4	66+21	74-37	17x6	117/9
5	49+34	79-22	13x7	90/10
6	58+32	65-30	12x9	125/5
7	73+44	91-28	27x5	70/7
8	51+40	76-33	22x7	77/11
9	63+29	130-87	19x6	143/13
10	34+45	117-37	14x5	130/10
11	49+37	122-50	15x7	90/6
12	71+39	131-60	26x6	119/7
13	53+22	103-40	18x5	126/9
14	69+30	129-70	13x9	70/5
15	54+33	105-31	21x10	91/7
16	51+40	109-38	14x7	78/6
17	62+31	135-76	11x6	115/5
18	79+44	98-33	23x5	140/7
19	91+28	119-62	13x10	102/6
20	83+32	127-55	14x9	95/5
21	67+21	150-81	11x7	180/9
22	43+68	145-66	22x6	70/10
23	59+38	141-70	20x5	162/9
24	65+39	128-75	18x9	130/5
25	80+43	151-76	17x7	143/13
26	74+31	169-73	21x6	140/10
27	57+46	130-57	22x5	98/7
28	59+38	109-46	10x7	132/11
29	81+32	118-65	20x9	108/6
30	69+34	121-56	15x6	171/9
31	83+22	127-48	25x5	91/13
32	73+58	133-68	17x9	135/5
33	76+46	137-71	18x7	99/11
34	51+39	124-81	14x6	150/10
35	55+47	129-66	11x10	138/6
36	61+34	141-58	26x5	156/13
37	73+46	132-57	18x6	189/9
38	84+37	140-69	19x7	200/10
39	66+51	107-58	21x9	145/5
40	56+45	117-39	15x10	133/7
41	82+40	103-54	27x5	198/9
42	71+60	109-62	30x6	195/13
43	78+53	133-61	20x7	170/10
44	59+49	145-35	17x9	140/5
45	87+22	149-47	15x10	126/7
46	77+30	135-50	28x5	153/9



47	63+52	153-70	23x6	221/13
48	53+31	159-71	21x7	150/5
49	89+25	151-68	17x9	126/14
50	67+38	140-49	18x10	105/7
51	41+28	97-25	29x5	234/13
52	55+49	95-29	25x6	135/9
53	59+40	93-22	23x7	180/10
54	83+71	142-53	19x9	65/5
55	58+31	149-68	23x10	114/6
56	73+56	170-63	20x5	77/7
57	70+43	109-88	28x6	171/9
58	87+66	151-29	25x7	110/10
59	71+52	230-97	27x5	84/12
60	50+39	221-53	22x9	210/15
61	45+29	207-130	12x7	168/14
62	77+60	215-94	13x6	135/15
63	89+19	194-41	14x11	75/5
64	82+37	188-45	26x7	120/6
65	78+51	183-59	17x5	147/7
66	74+43	170-57	10x6	207/9
67	53+30	197-82	13x11	190/10
68	76+61	162-57	28x7	132/12
69	47+28	140-29	27x6	105/15
70	44+39	192-59	19x5	210/14
71	61+26	175-92	29x9	100/5
72	58+37	147-40	30x7	126/6
73	47+31	185-74	29x6	105/5
74	57+42	193-67	21x5	132/6
75	73+52	233-118	30x9	154/7
76	62+39	203-108	17x11	225/9
77	43+35	183-79	29x7	210/10
78	69+41	172-65	30x6	126/12
79	53+20	195-102	11x5	221/13
80	49+25	167-75	27x9	182/14
81	93+29	133-52	18x11	195/15
82	81+38	146-69	27x7	110/5
83	88+59	186-89	31x5	150/6
84	70+53	109-51	33x6	161/7
85	83+60	231-75	13x9	90/10
86	45+38	208-53	30x5	168/12
87	65+29	215-76	15x7	156/13
88	52+39	193-57	13x5	154/14
89	79+54	181-79	19x11	90/15
90	56+31	155-92	22x10	156/6
91	71+40	186-55	31x6	175/7
92	69+50	186-61	31x6	175/7
93	57+33	176-45	15x9	117/13
94	74+63	129-58	22x7	108/12
95	71+42	137-78	34x6	220/10
96	66+55	148-89	33x5	162/6

97	82+61	153-90	10x9	182/7
98	85+54	164-79	37x5	130/13
99	88+45	171-79	35x7	180/13
100	67+48	160-53	41x6	72/12

### Теоретический вопрос

Ответьте на вопрос согласно таблицы вариантов

1. Объясните электрофизические свойства полупроводников. Электропроводимость полупроводников и влияние примесей на их проводимость.
2. Объясните образование и принцип действия электронно-дырочного перехода полупроводников.
3. Объясните устройство полупроводниковых диодов и принцип выпрямления ими переменного тока.
4. Начертите вольтамперную характеристику полупроводникового диода и поясните его параметры, показав их на характеристике.
5. Объясните устройство биполярных транзисторов, назначение электродов, принцип работы, применение.
6. Начертите схему и объясните усилительные свойства транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером.
7. Начертите и поясните входные и выходные характеристики транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером. Какие параметры транзистора можно определить по этим характеристикам?
8. Объясните устройство полевых транзисторов, назначение электродов, принцип работы.
9. Объясните устройство и принцип действия полупроводникового прибора с 4-слойной структурой тиристора.
10. Начертите структурную схему выпрямителя переменного тока и поясните назначение её составных частей. Приведите основные параметры выпрямителей.
11. Начертите схему управляемого выпрямителя на тиристоре и поясните принцип её работы.
12. Начертите схему электронного усилителя. Поясните назначение элементов схемы. Приведите классификацию усилителей.
13. Основные технические показатели и характеристики электронных усилителей. Определение коэффициента усиления.
14. Начертите схему электронного генератора типа RC на транзисторе, объясните принцип работы, укажите назначение элементов.
15. Начертите схему LC-генератора синусоидальных колебаний с трансформаторной связью на транзисторе. Объясните принцип работы и назначение элементов схемы.
16. Начертите схему транзисторного мультивибратора и поясните принцип её работы. Ответ поясните временными диаграммами работы.
17. Начертите схему транзисторного мультивибратора пилообразного напряжения. Объясните назначение элементов схемы, принцип работы и применение.
18. Начертите схему электронно-лучевой трубки с электростатическим отклонением луча. Объясните принцип работы трубки и её характеристики.
19. Начертите схему фотоэлектронного реле на транзисторе и фоторезисторе. Объясните назначение элементов схемы и принцип работы.
20. Начертите схему триггера на транзисторах. Объясните принцип действия и назначение элементов схемы. Ответ поясните временными графиками работы триггера.
21. Объясните понятие логических элементов ЭЦВМ, реализующих функции И, ИЛИ, НЕ. Приведите схемы этих элементов на диодах и транзисторах.

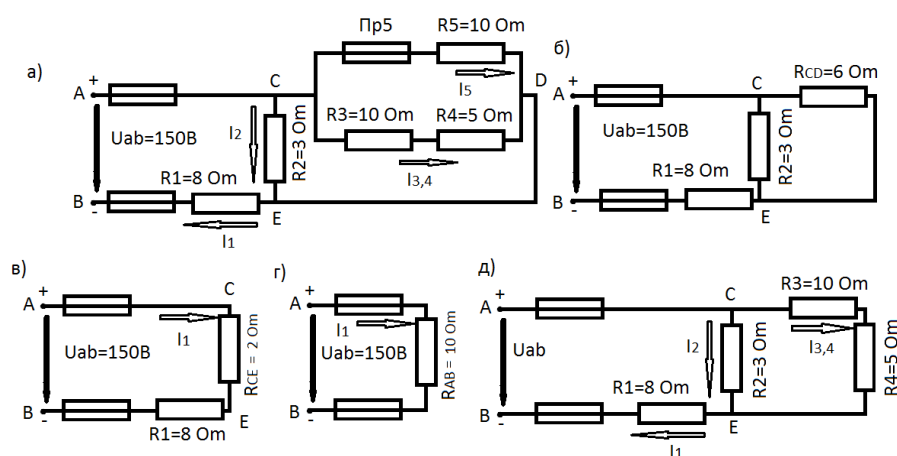
22. Объясните принцип действия и поясните основные параметры электронных реле. Чем отличаются электронные реле от электромеханических?
23. Объясните устройство точечных и плоскостных полупроводниковых диодов. Укажите отличие в их применении.
24. Начертите частотную и амплитудную характеристики электронного усилителя. Объясните, какие параметры усилителя определяются по этим характеристикам.
25. Объясните процесс отклонения и фокусировки электронного луча в электронно-лучевой трубке.
26. Опишите различные виды электронной эмиссии и приведите примеры их использования в различных электронных приборах.
27. Начертите схему двухкаскадного усилителя напряжения на транзисторах. Объясните назначение элементов и принцип её работы.
28. Начертите структурную схему биполярного транзистора типа р-п-р с источниками питания и поясните принцип его работы.
29. Начертите три схемы включения транзистора: с общей фазой, общим эмиттером и общим коллектором. Поясните их отличия и дайте определение коэффициенту определителя.
30. Начертите структурную схему тиристора (не запираемого транзистора) с источниками питания и его вольтамперную характеристику. Объясните принцип работы тиристора и его применение.
31. Объясните устройство фотодиода и фототранзистора. Начертите схему их включения и поясните принцип работы.
32. Объясните основные характеристики электронных усилителей. Как определить коэффициент усиления в относительных единицах и в децибелах? Приведите числовой пример.
33. Начертите входные и выходные характеристики биполярного транзистора и объясните, как определить по ним статические параметры транзистора.
34. Опишите строение полупроводников, приведите их электрические свойства. Поясните физический смысл прохождения электрического тока в полупроводниках.
35. Начертите структурную схему полупроводникового диода с подключением к источнику питания и объясните принцип действия р-п перехода.
36. Объясните назначение и укажите типы фильтров в схемах выпрямителей переменного тока. Приведите графики выпрямленного напряжения с фильтрами и без них.
37. Объясните работу транзистора в ключевом режиме – как бесконтактного переключательного устройства (реле).
38. Начертите условные обозначения фоторезистора, фотодиода и фототранзистора. Объясните их устройство, принцип действия и отличия в работе.
39. Начертите схему и объясните принцип работы усилителя на транзисторе по схеме с общей базой.
40. Начертите схему для снятия характеристик полупроводникового стабилизатора напряжения, объясните назначение элементов схемы и порядок выполнения работы при снятии характеристик.
41. Объясните назначение и укажите типы фильтров в схемах выпрямителей переменного тока. Приведите графики выпрямленного напряжения с фильтрами и без них.
42. Объясните преимущества и недостатки полупроводниковых приборов по сравнению с электронными лампами.
43. Начертите структурную схему биполярного и полевого транзисторов и объясните различия в их устройстве и работе.

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Методические указания к решению задачи 1

Решение задачи требует знаний закона Ома для всей цепи и её участков, законов Кирхгофа, методики определения эквивалентного сопротивления цепи при смешанном соединении резисторов, а также умения вычислить мощность и работу электрического тока. Содержания задач и схемы цепей приведены в условии, а данные к ним – в таблице 1. Перед решением задачи рассмотрите типовой пример 1.

**Пример 1.** Для схемы, приведённой на рисунке-а), определить эквивалентное сопротивление цепи  $R_{AD}$  и токи в каждом резисторе, а также расход электроэнергии цепью за 8 часов работы.



**Решение.** Задача относится к теме «электрические цепи постоянного тока». Проводим поэтапное решение, предварительно обозначив стрелкой ток в каждом резисторе; индекс тока должен соответствовать номеру резистора, по которому он проходит.

1. Определяем общее сопротивление разветвления  $R_{CD}$ , учитывая, что резисторы  $R_3$  и  $R_4$  соединены последовательно между собой, а с резистором  $R_5$  – параллельно:  

$$R_{CD} = (R_3 + R_4) * R_5 / (R_3 + R_4 + R_5) = (10 + 5) * 10 / (10 + 5 + 10) = 6 \text{ Ом (рисунок б).}$$
2. Определяем общее сопротивление цепи относительно вводов CE. Резисторы  $R_{CD}$  и  $R_2$  включены параллельно,  

$$R_{CE} = R_{CD} * R_2 / (R_{CD} + R_2) = 6 * 3 / (6 + 3) = 2 \text{ Ом (рисунок в).}$$
3. Находим эквивалентное сопротивление всей цепи:  

$$R_{AB} = R_1 + R_{CE} = 8 + 2 = 10 \text{ Ом (рисунок г).}$$
4. Определяем токи в резисторах цепи. Так как напряжение  $U_{AB}$  приложено ко всей цепи, а  $R_{AB} = 10 \text{ Ом}$ , то согласно закону Ома:  

$$I_1 = U_{AB} / R_{AB} = 150 / 10 = 15 \text{ А.}$$

**Внимание!** Нельзя последнюю формулу писать в виду  $I_1 = U_{AB} / R_1$ , так как  $U_{AB}$  приложено ко всей цепи, а не к участку  $R_1$ .

Для определения тока  $I_2$  находим напряжение на резисторе  $R_2$ , т.е.  $U_{CE}$ . Очевидно,  $U_{CE}$  меньше  $U_{AB}$  на потерю напряжения в резисторе  $R_1$ , т.е.  $U_{CE} = U_{AB} - I_1 * R_1 = 150 - 15 * 8 = 30 \text{ В.}$

Тогда  $I_2 = U_{CE} / R_2 = 30 / 3 = 10 \text{ А.}$  Так как  $U_{CE} = U_{CD}$ , то можно определить токи  $I_{3,4}$  и  $I_5$ ;

$$I_{3,4} = U_{CD} / (R_3 + R_4) = 30 / (10 + 5) = 2 \text{ A}; I_5 = U_{CD} / R_5 = 30 / 10 = 3 \text{ A}.$$

На основании первого закона Кирхгофа, записано для узла С, проверим правильность определения токов:

$$I_1 = I_2 + I_{3,4} + I_5, \text{ т.е. } 15 = 10 + 2 + 3 = 15 \text{ A}.$$

5. Расход энергии цепью за восемь часов работы:

$$W = Pt = U_{AB} \cdot I_1 \cdot t = 150 \cdot 15 \cdot 8 = 18000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 18 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Пусть в схеме примера 1 известны сопротивления всех резисторов, а вместо напряжения  $U_{AB}$  задан один из токов, например,  $I_2 = 2 \text{ A}$ . Найти остальные токи и напряжение  $U_{AB}$ . Зная  $I_2$  определяем  $U_{CE} = I_2 \cdot R_2 = 2 \cdot 3 = 7 \text{ В}$ . Так как  $U_{CE} = U_{CD}$ , то

$$I_{3,4} = U_{CD} / (R_3 + R_4) = 6 / (10 + 5) = 0,4 \text{ A};$$

$$I_5 = U_{CD} / R_5 = 6 / 10 = 0,6 \text{ A}.$$

На основании первого закона Кирхгофа  $I_1 = I_2 + I_{3,4} + I_5 = 2 + 0,4 + 0,6 = 3 \text{ A}$ . Тогда  $U_{AB} = U_{CE} + I_1 \cdot R_1 = 6 + 3 \cdot 8 = 30 \text{ В}$ .

При расплавлении предохранителя  $Pr_5$  резистор  $R_5$  выключается, и схема принимает вид показанный на рисунке д)

Вычисляем эквивалентное сопротивление схемы:

$$R'_{AB} = R_1 \parallel (R_3 + R_4) \cdot R_2 / (R_3 + R_4 + R_2) = 8 + (10 + 5) \cdot 3 / (10 + 5 + 3) = 10,5 \text{ Ом}.$$

Так как напряжение  $U_{AB}$  остаётся неизменным, находим ток  $I_1 = U_{AB} / R'_{AB} = 150 / 10,5 = 14,28 \text{ A}$ .

Напряжение  $U_{CE} = U_{AB} - I_1 \cdot R_1 = 150 - 14,28 \cdot 8 = 35,37 \text{ В}$ , тогда определяем токи:

$$I_2 = U_{CE} / R_2 = 35,37 / 3 = 11,9 \text{ A}; \quad I_{3,4} = U_{CE} / R_{3,4} = 35,37 / (10 + 5) = 2,38 \text{ A}.$$

Сумма этих токов равна току  $I_1$ :  $11,9 + 2,38 = 14,28 \text{ A}$ .

### Методические указания к решению задачи 2(варианты 01-50)

Эта задача относится к неразветвленным цепям переменного тока. Перед её решением изучите материал темы 1.1, ознакомьтесь с методикой построения векторных диаграмм, разберите решение примера 2.

**Пример 2.** Неразветвленная цепь переменного тока содержит катушку с активным сопротивлением  $R_K = 3 \text{ Ом}$  и индуктивным  $x_L = 12 \text{ Ом}$ , активное сопротивление  $R = 5 \text{ Ом}$  и конденсатор с сопротивлением  $x_C = 6 \text{ Ом}$  (рисунок а). К цепи приложено напряжение  $U = 100 \text{ В}$  (действующее значение). Определить: 1) полное сопротивление цепи; 2) ток; 3) коэффициент мощности; 4) активную, реактивную и полную мощности; 5) напряжение на каждом сопротивлении. Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

**Решение:** 1. Определяем полное сопротивление цепи:

$$Z = \sqrt{(R_R + R)^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{(3 + 5)^2 + (12 - 6)^2} = 10 \text{ Ом}.$$

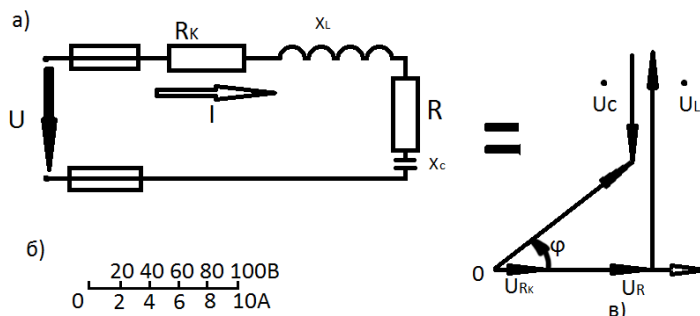
2. Определяем ток цепи

$$I = U / Z = 100 / 10 = 10 \text{ A}$$

3. Находим коэффициент мощности цепи. Во избежание потери знака угла (косинус-функция чётная) определяем

$\sin \varphi / \sin \varphi = (X_L - X_C) / Z = (12 - 6) / 10 = 0.6$ ;  $\varphi = 36^\circ 50'$ . По таблицам Брадиса определяем коэффициент мощности

$\cos \varphi = \cos 36^\circ 50' = 0.8$ .



Рисунки – а, б, в.

4. Определяем активную, реактивную и полную мощности цепи:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0.8 = 800 \text{ Вт или } P = I^2 (R_K + R)$$

$$Q = I^2 (X_L - X_C) = 10^2 (12 - 6) = 600 \text{ вар или } Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = 1000 \cdot 10 \cdot 0.6 = 600 \text{ вар}$$

$$S = U \cdot I = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ В} \cdot \text{А или } S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{800^2 + 600^2} = 1000 \text{ В} \cdot \text{А}$$

5. Определяем падения напряжения на сопротивлениях цепи:

$$U_{R_K} = 10 \cdot 3 = 30 \text{ В}$$

$$U_L = I \cdot X_L = 10 \cdot 12 = 120 \text{ В}$$

$$U_R = I \cdot R = 10 \cdot 5 = 50 \text{ В}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 10 \cdot 6 = 60 \text{ В}$$

Построение векторной диаграммы начинаем с выбора масштаба тока и напряжения. Задаёмся масштабом по току:

в 1 см – 2,0 А и масштабом по напряжению: в 1 см 20 В (рисунок б).

Построение векторной диаграммы (рисунок в) начинаем с вектора тока, который откладываем по горизонтали в масштабе  $10 \text{ А} / 2 \text{ А} / \text{см} = 5 \text{ см}$ .

Вдоль вектора тока откладываем векторы падений напряжения на активных сопротивлениях  $U_{R_K}$  и  $U_R$ :  
 $30 \text{ В} / 20 \text{ В} / \text{см} = 1.5 \text{ см}$ .

Из конца вектора  $U_R$  откладываем в сторону опережения вектора тока на  $90^\circ$  вектор падения напряжения  $U_L$  на индуктивном сопротивлении длиной  $120 \text{ В} / 20 \text{ В} / \text{см} = 6 \text{ см}$ . Из конца вектора  $U_L$  откладываем в сторону отставания от вектора тока на  $90^\circ$  вектор падения напряжения на конденсаторе  $U_C$  длиной  $60 \text{ В} / 20 \text{ В} / \text{см} = 3 \text{ см}$ . Геометрическая сумма векторов  $U_{R_K}$ ,  $U_L$ ,  $U_R$ ,  $U_C$  равно полному напряжению, приложенному к цепи.

### Методические указания к решению задачи 3

Задачи этой группы относятся к теме «Электрические машины переменного тока». Для их решения необходимо знать устройство и принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором и зависимости между электрическими величинами, характеризующими его работу.

Необходимо ознакомиться с рядом возможных синхронных частот вращения магнитного потока при частоте тока 50Гц: 3000, 1500, 1000, 750, 600 мин<sup>-1</sup> (ближайшая к 980 мин<sup>-1</sup> из ряда синхронных частот вращения) и можно сразу определить скольжение, даже не зная числа пар полюсов:  $s=(n_1-n_2)/n_1=(1000-980)/1000=0,02$ .

В настоящее время промышленность выпускает асинхронные двигатели серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт (таблица 20). Обозначение типа двигателя расшифровывается так: А – асинхронный; 4 – номер серии; Х – алюминиевая оболочка и чугунные щиты (отсутствие буквы Х означает, что корпус полностью выполнен из чугуна); В – двигатель встроен в оборудование; Н – исполнение защищённое IP23; для закрытых двигателей исполнение IP44 буквы Н нет; Р – двигатель с повышенным пусковым моментом; С – сельскохозяйственного назначения; цифра после буквенного обозначения показывает высоту оси вращения в мм; буквы S, M, L после цифр дают установочные размеры по длине корпуса (S – самая короткая станина; M – промежуточная; L – самая длинная); цифра после установочного размера – число полюсов; У – климатическое исполнение (для умеренного климата); последняя цифра показывает категорию размещения (1 – для работы на открытом воздухе, 3 для закрытых неотапливаемых помещений). В обозначении типов двухскоростных двигателей после установленного размера указывают через дробь оба числа полюсов, например, 4А160М8/4У3. Здесь 8 и 4 означают, что обмотки статора могут переключаться так, что в двигателе образуются 8 и 4 полюса.

**Пример 1.** Расшифровать условное обозначение двигателя 4АР180М4У3. Это двигатель четвертой серии, асинхронный, с повышенным пусковым моментом, корпус полностью чугунный (нет буквы Х), высота оси вращения 180 мм; размеры корпуса по длине М (промежуточный) четырехполюсный для умеренного климата, третья категория размещения.

**Пример 2.** Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа 4А250S4У3 имеет номинальные данные (таблица 20): мощность  $P_{ном}=75$  кВт, напряжение  $U_{ном}=380$  В; частота вращения ротора  $n_2=1480$  мин<sup>-1</sup>; КПД  $\eta_{ном}=0,93$ ; коэффициент мощности  $\cos\varphi_{ном}=0,87$ ; кратность пускового тока  $I_{пуск}/I_{ном}=7,5$ ; кратность пускового момента  $M_{мах}/M_{ном}=2,2$ . Частота тока в сети  $f_1=50$ Гц.

Определить: 1) потребляемую мощность; 2) номинальный, пусковой и максимальный моменты; 3) номинальный и пусковой токи; 4) номинальное скольжение; 5) суммарные потери в двигателе; 6) частоту тока в роторе.

**Решение. 1.** Мощность, потребляемая из сети:

$$P_1 = P_{ном} / \eta_{ном} = 75 / 0,93 = 80,6 \text{ кВт.}$$

2. Номинальный момент, развиваемый двигателем:

$$M = 9550 P_{ном} / n_2 = 9550 \cdot 75 / 1480 = 484 \text{ Нм.}$$

3. Пусковой и максимальный моменты:

$$M_{пуск} = 1,2 M_{ном} = 1,2 \cdot 484 = 581 \text{ Нм; } M_{мах} = 2,2 \cdot 484 = 1064,8 \text{ Нм.}$$

4. Номинальный и пусковой токи:

$$I_{ном} = P_{ном} 1000 / (\sqrt{3} U_{ном} \eta_{ном} \cos\varphi_{ном}) = 75 \cdot 1000 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,93 \cdot 0,87) = 141 \text{ А;}$$

$$I_{пуск} = 7,5 I_{ном} = 7,5 \cdot 141 = 1057,5 \text{ А.}$$

5. Номинальное скольжение:

$$S_{ном} = (n_1 - n_2) / n_1 = (1500 - 1480) / 1500 = 0,013.$$

6. Суммарные потери в двигателе:

$$\Sigma p = P_1 - P_{ном} = 80,6 - 75 = 5,6 \text{ кВт.}$$

7. Частота тока в роторе:

$$f_2 = f_1 s = 50 \cdot 0,013 = 0,65 \text{ Гц.}$$

#### Методические указания к решению задачи 4

Задача 4 относится к расчёту выпрямителей переменного тока, собранных на полупроводниковых диодах. Подобные схемы широко применяются на различных электронных устройствах и приборах. При решении задач следует помнить, что основными параметрами полупроводниковых диодов являются допустимый ток  $I_{\text{доп}}$ , на который рассчитан данный диод, и обратное напряжение  $U_{\text{обр.}}$ , выдерживаемое диодом без пробоя в непроводящий период.

Обычно при составлении реальной схемы выпрямителя задаются значение мощности потребителя  $P_0$ , Вт, получающего питание от данного выпрямителя, и выпрямленным напряжением  $U_0$ , В, при котором работает потребитель постоянного тока. Отсюда нетрудно определить ток потребителя  $I_0 = P_0 / U_0$ . Сравнивая ток потребителя с допустимым током диода  $I_{\text{доп}}$ , выбирают диоды для схем выпрямителя. Следует учесть, что для однофазного однополупериодного выпрямителя ток через диод равен току потребителя, т. е. следует соблюдать условие  $I_{\text{доп}} > I_0$ . Для однофазной двухполупериодной и мостовой схем выпрямления ток через диод равен половине тока потребителя, т. е. следует соблюдать условие  $I_{\text{доп}} > 0,5 I_0$ . Для однополупериодного трёхфазного выпрямителя ток через диод составляет треть тока потребителя, следовательно, необходимо чтобы  $I_{\text{доп}} > 1/3 I_0$ .

Напряжение, действующее на диод в непроводящий период  $U_{\text{обр.}}$  также зависит от той схемы выпрямления, которая применяется в конкретном случае. Так, для однофазного однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей  $U_b = 3,14 U_0$ , для однофазного мостового выпрямителя  $U_b = 1,57 U_0$ , а для трёхфазного однополупериодного  $U_b = 2,1 U_0$ . При выборе диода, следовательно, должно соблюдаться условие  $U_{\text{обр.}} > U_b$ .

Рассмотрим примеры на составление схем выпрямителей.

**Пример 1.** Составить схему однофазного мостового выпрямителя используя один из четырёх диодов: Д218, Д222, КД202Н, Д215Б. Мощность потребителя  $P_0 = 300$  Вт, напряжение потребителя  $U_0 = 200$  В.

Решение.

1. Выписываем из таблицы 13 параметры указанных диодов и записываем их в таблицу:

Типы диодов	$I_{\text{доп}}$ , А	$U_{\text{обр.}}$ , В	Типы диодов	$I_{\text{доп}}$ , А	$U_{\text{обр.}}$ , В
Д218	0,1	1000	КД202Н	1	500
Д222	0,4	600	Д215Б	2	200

2. Определим ток потребителя  $I_0 = P_0 / U_0 = 300 / 200 = 1,5$  А.

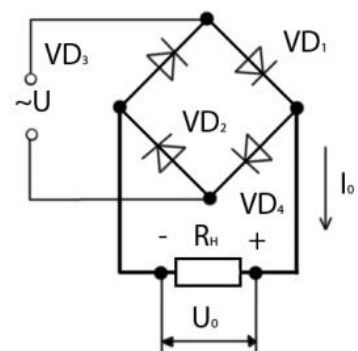
3. Находим напряжение, действующее на диод в непроводящий период для мостовой схемы выпрямителя  $U_b = 1,57$ ,  $U_0 = 1,57 * 200 = 314$  В.

4. Выбираем диод из условия  $I_{\text{доп}} > 0,5 I_0 > 0,5 * 1,5 > 0,75$  А,  $U_{\text{обр.}} > U_b > 314$  В. Этим условиям удовлетворяет диод КД202Н:  $I_{\text{доп}} = 1,0 > 0,75$  А;  $U_{\text{обр.}} = 500 > 314$  В.

Диоды Д218 и Д222 удовлетворяют напряжению (1000 и 600 больше 314 В), но не подходят по допустимому току (0,1 и 0,4 меньше 0,75 А).

Диод Д215Б, наоборот, подходит по допустимому току ( $2 > 0,75$  А), но не подходит по обратному напряжению ( $200 < 314$  В).

5. Составляем схему мостового выпрямителя (рис.1). В этой схеме каждый из диодов имеет параметры диода КД202Н:  $I_{\text{доп}} = 1$  А;





**Пример 2.** Для питания постоянным током потребителя мощностью  $P_o=250$  Вт, при напряжении  $U_o=100$  В, необходимо собрать схему однофазного двухполупериодного выпрямителя со средней точкой трансформатора, используя стандартные диоды типа Д243Б.

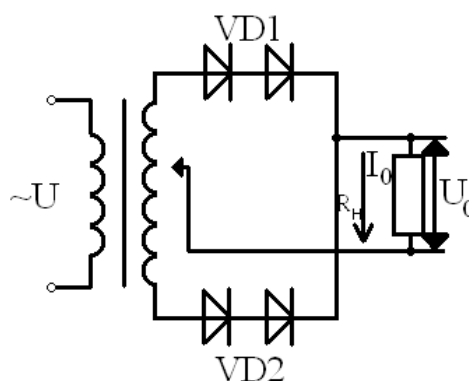
Решение.

1. Выписываем из таблицы 13 параметры диода:  $I_{доп}=2$  А;  $U_{обр}=200$  В.
2. Определяем ток потребителя:  $I_o=P_o/U_o=250/100=2,5$  А.
3. Определяем напряжение, действующее на диод в непереводящий период:  
 $U_b=3,14U_o=3,14*100=314$  В.
4. Проверяем диод по параметрам  $I_{доп}$  и  $U_{обр}$ .
5. Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям:  
 $U_{обр} > U_b$  и  $I_{доп} > 0,5I_o$ .

В данном случае первое условие не соблюдается ( $200 < 314$ ), т. е.  $U_{обр} < U_b$ ; второе выполняется ( $0,5I_o=0,5*2,5=1,25 < 2$  А).

6. Составляем схему выпрямителя. Чтобы выполнялось условие  $U_{обр} > U_b$ , необходимо два диода соединить последовательно, тогда  $U_{обр}=200*2=400 > 314$  В. Полная схема выпрямителя приведена на рис. 2

рис. 2

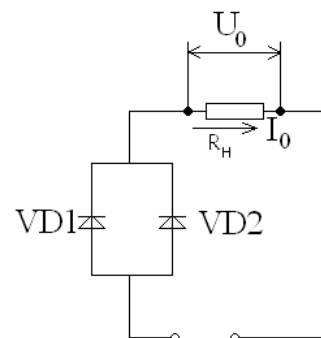


**Пример 3.** Для питания постоянным током потребителя мощностью  $P_o=300$  Вт, при напряжении  $U_o=20$  В, необходимо собрать схему однофазного однополупериодного выпрямителя, используя имеющиеся стандартные диоды Д242А.

Решение.

1. Выписываем из табл. 13 параметры диода:  $I_{доп}=10$  А;  $U_{обр}=100$  В.
2. Определяем ток потребителя:  $I_o=P_o/U_o=300/20=15$  А.
3. Определяем напряжение, действующее на диод в непереводящий период:  
 $U_b=3,14U_o=3,14*20=63$  В.
4. Проверяем диод по параметрам  $I_{доп}$  и  $U_{обр}$ . Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям  $U_{обр} > U_b$  и  $I_{доп} > I_o$ . В данном случае второе условие не соблюдается ( $10 < 15$  А), т. е.  $U_{обр} < U_b$ ; первое условие выполняется ( $100 > 63$  В).
5. Составляем схему выпрямителя. Чтобы выполнялось условие  $I_{доп} > I_o$ , необходимо два диода соединить параллельно, тогда  $I_{доп}=10*2=20 > 15$  А. Полная схема выпрямителя приведена на рис. 3.

рис. 3.



**Пример 4.** Для составления схемы трёхфазного выпрямителя на трёх диодах заданы диоды Д243. Выпрямитель должен питать потребитель с  $U_o=150$  В. Определить допустимую мощность потребителя и пояснить порядок составления схемы выпрямителя.

Решение.

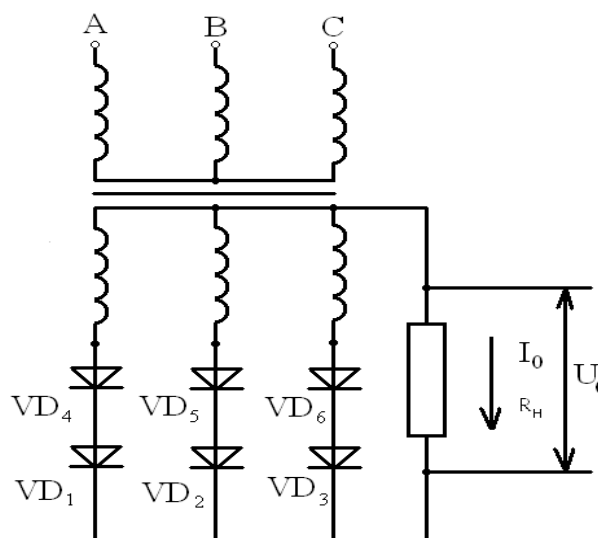
1. Выписываем из табл. 13 параметры диода:  $I_{доп}=5$  А;  $U_{обр}=200$  В.

2. Определяем допустимую мощность потребителя. Для трёхфазного выпрямителя  $I_{\text{доп}} = 1/3 I_o$ , т.е.  $P_o = 3 U_o I_{\text{доп}} = 3 * 150 * 5 = 2250 \text{ Вт}$ . Следовательно для данного выпрямителя  $P_o > 2250 \text{ Вт}$ .

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период:  $U_b = 2,1 U_o = 2,1 * 150 = 315 \text{ В}$ .

4. Составляем схему выпрямителя. Проверяем диод по условию. В данном случае это условие не выполняется ( $200 < 315 \text{ В}$ ). Чтобы это условие выполнялось, необходимо в каждом плече выпрямителя два диода соединить последовательно, тогда  $U_{\text{обр}} = 200 * 2 = 400 \text{ В}$ ,  $400 > 315 \text{ В}$ . Полная схема выпрямителя приведена на рис.4.

рис.4



### Методические указания к решению задачи 5

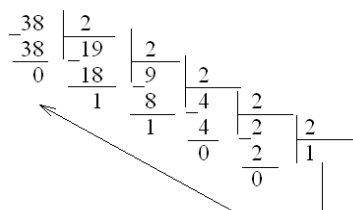
В этой задаче необходимо выполнить арифметические операции с двоичными числами, которые используются при работе ЭЦВМ. Характерной особенностью двоичной системы счисления является то, что арифметические действия в ней очень просты.

При сложении двоичных чисел пользуются следующим правилом  $0+0=0$ ,  $0+1=1$ ,  $1+0=1$ ,  $1+1=10$  (два).

При сложении необходимо учитывать, что  $1+1$  дают нуль в данном разряде и единицу переноса в следующий разряд.

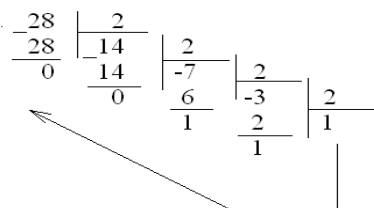
**Пример 1.** Сложить в двоичной системе числа 38 и 28.

1. Переводим данные числа в двоичную систему. Для перевода чисел из одной системы счисления в другую пользуются следующим правилом. Чтобы перевести число из одной системы счисления в другую, необходимо последовательно делить это число на основание новой системы до тех пор, пока не получится частное, меньшее делителя. Число в новой системе следует записывать в виде остатков деления, начиная с последнего, т.е. справа налево. Последнее частное даёт старшую цифру числа в новой системе счисления. Напомним, что основание двоичной системы – 2, десятичной 10.
2. Число 38 десятичной системы составляет:



Направление чтения  $38_{10} = 100110_2$

Число 28 десятичной системы составляет:



Направление чтения  $28_{10}=11100_2$

3. Выполняем операцию сложения:

$$\begin{array}{r} +100110 \\ \quad 11100 \\ \hline 1000010 \end{array} \qquad \begin{array}{r} + 38 \\ \quad 28 \\ \hline 66 \end{array}$$

4. Проверяем решение  $1000010=1x2^6+0x2^5+0x2^4+0x2^3+0x2^2+1x2^1+0x2^0=66$

Приводим правила вычитания двоичных чисел:

$$\begin{array}{ll} 0-0=0 & 1-1=0 \\ 1-0=1 & 10-1=1 \end{array}$$

При вычитании многоразрядных двоичных чисел может возникнуть необходимость займа единицы в ближайшем старшем разряде, что даёт две единицы младшего разряда. Если в соседних старших разрядах стоят нули, то приходится занимать единицу через несколько разрядов. При этом единица, занятая в ближайшем значащем старшем разряде, даёт две единицы в младшем разряде и единицы во всех нулевых разрядах, стоящих между младшим и тем старшим разрядом у которого брали заём. Например,

$$\begin{array}{r} \_10010 \quad (18) \\ \quad 101 \quad (5) \\ \hline 01101 \quad (13) \end{array}$$

Проверяем решение:  $1101=1x2^3+1x2^2+1x2^1+1x2^0=1x8+1x4+0x2+1x1=13$

Приводим правила умножения двоичных чисел:

$$\begin{array}{ll} 0x0=0 & 1x0=0 \\ 0x1=0 & 1x1=1 \end{array}$$

Умножение двоичных чисел производят по тем же правилам, что и для десятичных чисел, при этом используют таблицу умножения и сложения. Умножение многоразрядных двоичных чисел сводится к умножению множимого на каждый разряд множителя, последующему сдвигу множимого или множителя и суммированию получающихся частичных произведений. Например,

$$\begin{array}{r} X \quad 11011 \quad (27) \\ \quad \quad 101 \quad (5) \\ \hline + \quad 11011 \\ \quad 11011 \\ \hline 10000111 \quad (135) \end{array}$$

Проверяем решение:

$$10000111=1x2^7+0x2^6+0x2^5+0x2^4+1x2^3+1x2^2+1x2^1+1x2^0=1x128+0x64+0x32+0x16+0x8+1x4+1x2+1x1=135$$

При делении двоичных чисел используются таблицы умножения и вычитания. Правила деления аналогичны делению в десятичной системе и сводятся к выполнению умножений, вычитаний и сдвигов. Например, разделить 117 на 9:

$$\begin{array}{r|l} 1110101 & 1001 \\ \underline{1001} & 1101 \\ \underline{1011} & \\ \underline{1001} & \\ \underline{1001} & \\ \underline{1001} & \\ \hline 0 & \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 117 & 9 \\ \underline{9} & 13 \\ \underline{27} & \\ \underline{27} & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Проверяем решение:  $1101 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 13$

### Методические указания к ответу на теоретический вопрос.

Для правильного и качественного ответа следует изучить соответствующий материал из рекомендованной литературы. Ответ на вопрос должен быть конкретным с пояснением физической сущности работы того или иного устройства. При описании прибора или устройства следует обязательно пояснять свой ответ электрическими схемами, графиками и рисунками.

Во многих вопросах требуется сравнить различные электронные приборы с точки зрения особенностей их работы, отметить их преимущества и недостатки, рассказать о применении. Так, например, при сравнении электровакуумных и полупроводниковых следует отметить такие преимущества полупроводниковых приборов: как малые габаритные размеры, массу, механическую прочность, мгновенность действия (т.е. отсутствие накаливаемого катода), малую потребляемую мощность, большой срок службы и т.п. Наряду с этим надо указать их недостатки зависимость параметров полупроводников от температуры окружающей среды и нестабильность характеристик (разброс параметров).

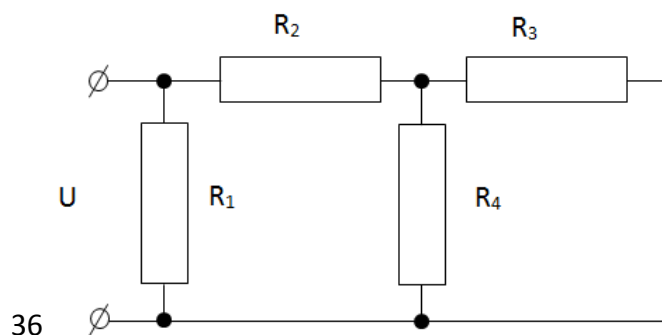
## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ

На экзамене необходимо:

1. Подробно ответить на два экзаменационных вопроса;
2. Решить задачу аналогичную задаче №1 домашней контрольной работы. Например, Для данной электрической цепи заданы значения сопротивления резисторов  $R_1=R_2=25 \text{ Ом}$ ,  $R_3=15 \text{ Ом}$ ,  $R_4=75 \text{ Ом}$ ,  $U=105 \text{ В}$ .

Определить:

- 1 Проводимости и токи в ветвях.
- 2 Падения напряжений на всех участках цепи.
- 3 Мощность, потребляемую цепью.



## 7 ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

- 1 Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. И. Алиев. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 291 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04256-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514784>.
- 2 Миленина, С. А. Электротехника : учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. А. Миленина ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 263 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05793-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514158>.
- 3 Электротехника и электроника: Учебное пособие / С.А. Покотило, В.И. Панкратов. — Ростов н/Д: Феникс, 2017. — 283 [1] с.: ил. (Среднее профессиональное образование). Электротехника и электроника: Учебное пособие / С.А. Покотило, В.И. Панкратов. — Ростов н/Д: Феникс, 2017. — 283 [1] с.: ил. (Среднее профессиональное образование).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"			
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			
ПОДПИСАНО	<b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Качковский Юрий Валентинович, Заведующий методическим кабинетом	<b>17.10.24</b> 13:44 (MSK)	Простая подпись
	<b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Савельева Ольга Викторовна, Зам. директора РССК «РГРТУ» по УР	<b>17.10.24</b> 15:33 (MSK)	Простая подпись
УТВЕРЖДЕНО	<b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Цинарева Тамара Алтыбаевна, Директор РССК «РГРТУ»	<b>17.10.24</b> 16:03 (MSK)	Простая подпись